Université Abdelmalek Essaadi
École Normale Supérieure de Tétouan
Centre des Études Doctorales Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Thèse de doctorat

Des intentions à l'appropriation : conception et évaluation d'un manuel numérique de SVT pour l'enseignement secondaire marocain

Ayoub AIT OUAALI

Volume numérique

Annexes complètes et compléments des chapitres

Volume déposé avec le manuscrit de la thèse

Édition en ligne du 13 novembre 2026 : identique au volume déposé, sauf les transcriptions de l'entretien E3 et du focus group E4 (annexe I), non reproduites

Accessible en ligne à l'adresse suivante : https://annexe.lamanara.ma

Équipe de Recherche en Ingénierie Pédagogique et Didactique des Sciences (ERIPDS), École Normale Supérieure de Tétouan

Table des matières

Présentation du volume **5**

Correspondance des renvois **6**

Partie 1. Annexes complètes **8**

Annexe A. Questionnaire de l’étude 1 9

Annexe B. Instruments de l’analyse des manuels (étude 3) 14

Annexe C. Instruments de l’étude 3 60

Annexe D. Instruments de l’étude 2, avant l’usage 81

Annexe E. Instruments de l’étude 2, pendant l’usage 117

Annexe F. Instruments de l’étude 2, après l’usage 133

Annexe G. Instruments de l’étude 4 149

Annexe H. Transcriptions d’entretiens (étude 3, guide B7) 163

Annexe I. Transcriptions de l’étude 2 (entretien E3 et focus group E4) 187

Annexe J. Le cours de 3AC et les fiches pédagogiques 192

Partie 2. Compléments des chapitres **240**

Chapitre 1. La numérisation éducative au Maroc : politiques, état des lieux et statut du manuel 241

VN-Ch01-1 : Programmes et dispositifs de numérisation éducative au Maroc, de la Charte nationale à la feuille de route 2022-2026 241

VN-Ch01-2 : Le système éducatif public marocain en 2024-2025 et le périmètre de la recherche 246

VN-Ch01-3 : Indicateurs d’équipement, de connectivité et de formation 247

VN-Ch01-4 : Le régime et le marché du livre scolaire marocain 248

Chapitre 3. Le manuel numérique comme objet de recherche 250

VN-Ch03-1 : Les cinq critères distinctifs appliqués au manuel numérique, à la plateforme LMS et au MOOC 250

VN-Ch03-2 : Angles morts de la littérature et réponses apportées par la recherche 251

VN-Ch03-3 : Les trois objets de politique publique et leurs priorités de gouvernance 251

Chapitre 4. De l’acceptation à l’appropriation : la chaîne des 4A 253

VN-Ch04-1 : Ce que chaque tradition théorique mesure, et ce qu’elle laisse hors de portée 253

Chapitre 5. Didactique des SVT et manuel numérique : transposition, obstacles, principes de conception 254

VN-Ch05-1 : La chaîne de la transposition didactique, du manuel imprimé au manuel numérique 254

VN-Ch05-2 : Le manuel de SVT marocain à l’épreuve de l’analyse : état des preuves 255

VN-Ch05-3 : Les six approches pédagogiques comparées dans la genèse du modèle ASIN 260

VN-Ch05-4 : Le processus d’apprentissage selon le modèle ASIN 261

Chapitre 6. Positionnement épistémologique et devis de la recherche 263

VN-Ch06-1 : Justification épistémologique et méthodologique du devis 263

VN-Ch06-2 : Le protocole initial et sa révision 267

VN-Ch06-3 : Composition régionale du questionnaire enseignants de l’étude 3.....268
VN-Ch06-4 : Le recueil à distance : ce qu’il permet, ce qu’il coûte.....269
VN-Ch06-5 : Cadre éthique détaillé.....270
Chapitre 7. Les instruments, leur validation et le plan d’analyse.....273
VN-Ch07-1 : Spécification des instruments du bloc B (B1, B2, B4 et B7).....273
VN-Ch07-2 : Règles de nommage, de codage et de nettoyage du bloc B.....274
VN-Ch07-3 : Mise en cohérence des instruments avec le devis retenu.....274
VN-Ch07-4 : Spécification du test de connaissances C3.....275
VN-Ch07-5 : Journal de bord, auto-observation guidée, grille de réaction et traces de la plateforme.....277
VN-Ch07-6 : La grille d’évaluation experte F1 et la question du fractionnement.....278
VN-Ch07-7 : Paramètres des analyses de sensibilité, cohérence interne et indices des items.....280
Chapitre 8. Étude 1 : les déterminants de l’acceptation du manuel numérique.....282
VN-Ch08-1 : Profil sociodémographique et professionnel des 250 répondants.....282
VN-Ch08-2 : Composition du questionnaire de l’étude 1.....282
VN-Ch08-3 : Scores des deux manuels numériques par dimension.....283
VN-Ch08-4 : Synthèse des entretiens par profil de répondant.....284
VN-Ch08-5 : Triangulation des trois sources de l’étude 1.....285
Chapitre 9. Étude 2 : le dispositif MANARA en classe.....286
VN-Ch09-1 : Examen des items et anomalies de saisie des questions ouvertes.....286
VN-Ch09-2 : Scores au test de connaissances, sous-scores compris.....287
VN-Ch09-3 : Gain de réussite item par item.....287
VN-Ch09-4 : Proportions d’élèves choisissant chacun des distracteurs révélateurs.....288
VN-Ch09-5 : Recul des conceptions et prévalence des obstacles chez les élèves de B4.....289
VN-Ch09-6 : Engagement déclaré : items posés aux élèves avant et après usage.....290
VN-Ch09-7 : Croisements exploratoires de l’étude 2.....291
VN-Ch09-8 : Réponses ouvertes des élèves et détail du focus group.....292
VN-Ch09-9 : Matrice semaine par dimension.....293
VN-Ch09-10 : Construits appariés du questionnaire enseignant avant et après usage.....293
VN-Ch09-11 : Ce que la plateforme a enregistré : traces et navigation.....294
VN-Ch09-12 : Procédure de l’analyse thématique et confrontation du focus group.....296
VN-Ch09-13 : Permutation des étiquettes de classe.....298
VN-Ch09-14 : Puissance simulée du protocole.....299
Chapitre 10. Étude 3 : le manuel, ses usages et les obstacles d’apprentissage.....300
VN-Ch10-1 : Cotations registre par registre et analyses de sensibilité.....300
VN-Ch10-2 : Extraits et formulations des manuels.....302
VN-Ch10-3 : Niveau cognitif, dévolution et restitution.....305
VN-Ch10-4 : Traitement et renforcement des obstacles dans les manuels.....308
VN-Ch10-5 : L’expérience témoin.....310
VN-Ch10-6 : L’indice de discordance : bornes et sensibilité.....310
VN-Ch10-7 : Affichage, réalisation et discordance sur trois années d’édition.....312
VN-Ch10-8 : Journal de nettoyage et composition des échantillons.....312
VN-Ch10-9 : Usages détaillés du manuel (B1, B2 et B4).....314
VN-Ch10-10 : Obstacles perçus par les enseignants : distributions, classement forcé et réponses d’élèves rapportées.....315
VN-Ch10-11 : Croisements du questionnaire élèves B4.....317

VN-Ch10-12 : Prérequis, pratiques et contraintes déclarés....319
VN-Ch10-13 : Les entretiens enseignants : relevé, thèmes et extraits....320
VN-Ch10-14 : Robustesse des classements et de l’analyse par rangs....323
VN-Ch10-15 : Les réponses ouvertes des questionnaires B2 et B4....327
VN-Ch10-16 : Analyses exploratoires de l’étude 3....330
VN-Ch10-17 : Rapprochements complémentaires entre manuels, enseignants et élèves....333
Chapitre 12. De la recherche à la conception : les principes d’ingénierie du dispositif MANARA....335
VN-Ch12-1 : Justifications détaillées des principes d’ingénierie....335
VN-Ch12-2 : Dérivation des principes d’ingénierie : tableau complet....338
VN-Ch12-3 : Confrontation détaillée des principes aux enquêtes et aux résultats obtenus ensuite....340
VN-Ch12-4 : La chaîne de journalisation hors connexion....343
VN-Ch12-5 : Variantes écartées....345
Chapitre 13. Du modèle ASIN aux séquences : le cours de 3AC et les fiches pédagogiques....347
VN-Ch13-1 : Établissement des versions du cours....347
VN-Ch13-2 : Architecture du cours rédigé et analyse phase par phase du chapitre de la digestion....348
VN-Ch13-3 : Durée prévue des sept phases dans les deux cours types....354
VN-Ch13-4 : Ce que la fiche ordinaire et la fiche ASIN disent d’une même séance....355
Chapitre 14. La plateforme MANARA et son évaluation experte....358
VN-Ch14-1 : Pile technique, modèle de données et fonctionnement hors ligne....358
VN-Ch14-2 : Environnement de développement et chaîne d’intégration et de livraison....360
VN-Ch14-3 : Budgets de performance mesurés et tests....362
VN-Ch14-4 : Composition de séance et mode projection....365
VN-Ch14-5 : Labos de la phase 3 non retenus dans le corps du chapitre....366
VN-Ch14-6 : Les écrans propres à la version 4....372
VN-Ch14-7 : Inventaire des fonctionnalités par rôle et fonctionnalités prévues....381
VN-Ch14-8 : Couverture des 76 critères de la grille experte....385
VN-Ch14-9 : Journal des écarts entre la spécification et l’artefact....387
VN-Ch14-10 : AmirAI en détail....390
VN-Ch14-11 : Du premier prototype au dispositif actuel....393
VN-Ch14-12 : Les dix critères les mieux notés et les dix moins bien notés....395
VN-Ch14-13 : Le jugement des experts selon leur expérience des ressources numériques....396
Chapitre 15. Des résultats aux décisions : recommandations et conditions d’un passage à l’échelle....397
VN-Ch15-1 : Conditions du passage à l’échelle, porteurs, postes de coût et étapes....397
Références....398

Présentation du volume

Ce volume numérique accompagne la version de dépôt de la thèse ; il est accessible en ligne à l'adresse suivante : https://annexe.lamanara.ma. Il réunit ce que le manuscrit imprimé ne reproduit pas en entier, et le manuscrit y renvoie sous la forme « volume numérique », suivie d'une lettre d'annexe ou d'un code de complément.

La partie 1 reproduit les annexes complètes, de A à J, telles qu'elles ont été validées dans la version longue de la thèse, à leurs renvois aux chapitres et à une phrase de l'annexe E près. Chaque annexe garde sa lettre : une annexe imprimée avec le manuscrit porte la même lettre que sa version complète, et un renvoi à une annexe non imprimée se lit « annexe X (volume numérique) ».

L'annexe J reproduit les fiches ASIN des deux cours types (J1 et J2) et le cours de 3AC dans la forme qu'il a dans la version longue : l'introduction et le chapitre 2 du cours (hors sa fiche pédagogique), tels qu'ils ont été utilisés, figurent en entier ; les chapitres 1 et 3 y sont résumés ; le texte complet du cours et ses fiches pédagogiques sont disponibles auprès de l'auteur.

La partie 2 réunit les compléments des chapitres. Chacun porte un code de la forme VN-ChNN-k, où NN est le numéro du chapitre et k le rang du complément dans ce chapitre ; c'est ce code que cite le chapitre. Chaque complément reprend sans réécriture le passage de la version longue dont il est issu, paragraphes, tableaux et figures compris, et une ligne en tête indique le chapitre et la section qui y renvoient. Deux phrases ont été alignées sur les chapitres du manuscrit (VN-Ch07-6 et VN-Ch12-5), et des lignes de renvoi propres au volume, en italique, ont été ajoutées (VN-Ch06-2, VN-Ch06-5, VN-Ch07-2 et VN-Ch09-14).

Les tableaux et les figures du volume sont numérotés à part, avec le préfixe VN (tableau VN-1, figure VN-1), pour ne pas se confondre avec ceux du manuscrit. Dans les annexes, les renvois aux chapitres suivent la numérotation du manuscrit déposé ; dans les compléments, les renvois que les passages repris font aux autres sections, figures et tableaux de la thèse suivent la numérotation de la version longue, et la section « Correspondance des renvois », qui suit cette présentation, donne pour chacun le numéro du manuscrit déposé.

Les références citées dans le volume, annexes et compléments, sont regroupées à la fin.

Correspondance des renvois

Les compléments de la partie 2 reprennent des passages de la version longue et en gardent la numérotation. Le tableau VN-1 donne, pour chaque figure ou tableau qu'ils citent, son numéro dans le manuscrit déposé ; le tableau VN-2 fait de même pour les sections, avec l'intitulé qu'elles portent dans le manuscrit déposé. Une section de la version longue qui n'a pas été reprise dans le manuscrit déposé est signalée comme telle, avec le complément qui en porte le contenu.

Tableau VN-1 : Figures et tableaux de la version longue cités dans les compléments, et leur numéro dans le manuscrit déposé.

Complément	Renvoi de la version longue	Manuscrit déposé
VN-Ch05-2	tableau 14	tableau 6 (chapitre 5)
VN-Ch06-2	tableau 10	tableau 4 (chapitre 4)
VN-Ch06-4	tableau 16	tableau 8 (chapitre 6)
VN-Ch06-5	tableau 17	tableau 9 (chapitre 6)
VN-Ch09-11	figure 26	figure 21 (chapitre 9)
VN-Ch09-12	tableau 36	tableau 20 (chapitre 9)
VN-Ch10-1	figure 35	figure 25 (chapitre 10)
VN-Ch10-1	tableau 43	tableau 22 (chapitre 10)
VN-Ch10-4	tableau 47	tableau 24 (chapitre 10)
VN-Ch10-10	tableau 51	tableau 26 (chapitre 10)
VN-Ch10-11	tableau 52	tableau 27 (chapitre 10)
VN-Ch12-1	tableau 61	tableau 32 (chapitre 12)
VN-Ch13-2	figure 64	figure 36 (chapitre 13)
VN-Ch14-3	tableau 61	tableau 32 (chapitre 12)
VN-Ch14-4	figure 69	figure 39 (chapitre 14)
VN-Ch14-4	figure 72	figure 40 (chapitre 14)
VN-Ch14-5	figure 74	figure 42 (chapitre 14)
VN-Ch14-5	figure 73	figure 41 (chapitre 14)
VN-Ch14-5	figure 76	figure 43 (chapitre 14)

Tableau VN-2 : Sections de la version longue citées dans les compléments, et leur numéro dans le manuscrit déposé.

Complément	Section de la version longue	Manuscrit déposé	Intitulé dans le manuscrit déposé
VN-Ch01-4	1.2.2	1.2	Vingt-cinq ans de politique numérique éducative marocaine
VN-Ch05-2	5.1.2	5.1	La transposition didactique, du savoir savant au manuel de SVT
VN-Ch05-3	5.1.3	5.1	La transposition didactique, du savoir savant au manuel de SVT
VN-Ch05-3	5.3.3	5.3	Le manuel de SVT marocain à l'épreuve de l'analyse

Complément	Section de la version longue	Manuscrit déposé	Intitulé dans le manuscrit déposé
VN-Ch05-3	5.4.1	5.4	Les ressources numériques pour les SVT au Maroc : un précédent à examiner
VN-Ch06-4	10.9.1	10.8 (détail : VN-Ch10-8)	Échantillons obtenus et traitement des données
VN-Ch09-5	10.19	10.15	Manuels, enseignants et élèves : les points de rencontre
VN-Ch09-11	9.8	non reprise	non repris dans le manuscrit déposé ; contenu au complément VN-Ch09-7
VN-Ch09-12	10.14.2	10.13 (détail : VN-Ch10-13)	Ce que disent les entretiens (B7)
VN-Ch10-2	10.3.1	10.3	Ce que les cotations attribuent en matière de dévolution
VN-Ch10-6	10.6.2	10.5	L’écart entre l’affichage et la réalisation
VN-Ch10-10	10.14	10.13	Ce que disent les entretiens (B7)
VN-Ch10-14	10.20	10.16	Éléments pour la confrontation de H3
VN-Ch10-16	10.19	10.15	Manuels, enseignants et élèves : les points de rencontre
VN-Ch10-17	10.7	10.6	Ce que les guides du professeur prescrivent
VN-Ch12-3	14.8	14.2.3 (détail : VN-Ch14-9)	Les écarts entre la spécification et l’artefact
VN-Ch12-5	14.6	14.2.2 (détail : VN-Ch14-3)	Ce qui est déployé et le contenu livré
VN-Ch12-5	14.7	14.2.3 (détail : VN-Ch14-6)	Les écarts entre la spécification et l’artefact
VN-Ch12-5	14.8	14.2.3 (détail : VN-Ch14-9)	Les écarts entre la spécification et l’artefact
VN-Ch14-6	14.4	14.3	Les écrans et les modules de l’élève
VN-Ch14-6	14.4.3	14.3.1 (détail : VN-Ch14-4)	Les écrans de référence
VN-Ch14-8	14.6	14.2.2 (détail : VN-Ch14-3)	Ce qui est déployé et le contenu livré
VN-Ch14-9	14.9	14.5 (détail : VN-Ch14-10)	AmirAI, l’assistant du personnel
VN-Ch14-9	14.20	14.13	Ce que le jugement des experts dit des choix de conception
VN-Ch14-11	14.8	14.2.3 (détail : VN-Ch14-9)	Les écarts entre la spécification et l’artefact
VN-Ch14-11	14.11	14.6	Le panel obtenu
VN-Ch14-11	14.19	14.12	La confrontation de H4 à son critère
VN-Ch14-11	14.20	14.13	Ce que le jugement des experts dit des choix de conception
VN-Ch15-1	13.5.3	13.4.3	Les limites du cours et de son analyse
VN-Ch15-1	14.12	14.7	Le jugement par dimension et par critère
VN-Ch15-1	14.16	14.10	Les commentaires libres
VN-Ch15-1	14.8	14.2.3 (détail : VN-Ch14-9)	Les écarts entre la spécification et l’artefact

Note. Une section de la version longue fondue dans une autre est rapportée à la section qui l’a reçue ; le complément cité entre parenthèses en porte le détail.

Partie 1. Annexes complètes

Annexe A

Questionnaire de l’étude 1

Formulaire en ligne administré aux enseignants de SVT, étude publiée dans Ait-Ouaali et al. (2027b)

Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme

Table des matières

Note sur cette annexe.....10
Questionnaire sur l'intégration des manuels numériques en Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) dans l'enseignement secondaire marocain.....11

Note sur cette annexe

Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Cette annexe reproduit le questionnaire de l'étude 1 d'après l'impression du formulaire en ligne déposée dans le dossier des instruments (fichier « Etude 1.pdf »). L'étude 1 a été publiée (Ait-Ouaali et al., 2027b) ; l'article n'est pas reproduit ici, et le chapitre 8 en reprend les résultats. Le texte de présentation, les intitulés de section, les questions, les items et les modalités de réponse sont reproduits sans modification. Les retouches se limitent à la mise en forme : police Times New Roman, cases de réponse figurées par des carrés, grilles de réponse composées en tableaux, pagination.

Les mentions d'interface en anglais que l'impression du formulaire a insérées (indication des questions obligatoires, consignes de cochage, mention de non-approbation de l'éditeur du formulaire) ne sont pas reproduites ; l'astérisque qui signale une question obligatoire est conservé. Les tirets demi-cadratins des intitulés de section de l'instrument d'origine ont été remplacés par des deux-points, sans autre modification. Le nom de l'École normale supérieure de Tétouan, établissement du chercheur, est conservé.

Les grilles de réponse sont des pages reproduites : elles ne portent ni légende ni numéro et n'entrent pas dans la numérotation continue des tableaux du manuscrit.

Questionnaire sur l'intégration des manuels numériques en Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) dans l'enseignement secondaire marocain

Notice

Code : Étude 1, questionnaire.

Statut : Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : enseignants de SVT en exercice dans des établissements secondaires, selon le texte de présentation du formulaire ; le chapitre 8 compte aussi des enseignants stagiaires parmi les répondants.

Passation : formulaire en ligne auto-administré, deux items de signalement et douze items de mesure en quatre construits, échelle de Likert en cinq points (chapitre 7, 7.2.1 ; chapitre 8, 8.2.2).

Effectif obtenu : 250 répondants (chapitre 6, tableau 8 ; chapitre 8).

Exploitation : chapitre 8 ; étude publiée (Ait-Ouaali et al., 2027b).

Version annexée : impression du formulaire en ligne, fichier « Etude 1.pdf », six pages, produite le 10 novembre 2026 d'après les métadonnées du fichier. Elle montre le formulaire tel qu'il se présentait à cette date.

Reproduit tel quel : les modalités de la question 1, dont « Entre 5ans et 10ans » et « Entre 5ans et 15ans », qui se chevauchent.

Avertissement : le complément VN-Ch08-2 (chapitre 8, section 8.2.2) reprend les énoncés du formulaire. Pour l'ancienneté, le tableau 15 et la section 8.2.1 du chapitre 8 donnent les classes « de 5 à 10 ans » et « de 10 à 15 ans », et cette section signale le chevauchement des classes du formulaire.

Bonjour,

Dans le cadre d'une recherche menée à l'École Normale Supérieure de Tétouan, nous étudions les conditions d'intégration des manuels scolaires numériques en Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) dans l'enseignement secondaire au Maroc.

Ce questionnaire est anonyme et ne vous prendra que quelques minutes. Vos réponses sont précieuses pour mieux comprendre les pratiques actuelles, les obstacles rencontrés, et les besoins de formation des enseignants dans ce domaine.

Merci de répondre avec sincérité.

Ce questionnaire s'adresse uniquement aux enseignants de SVT en exercice dans des établissements secondaires.

Section A : Informations générales

1. Années d'expérience en enseignement des SVT *

☐ <5 ans

☐ Entre 5ans et 10ans

☐ Entre 5ans et 15ans

☐ >15ans

2. Avez-vous déjà utilisé un manuel numérique en classe ? *

☐ Oui

☐ Non

Section B : Perception de l'utilité pédagogique

3. Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes concernant l'utilité pédagogique des manuels numériques en SVT ? *

	Pas du tout d'accord	**Peu d'accord**	**Neutre / Sans avis**	**Plutôt d'accord**	**Tout à fait d'accord**
Les manuels numériques améliorent la compréhension des élèves.	☐	☐	☐	☐	☐
Ils motivent davantage les élèves.	☐	☐	☐	☐	☐
Ils enrichissent mes pratiques pédagogiques.	☐	☐	☐	☐	☐

Section C : Facilité d'utilisation perçue

4. Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes concernant la facilité d'utilisation des manuels numériques ? *

	Pas du tout d'accord	**Peu d'accord**	**Neutre / Sans avis**	**Plutôt d'accord**	**Tout à fait d'accord**
Les manuels numériques sont faciles à utiliser.	☐	☐	☐	☐	☐
Leur interface est claire et bien organisée.	☐	☐	☐	☐	☐
Je peux les intégrer facilement dans mes cours.	☐	☐	☐	☐	☐

Section D : Formation et compétences

5. Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes concernant votre formation et vos compétences numériques ? *

	Pas du tout d'accord	Peu d'accord	Neutre / Sans avis	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
J'ai reçu une formation sur les outils numériques pour l'enseignement.	☐	☐	☐	☐	☐
Je me sens capable d'utiliser un manuel numérique en classe.	☐	☐	☐	☐	☐
Je sais adapter les ressources numériques au niveau de mes élèves.	☐	☐	☐	☐	☐

Section E : Intention d'usage

6. Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes concernant votre intention d'utiliser les manuels numériques ? *

	Pas du tout d'accord	Peu d'accord	Neutre / Sans avis	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord
J'ai l'intention d'utiliser régulièrement les manuels numériques.	☐	☐	☐	☐	☐
Je recommanderais leur usage à mes collègues.	☐	☐	☐	☐	☐
Ils devraient être intégrés officiellement dans l'enseignement des SVT.	☐	☐	☐	☐	☐

Annexe B

Instruments de l’analyse des manuels (étude 3)

Codebook, feuille de cotation, module d’analyse critique, grilles spécialisées, fiche signalétique, calcul des indices

Versions de travail des instruments, conformes aux versions administrées sauf mise en forme

Table des matières

Note sur cette annexe....15
A1. Codebook des registres R1 à R6....16
A2. Feuille de cotation des registres R1 à R5....30
A3. Module R6. Analyse critique de contenu....34
A4. Grille des sept critères de la situation-problème....42
A5. Grille de repérage des obstacles épistémologiques....45
A6. Grille des expériences canoniques de la digestion....48
A7. Fiche signalétique de corpus....51
A8. Calcul des indices composites....54

Note sur cette annexe

Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme. Pour les instruments d'analyse des manuels, la version administrée s'entend de la version appliquée au corpus.

Cette annexe reproduit les fichiers des instruments tels qu'ils figurent dans le dossier des instruments de la thèse, en entier : lignes d'en-tête et de version, commentaires du concepteur, rubriques de conception et plans de dépouillement compris. Les retouches se limitent à la mise en forme : police Times New Roman, apostrophes typographiques, marges de 2,5 cm, largeur des tableaux ramenée à celle de la page, pagination. Le texte des consignes, des items et des modalités n'a pas été réécrit. Seule exception : l'adresse électronique du chercheur, lorsqu'elle figure dans un instrument, est remplacée par une mention entre crochets.

Lorsqu'un passage décrit une étape prévue par l'instrument qui n'a pas été réalisée, il est suivi d'une note de l'auteur, en italique et entre crochets, distincte du texte de l'instrument, qui renvoie au chapitre où le point est exposé. Ces notes ne font pas partie des instruments.

Les tableaux qui figurent à l'intérieur des instruments sont des pages reproduites : ils ne portent ni légende ni numéro et n'entrent pas dans la numérotation continue des tableaux du manuscrit. Les titres d'instrument et les notices encadrées ont été ajoutés pour l'annexe. Le nom de l'École normale supérieure de Tétouan, établissement du chercheur, est conservé là où il figure.

Ces fichiers sont tous des versions 1. Le chapitre 10 fait état d'amendements du livre de codes décidés pendant le codage ; aucun tableau des révisions n'a été tenu, ni aucun journal de codage, registre des cas difficiles ou ordre de codage tiré au sort, et des notes de l'auteur le signalent dans A1.

Le codage a été conduit par un codeur unique, le chercheur, qui a aussi coté seul les unités d'essai et le cas de contrôle M010, sans second codeur et sans contrôle de la stabilité du codeur (chapitre 7, 7.3.3 ; chapitre 10 ; chapitre 11, 11.5.3). Un protocole de double codage avait été préparé ; il n'a pas été appliqué, le codage ayant été conduit par un seul codeur (chapitre 7, 7.3.3), et il n'est pas reproduit. Le cahier du codeur, qui reprenait les consignes du livre de codes A1, n'est pas reproduit.

Ne figurent pas ici : A10, tableau comparatif entre les manuels et le cours, gabarit de travail dont les valeurs ne sont pas renseignées et qui prévoit une cotation du cours par un second codeur, qui n'a pas eu lieu ; A12 et A13, notes de pilotage du codage et du lancement du chapitre 10, qui ne sont pas des instruments de recherche.

A1. Codebook des registres R1 à R6

Notice

Code : A1.

Nature : document de référence du codeur : définition des registres R1 à R5 (quarante-huit critères cotés de 0 à 3, dont une variable nominale) et du registre R6.

Corpus : neuf ouvrages de 3AC (M001 à M009) et un cas de contrôle hors corpus (M010), unité sur l'alimentation et la digestion (chapitre 10, 10.1).

Exploitation : chapitre 10, 10.2 à 10.7.

Version annexée : fichier « A1_Codebook_R1-R6 », version 1 du 14 septembre 2026, reproduit en entier ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Avertissement : le document se présente comme une reconstitution des registres R1 à R5 et renvoie au « tableau 13 du chapitre 7 », numérotation antérieure (tableau 11 du chapitre 7 actuel). Il prévoit trois niveaux d'analyse, dont un niveau N2 de « 10 à 12 manuels contrastés » et un niveau N3 de « 3 monographies », que le chapitre 10 ne rapporte pas.

Notes de l'auteur : 3 notes de l'auteur, en italique et entre crochets, signalent les étapes prévues par l'instrument et non réalisées.

Analyse critique de contenu des manuels de SVT

Thèse MANARA · Ayoub AIT OUAALI · ERIPDS, ENS Tétouan, CED-STSM

Version 1 du 14 septembre 2026

Avertissement sur la reconstitution des registres R1 à R5

Le protocole v3 déclare que « les registres R1 à R5 et le plan statistique de la v2 restent en vigueur ». **Le document v2 est introuvable dans le dossier de thèse.** Les registres R1 à R5 présentés ici sont donc une **reconstitution**, établie à partir de trois sources convergentes :

1. le tableau 13 du chapitre 7 du manuscrit, seul endroit du corpus où cinq registres sont nommés, et dont les intitulés sont repris tels quels ;

2. la grille didactique à dix dimensions du dossier Didactique/Boite à outils, dont les critères, indicateurs et échelles de cotation ont été redistribués entre les cinq registres sans perte ;

3. le protocole v3 lui-même, pour tout ce qui concerne R6 et le plan de fiabilité.

Aucun critère de la grille didactique n'a été supprimé. La table de correspondance de la section 8 permet de vérifier ce point dimension par dimension.

Si la v2 est retrouvée, la substitution se fait registre par registre sans toucher à R6 ni au plan d'analyse.

1. Objet et portée du codebook

Ce codebook définit l'ensemble des variables recueillies sur chaque unité d'analyse du corpus de manuels. Il est le document de référence du codeur : aucune cotation ne se décide en dehors de lui, et toute règle qui n'y figure pas doit y être ajoutée avant d'être appliquée.

Unité d'analyse. L'unité est la **leçon**, au sens de la subdivision élémentaire que le manuel identifie lui-même à l'intérieur de l'unité didactique retenue. Un manuel qui découpe la digestion en quatre leçons produit quatre unités d'analyse. Ce choix est plus fin que le chapitre et permet de localiser les écarts à l'intérieur d'un même manuel.

Unité de dénombrement. Pour les indicateurs de comptage du registre R6, l'unité est l'occurrence : une question, une consigne, une situation, un énoncé de bilan.

Niveaux d'analyse. Le protocole v3 organise l'analyse en trois niveaux :

Niveau	Corpus	Registres appliqués
N1	l'ensemble du lot	R1 à R6, cotation complète
N2	10 à 12 manuels contrastés	approfondissement qualitatif, relevés littéraux étendus
N3	3 monographies	analyse fine, y compris l'appareil paratextuel complet

2. Règles de cotation communes

Échelle. Les registres R1 à R5 sont cotés sur une échelle ordinale à quatre degrés, de 0 à 3. Le degré 0 signifie l'absence ou la défaillance, le degré 3 la réalisation pleine. Cette échelle est **paire en pratique** dans son usage : il n'existe pas de degré médian neutre, le codeur doit se prononcer du côté de l'insuffisance ou du côté de la satisfaction.

Modalité « non applicable ». Elle est réservée aux critères qu'aucun élément du corpus ne pourrait satisfaire à ce niveau d'enseignement. Elle n'est jamais un refuge devant un cas difficile. Une cotation NA est toujours justifiée par écrit.

Relevé littéral obligatoire. Toute cotation de 0 ou de 3, et toute cotation des indicateurs R6.2, R6.9 et ICS, est accompagnée d'un **relevé littéral** avec numéro de page. Sans ce relevé, la cotation est nulle et doit être reprise. C'est cette règle qui transforme une appréciation en mesure.

Ordre de codage. Le codeur applique les registres dans l'ordre R4, R1, R2, R3, R5, R6. R4 en premier parce que l'exactitude scientifique s'établit sans interprétation et calibre le regard ; R6 en dernier parce qu'il est le plus interprétatif et qu'il bénéficie de la connaissance acquise sur l'unité.

Interdits de cotation.

- Ne jamais coter à partir du sommaire ou du bilan seuls : le critère porte sur ce que le texte fait, non sur ce qu'il annonce.
- Ne jamais compenser un critère par un autre : un manuel excellent sur R4 ne gagne rien sur R2.
- Ne jamais réviser une cotation antérieure après avoir vu un manuel meilleur. Si l'étalon se déplace, tout le corpus est recodé.

3. Registre R1. Ingénierie pédagogique

Ce que le registre interroge. La conception de la séquence : sa structure, sa progression, ses dispositifs d'étayage et de différenciation, et son alignement sur la prescription.

10 critères, cotés 0 à 3, total 30 points.

R1.1 Table des matières et alignement visible au programme

Indicateurs : table des matières détaillée en tête d'ouvrage ; numérotation claire des chapitres et des leçons ; correspondance explicite avec les orientations pédagogiques du ministère ; indication du volume horaire par chapitre.

Degré	Descripteur
0	Absente, ou si sommaire qu'elle ne permet pas de localiser une leçon
1	Présente mais peu détaillée, sans renvoi au programme
2	Détaillée et claire, renvoi au programme implicite
3	Exhaustive, avec renvois explicites au programme officiel et volumes horaires

R1.2 Cohérence de la progression des contenus

Indicateurs : progression logique des leçons ; progressivité du simple au complexe ; articulation entre leçons par rappels, renvois et synthèses intermédiaires ; cohérence avec les niveaux antérieurs et ultérieurs.

Degré	Descripteur
0	Progression incohérente, ordre des leçons indifférent
1	Progression partiellement cohérente, ruptures non traitées
2	Progression cohérente et logique, articulations présentes

Degré	Descripteur
3	Progression articulée horizontalement et verticalement, ruptures explicitement franchies

R1.3 Outils de navigation et d'orientation

Indicateurs : index alphabétique ; glossaire des termes scientifiques ; système de renvois internes ; codes couleurs ou pictogrammes de repérage.

Degré	Descripteur
0	Aucun outil de navigation
1	Outils partiels, un seul dispositif présent
2	Outils présents et fonctionnels
3	Outils complets et ergonomiques, permettant une entrée non linéaire

R1.4 Structure interne récurrente des leçons

Indicateurs : structure identifiable et reproduite d'une leçon à l'autre ; équilibre entre composantes ; distinction typographique claire entre activité, document, synthèse et évaluation ; présence d'un schéma bilan ou d'une carte conceptuelle.

Degré	Descripteur
0	Structure absente ou entièrement hétérogène
1	Structure partiellement identifiable, variable d'une leçon à l'autre
2	Structure claire et récurrente
3	Structure récurrente et explicitée à l'élève, permettant un travail autonome

R1.5 Adéquation au volume horaire prescrit

Indicateurs : adéquation du volume de contenus au volume horaire alloué ; distinction entre contenus essentiels et complémentaires ; propositions d'adaptation ; réalisme de la charge de travail.

Degré	Descripteur
0	Inadéquation majeure, surcharge ou insuffisance manifeste
1	Inadéquation partielle, non signalée par le manuel
2	Adéquation satisfaisante
3	Adéquation avec parcours d'allègement explicitement proposé

R1.6 Différenciation par niveaux d'activités

Indicateurs : activités de difficulté graduée ; parcours distincts signalés ; activités d'approfondissement ; activités de consolidation.

Degré	Descripteur
0	Activités uniformes, aucune gradation
1	Gradation implicite, non signalée à l'élève
2	Niveaux distincts signalés
3	Parcours différenciés explicites avec consignes d'orientation

R1.7 Aides méthodologiques et étayages

Indicateurs : fiches méthode ; aides à la lecture de document ; modèles de rédaction ; encarts « comment faire ».

Degré	Descripteur
0	Aucune aide méthodologique
1	Aides rares et générales
2	Aides présentes et liées aux tâches demandées
3	Système d'étayage cohérent, progressivement retiré

R1.8 Dispositifs de remédiation

Indicateurs : exercices de reprise après évaluation ; renvois ciblés en cas d'erreur ; corrigés commentés ; parcours de rattrapage.

Degré	Descripteur
0	Aucun dispositif
1	Corrigés seuls, sans commentaire
2	Reprises prévues, non ciblées sur l'erreur
3	Remédiation ciblée par type d'erreur

R1.9 Couverture des contenus prescrits

Indicateurs : présence de tous les contenus de l'unité prescrits par les orientations pédagogiques ; absence de contenus hors programme non signalés comme tels.

Degré	Descripteur
0	Lacunes majeures sur des contenus prescrits
1	Couverture partielle, ou ajouts hors programme non signalés
2	Couverture complète
3	Couverture complète, ajouts signalés et articulés

R1.10 Alignement sur les compétences prescrites

Indicateurs : compétences visées énoncées ; activités permettant de les développer ; évaluation portant sur elles.

Degré	Descripteur
0	Compétences ni énoncées ni travaillées
1	Compétences énoncées sans dispositif correspondant
2	Compétences énoncées et travaillées
3	Chaîne complète énoncé, activité, évaluation

4. Registre R2. Didactique des sciences

Ce que le registre interroge. La transposition du savoir et le traitement des obstacles.

9 critères. R2.6 est une variable nominale et n'entre pas dans le score. Total coté : 24 points sur 8 critères.

R2.1 Identification et activation des prérequis

Degré	Descripteur
0	Prérequis ni nommés ni sollicités
1	Prérequis nommés, non sollicités
2	Prérequis sollicités par une activité de rappel
3	Prérequis diagnostiqués, avec renvoi de remédiation en cas de lacune

R2.2 Prise en compte des représentations initiales

Indicateurs : sollicitation explicite de ce que l'élève pense déjà ; mise en débat ; confrontation à un fait résistant.

Degré	Descripteur
0	Aucune sollicitation
1	Question d'ouverture sans exploitation de la réponse
2	Représentations sollicitées et confrontées à un document
3	Représentations sollicitées, mises en débat, et reprises explicitement au bilan

R2.3 Progressivité de la construction conceptuelle

Degré	Descripteur
0	Concepts juxtaposés, sans ordre construit
1	Ordre présent, sans articulation explicite
2	Construction progressive, du concret vers l'abstrait
3	Construction progressive et explicitée, chaque étape appuyée sur la précédente

R2.4 Traitement des obstacles épistémologiques

Voir l'instrument A5 pour la liste des obstacles documentés de l'unité digestion.

Degré	Descripteur
0	Obstacle ignoré, ou involontairement renforcé par le texte ou l'image
1	Obstacle évoqué sans dispositif
2	Obstacle travaillé par une activité
3	Obstacle nommé, travaillé, et son franchissement vérifié par une évaluation

R2.5 Cohérence verticale inter-niveaux

Degré	Descripteur
0	Aucune référence aux niveaux antérieurs ou ultérieurs
1	Référence allusive
2	Rappels explicites des acquis antérieurs
3	Rappels antérieurs et annonces de ce qui sera repris plus tard

R2.6 Approche pédagogique dominante · variable nominale

Cotation par attribution d'une modalité unique, celle qui domine l'unité, et relevé de la ou des modalités secondaires.

Modalité	Reconnaissance
Transmissive	Le savoir est énoncé avant d'être mobilisé, les activités appliquent
Constructiviste	L'élève construit à partir de documents, sans interaction prescrite
Socioconstructiviste	Le travail de groupe et le débat sont prescrits comme moyens de construction
Par investigation	La démarche complète est prescrite, de la question à la conclusion
Par compétences	Des situations complexes d'intégration structurent l'unité

R2.7 Rigueur épistémologique

Indicateurs : distinction entre fait, loi, théorie, modèle et hypothèse ; caractère provisoire des connaissances ; évocation de controverses ; référence aux méthodes de production du savoir.

Degré	Descripteur
0	Confusion des statuts, présentation dogmatique
1	Distinction implicite, jamais nommée
2	Statuts distingués
3	Statuts distingués, provisoire assumé, au moins une controverse évoquée

R2.8 Contextualisation des savoirs

Degré	Descripteur
0	Aucun ancrage hors de la discipline
1	Ancrage générique, interchangeable
2	Ancrage dans la vie quotidienne
3	Ancrage dans un contexte marocain identifié et documenté

R2.9 Éducation à la santé et à l'environnement

Degré	Descripteur
0	Absente
1	Mention incidente
2	Rubrique dédiée
3	Rubrique dédiée articulée au contenu scientifique de la leçon

5. Registre R3. Pédagogie

Ce que le registre interroge. Les modalités d'apprentissage que l'unité appelle, et les dispositifs d'évaluation.

14 critères, total 42 points. Les six premiers relèvent de la taxonomie révisée de Bloom et se cotent sur la **proportion d'activités** de l'unité relevant du niveau considéré.

R3.1 à R3.6 Niveaux cognitifs des activités

Pour chaque niveau, coter la proportion d'activités de l'unité qui s'y situent.

Degré	Proportion
0	Aucune activité
1	Moins de 15 %
2	De 15 à 35 %
3	Plus de 35 %

- **R3.1 Mémoriser** : restituer, nommer, citer, énumérer
- **R3.2 Comprendre** : expliquer avec ses mots, reformuler, illustrer, classer
- **R3.3 Appliquer** : utiliser une procédure connue dans une situation voisine
- **R3.4 Analyser** : décomposer, comparer, mettre en relation, distinguer l'essentiel
- **R3.5 Évaluer** : juger, critiquer, vérifier la cohérence, argumenter un choix
- **R3.6 Créer** : concevoir un protocole, produire un modèle, formuler une hypothèse nouvelle

> **Règle de lecture.** Un manuel dont R3.1 vaut 3 et R3.4 à R3.6 valent 0 est transmissif, quelle que soit sa rhétorique. Cette configuration se croise avec le ratio de dévolution R6.13.

R3.7 Travail collaboratif

Degré	Descripteur
0	Jamais prescrit
1	Suggéré sans organisation
2	Prescrit avec une organisation
3	Prescrit, organisé, et sa plus-value cognitive est exploitée au bilan

R3.8 Nature des consignes

Degré	Descripteur
0	Consignes exclusivement fermées, à réponse unique et attendue
1	Consignes majoritairement fermées
2	Équilibre entre consignes fermées et ouvertes
3	Consignes ouvertes dominantes, plusieurs réponses recevables

R3.9 Autonomie laissée à l'élève

Degré	Descripteur
0	Chaque étape est guidée, aucune décision n'est laissée
1	Autonomie sur l'exécution, jamais sur la méthode
2	Autonomie sur la méthode dans au moins une activité
3	Autonomie sur la méthode et sur le choix des documents

R3.10 Évaluation diagnostique

Degré	Descripteur
0	Absente
1	Question d'ouverture sans exploitation
2	Dispositif diagnostique présent
3	Dispositif diagnostique avec renvoi de remédiation

R3.11 Évaluation formative

Degré	Descripteur
0	Absente
1	Exercices en cours de leçon sans correction
2	Exercices avec correction
3	Exercices avec correction commentée et critères explicites

R3.12 Évaluation sommative

Degré	Descripteur
0	Absente
1	Exercices de fin de leçon sans cadrage
2	Évaluation de fin d'unité structurée
3	Évaluation structurée, format aligné sur l'examen national

R3.13 Auto-évaluation et régulation métacognitive

Degré	Descripteur
0	Absente
1	Corrigés fournis sans consigne d'usage
2	Dispositif d'auto-évaluation
3	Dispositif d'auto-évaluation avec critères et invitation à réguler

R3.14 Qualité des items d'évaluation

Indicateurs : univocité des énoncés ; adéquation entre l'item et l'objectif annoncé ; absence d'indices involontaires ; variété des formats.

Degré	Descripteur
0	Items ambigus ou sans rapport avec les objectifs
1	Items corrects mais uniformes
2	Items univoques et variés
3	Items univoques, variés, et couvrant plusieurs niveaux cognitifs

6. Registre R4. Validité scientifique

Ce que le registre interroge. L'exactitude des contenus et de leurs représentations.

6 critères, total 18 points.

R4.1 Exactitude des énoncés

Degré	Descripteur
0	Erreurs majeures ou fréquentes
1	Erreurs ponctuelles ou imprécisions notables
2	Globalement exact, erreurs mineures sans conséquence conceptuelle
3	Rigoureusement exact

Toute cotation à 0 ou 1 exige le relevé littéral de l'erreur avec sa page. Ces relevés alimentent directement le chapitre 10.

R4.2 Exactitude et lisibilité des schémas

Degré	Descripteur
0	Schémas erronés, ou illisibles à l'impression
1	Schémas exacts mais surchargés ou mal légendés
2	Schémas exacts et lisibles
3	Schémas exacts, lisibles, et dont la légende guide la lecture

R4.3 Actualisation des connaissances

Degré	Descripteur
0	Contenus obsolètes, conceptions dépassées maintenues
1	Actualisation partielle
2	Contenus majoritairement actualisés
3	Contenus actualisés, données chiffrées datées et sourcées

R4.4 Précision terminologique et qualité des définitions

Degré	Descripteur
0	Définitions absentes, floues ou erronées ; terminologie flottante
1	Définitions présentes, terminologie parfois inconstante
2	Définitions claires et terminologie cohérente
3	Définitions claires, terminologie cohérente, glossaire bilingue

R4.5 Niveau de complexité et accessibilité

Degré	Descripteur
0	Inadéquation majeure au niveau visé
1	Inadéquation partielle
2	Niveau globalement adapté
3	Niveau adapté et progressif, du concret vers l'abstrait

R4.6 Cohérence entre le corps de la leçon et son bilan

Degré	Descripteur
0	Le bilan énonce des contenus absents du corps, ou le contredit
1	Recouvrement partiel
2	Bilan cohérent avec le corps
3	Bilan cohérent, et chaque énoncé renvoie à l'activité qui l'a produit

> **Lien avec R6.** Ce critère est la porte d'entrée de l'indice de construction du savoir, ICS, calculé au bloc D du registre R6. Un R4.6 coté 0 ou 1 annonce un ICS bas.

7. Registre R5. Sciences de l'information et de la communication

Ce que le registre interroge. L'organisation de l'information et les médiations que le document opère. Ce registre est la contribution propre de la composante info-communicationnelle de la recherche : il n'a pas d'équivalent dans les grilles d'analyse de manuels usuelles.

9 critères, total 27 points.

R5.1 Organisation et indexation de l’information

Degré	Descripteur
0	Information non organisée, aucun point d’entrée autre que la lecture linéaire
1	Organisation implicite, repérable par l’usage
2	Organisation explicite, signalée typographiquement
3	Organisation explicite et indexée, permettant une recherche d’information

R5.2 Parcours de lecture prescrits

Degré	Descripteur
0	Aucun parcours indiqué, la double page est ambiguë
1	Parcours déductible de la mise en page
2	Parcours indiqué par une numérotation ou des repères
3	Parcours indiqué, et parcours alternatifs proposés

R5.3 Multimodalité et articulation texte-image

Indicateurs : le texte renvoie-t-il à l’image, et l’image au texte ; les deux sont-ils redondants, complémentaires ou contradictoires ; la proximité spatiale sert-elle la lecture.

Degré	Descripteur
0	Texte et image juxtaposés sans renvoi, ou contradictoires
1	Renvoi unilatéral du texte vers l’image
2	Renvoi réciproque, information complémentaire
3	Renvoi réciproque, complémentarité, et proximité spatiale maîtrisée

R5.4 Fonction documentaire des documents

Indicateur décisif : le savoir est-il **dans** le document, auquel cas le document illustre, ou le savoir se construit-il **à partir** du document, auquel cas le document est une ressource.

Degré	Descripteur
0	Tous les documents sont illustratifs, le savoir est déjà dans le texte
1	Documents majoritairement illustratifs
2	Équilibre entre documents illustratifs et documents ressources
3	Documents ressources dominants, le savoir n’y est pas donné

> Ce critère se recoupe avec l’indicateur R6.18 du bloc D. Un écart entre les deux cotations signale un problème de codage à trancher.

R5.5 Diversité des types de documents

Types : photographie, schéma, graphique, tableau de données, texte scientifique, texte historique, carte, document expérimental, document numérique.

Degré	Descripteur
0	Un ou deux types seulement
1	Trois ou quatre types

Degré	Descripteur
2	Cinq à six types
3	Sept types ou plus, et leur variété est fonctionnelle

R5.6 Qualité technique et lisibilité des documents

Degré	Descripteur
0	Documents illisibles, résolution ou impression défaillantes
1	Qualité inégale, certains documents inexploitables
2	Qualité satisfaisante et homogène
3	Qualité élevée, et l’exploitation par l’élève a été anticipée

R5.7 Authenticité et traçabilité des sources

Degré	Descripteur
0	Aucune source, documents non identifiés
1	Sources mentionnées de façon incomplète
2	Sources mentionnées et vérifiables
3	Sources mentionnées, vérifiables, et datées

R5.8 Compétences info-documentaires supposées acquises

Ce critère cote ce que le manuel présuppose sans l’enseigner : lecture de graphique, tri d’information, hiérarchisation, prise de notes, recherche documentaire.

Degré	Descripteur
0	Compétences nombreuses supposées acquises, jamais enseignées
1	Quelques compétences supposées, aucune aide
2	Compétences supposées, aides ponctuelles
3	Compétences explicitement enseignées avant d’être requises

R5.9 Dispositifs d’éducation à l’information

Degré	Descripteur
0	Absents
1	Invitation à chercher, sans méthode
2	Méthode de recherche proposée
3	Méthode proposée, critères de fiabilité des sources enseignés

8. Table de correspondance avec les sources

Aucun critère de la grille didactique à dix dimensions n’a été perdu dans la reconstitution.

Dimension d’origine	Critères d’origine	Registre de destination
D1 Structure et organisation	1.1 à 1.5	R1.1 à R1.5
D2 Contenus scientifiques	2.1 à 2.5	R4.1, R4.3, R4.5, R2.7, R4.4
D3 Approche pédagogique implicite	3.1 à 3.5	R2.6, variable nominale à cinq modalités
D4 Prérequis et progressivité	4.1 à 4.5	R2.1 à R2.5
D5 Documents et ressources	5.1 à 5.5	R5.4, R5.5, R5.6, R5.3, R5.7

Dimension d’origine	Critères d’origine	Registre de destination
D6 Activités, taxonomie de Bloom	6.1 à 6.6	R3.1 à R3.6
D7 Évaluation	7.1 à 7.5	R3.10 à R3.14
D8 Différenciation	8.1 à 8.5	R1.6 à R1.8, R3.7, R3.8
D9 Interdisciplinarité et contextualisation	9.1 à 9.5	R2.8, R2.9
D10 Conformité au cadre MEN	10.1 à 10.5	R1.9, R1.10, R1.5
Nouveaux, sans équivalent		R3.9, R5.1, R5.2, R5.8, R5.9, R4.6

Les six critères nouveaux relèvent tous de la composante info-communicationnelle ou de la question de la dévolution, deux angles que la grille didactique d’origine ne traitait pas.

9. Registre R6. Analyse critique de contenu

Ce que le registre interroge. Les manuels annoncent une démarche d’investigation et une construction du savoir par l’élève. La tiennent-ils, ou l’habillage investigatif recouvre-t-il une transmission ?

R6 est spécifié par le protocole v3 et n’est pas une reconstitution. Il se décline en cinq blocs et **23 indicateurs**, dont le détail opératoire figure dans l’instrument **A3**.

Bloc	Objet	Indicateurs
A	Analyse des problématiques	6.1 à 6.7
B	Analyse des situations	6.8 à 6.12, plus la grille A4
C	Analyse des verbes de consigne	6.13 à 6.17
D	Cohérence construction, investigation, transmission	6.18 à 6.21, plus les indices IT, IIE, ICS
E	Écart entre affichage et réalité	6.22, 6.23

Les trois indicateurs décisifs, à coder avec le soin maximal :

- **6.5, distance question-réponse.** Si la réponse figure au paragraphe suivant, la question est décorative quelle que soit sa formulation.
- **6.13, ratio de dévolution.** Verbes de production intellectuelle rapportés au total des verbes de consigne. C’est l’indicateur le plus économique et le plus robuste pour séparer transmissif et constructif.
- **ICS, indice de construction du savoir.** Proportion des énoncés du bilan qui sont déductibles des activités qui précèdent. Un bilan majoritairement non déductible signe la transmission, quel que soit l’habillage des pages précédentes.

10. Plan de fiabilité

Règle	R1 à R5	R6
Part du corpus en double codage	20 %	**40 % de l’unité**

Règle	R1 à R5	R6
Coefficient d’accord	kappa de Cohen pour les nominales, alpha de Krippendorff ordinal pour les échelles	alpha de Krippendorff ordinal
Indicateurs soumis au calcul	tous	6.1, 6.2, 6.9, 6.17, 6.19, ICS
Seuil	0,60	**0,80**, et **0,85 pour ICS**
En deçà du seuil	révision des descripteurs du registre et recodage complet, jamais un arbitrage au cas par cas	idem
Traçabilité	relevé littéral pour les cotations 0 et 3	numéro de page justificatif pour 6.2, 6.9 et ICS

Étalonnage préalable. Avant le codage du corpus, les deux codeurs cotent indépendamment trois unités tirées de manuels **hors corpus**, comparent, et écrivent les descripteurs d’ancrage manquants. Cette phase produit la version 2 du codebook, qui est celle réellement appliquée.

> *[Note de l’auteur : prévu dans l’instrument, non réalisé ; aucun second codeur n’est intervenu et aucun coefficient d’accord n’a été calculé ; voir chapitre 7, section 7.3.3, et chapitre 11, section 11.5.3.]*

Règle de gel. Une fois le codage du corpus engagé, le codebook est gelé. Toute difficulté nouvelle est consignée dans un journal de codage et tranchée par application des règles existantes ; si la difficulté est irréductible, le codebook est amendé et **tout le corpus est recodé sur le critère concerné**.

> *[Note de l’auteur : prévu dans l’instrument, non réalisé ; aucun journal de codage n’a été tenu ; voir chapitre 7, section 7.3.3.]*

11. Récapitulatif des scores

Registre	Critères cotés	Maximum
R1 Ingénierie pédagogique	10	30
R2 Didactique des sciences	8 (plus 1 nominale)	24
R3 Pédagogie	14	42
R4 Validité scientifique	6	18
R5 Sciences de l’information et de la communication	9	27
Total R1 à R5	**47**	**141**
R6 Analyse critique	23 indicateurs, non additifs	indices composites

Les scores de registre sont **normalisés en pourcentage du maximum** avant toute comparaison entre registres, les maximums étant inégaux.

Interdit d’agrégation. Il n’existe pas de score global de manuel. Un total sur 141 additionnerait des dimensions incommensurables et masquerait les profils, qui sont l’objet même de l’analyse. La typologie se construit sur les profils de registres par analyse des correspondances multiples, jamais sur un rang unique.

12. Journal des décisions de codage

Toute décision non prévue par ce codebook est consignée ici, datée, avec le cas qui l'a suscitée et la règle retenue. Ce journal fait partie du matériau de la thèse et figure en annexe.

Date	Critère	Cas rencontré	Règle retenue

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; aucun journal de codage n'a été tenu ; voir chapitre 7, section 7.3.3.]

A2. Feuille de cotation des registres R1 à R5

Notice

Code : A2.

Nature : format de saisie des cotations, une ligne par leçon, et grille papier.

Corpus : neuf ouvrages de 3AC (M001 à M009) et un cas de contrôle hors corpus (M010), unité sur l'alimentation et la digestion (chapitre 10, 10.1).

Exploitation : chapitre 10, 10.2.

Version annexée : fichier « A2_Feuille-de-cotation_R1-R5 », version 1 du 14 septembre 2026, reproduit en entier ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Notes de l'auteur : 1 note de l'auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l'instrument et non réalisées.

Format de saisie opérationnel · une ligne par leçon codée

Version 1 du 14 septembre 2026

Structure du fichier de saisie

Une seule table, une ligne par **leçon**. Les colonnes d'identification précèdent les colonnes de cotation.

Colonnes d'identification

Colonne	Format	Contrôle
id_ligne	texte	M012-L03, code manuel et numéro de leçon
code_manuel	texte	doit exister dans le fichier des fiches A7
sous_corpus	liste	agréés / accompagnement / parascolaires
annee_edition	entier	
num_lecon	entier	
intitule_lecon	texte	tel que le manuel le nomme
page_debut	entier	

Colonne	Format	Contrôle
page_fin	entier	
codeur	liste	C1 / C2
date_codage	date	
double_code	booléen	vrai si la ligne fait partie des 20 %

Colonnes de cotation

Toutes les colonnes de cotation acceptent les valeurs **0, 1, 2, 3 ou NA**, sauf R2_6 qui est nominale.

Registre	Colonnes	Nombre
R1	R1_1 à R1_10	10
R2	R2_1 à R2_5, R2_7 à R2_9	8
R2 nominale	R2_6_dominante, R2_6_secondaire	2
R3	R3_1 à R3_14	14
R4	R4_1 à R4_6	6
R5	R5_1 à R5_9	9

Colonnes de justification

Pour chaque critère coté **0 ou 3**, deux colonnes sont obligatoires :

Colonne	Format
<critère>_page	entier
<critère>_releve	texte, citation littérale ou description d’image

Le fichier de saisie prévoit ces deux colonnes pour l’ensemble des 47 critères. Une ligne dont une cotation à 0 ou 3 n’est pas justifiée est rejetée au contrôle de complétude.

Scores calculés, jamais saisis

Ces colonnes sont calculées à partir des cotations et ne sont pas renseignées à la main.

Colonne	Calcul
R1_score	somme de R1_1 à R1_10, les NA exclues
R1_max_effectif	3 × nombre de critères non NA
R1_pct	R1_score / R1_max_effectif
idem pour R2, R3, R4, R5	
profil	vecteur des cinq pourcentages, entrée de l’analyse des correspondances

> **Traitement des NA.** Le maximum est recalculé sur les seuls critères renseignés. Un manuel dont trois critères sont NA n’est pas pénalisé, il est comparé sur ce qu’il permet de comparer. Si un registre compte plus de deux NA, la ligne est signalée et le cas est tranché par le journal de codage.

Contrôles de complétude, à passer avant toute analyse

Contrôle	Règle
Aucune cellule vide	toute cotation absente est une erreur, NA est une valeur et se saisit

Contrôle	Règle
Justification des extrêmes	toute cotation 0 ou 3 a sa page et son relevé
Bornes	aucune valeur hors de 0 à 3
Unicité	aucun id_ligne en double
Cohérence croisée	R5_4 et R6_18 doivent concorder ; un écart est signalé et arbitré
Cohérence croisée	R4_6 bas et ICS élevé est une contradiction à examiner
Double codage	au moins 20 % des lignes portent double_code = vrai, réparties sur tous les manuels

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; aucun second codeur n'est intervenu et aucun coefficient d'accord n'a été calculé ; voir chapitre 7, section 7.3.3, et chapitre 11, section 11.5.3.]

Grille papier, pour le codage hors écran

Une page par leçon. À reporter ensuite dans le fichier de saisie.

Leçon : _____ **Manuel** : _____ **Pages** : _____ **Codeur** : ____
Date : _____

R1 Ingénierie pédagogique

	Critère	0	1	2	3	NA	Page et relevé si 0 ou 3
R1.1	Table des matières et alignement	☐	☐	☐	☐	☐	
R1.2	Cohérence de la progression	☐	☐	☐	☐	☐	
R1.3	Outils de navigation	☐	☐	☐	☐	☐	
R1.4	Structure interne récurrente	☐	☐	☐	☐	☐	
R1.5	Adéquation au volume horaire	☐	☐	☐	☐	☐	
R1.6	Différenciation par niveaux	☐	☐	☐	☐	☐	
R1.7	Aides méthodologiques	☐	☐	☐	☐	☐	
R1.8	Dispositifs de remédiation	☐	☐	☐	☐	☐	
R1.9	Couverture des contenus prescrits	☐	☐	☐	☐	☐	
R1.10	Alignement sur les compétences	☐	☐	☐	☐	☐	

R2 Didactique des sciences

	Critère	0	1	2	3	NA	Page et relevé si 0 ou 3
R2.1	Prérequis	☐	☐	☐	☐	☐	
R2.2	Représentations initiales	☐	☐	☐	☐	☐	
R2.3	Progressivité conceptuelle	☐	☐	☐	☐	☐	
R2.4	Obstacles épistémologiques	☐	☐	☐	☐	☐	
R2.5	Cohérence verticale	☐	☐	☐	☐	☐	
R2.7	Rigueur épistémologique	☐	☐	☐	☐	☐	
R2.8	Contextualisation	☐	☐	☐	☐	☐	
R2.9	Santé et environnement	☐	☐	☐	☐	☐	

R2.6 Approche dominante : ☐ transmissive ☐ constructiviste ☐ socioconstructiviste ☐ par investigation ☐ par compétences **Approche secondaire** : ☐ transmissive ☐ constructiviste ☐ socioconstructiviste ☐ par investigation ☐ par compétences ☐ aucune

R3 Pédagogie

	Critère	0	1	2	3	NA	Page et relevé si 0 ou 3
R3.1	Mémoriser	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.2	Comprendre	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.3	Appliquer	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.4	Analyser	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.5	Évaluer	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.6	Créer	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.7	Travail collaboratif	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.8	Nature des consignes	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.9	Autonomie de l’élève	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.10	Évaluation diagnostique	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.11	Évaluation formative	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.12	Évaluation sommative	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.13	Auto-évaluation	☐	☐	☐	☐	☐	
R3.14	Qualité des items	☐	☐	☐	☐	☐	

R4 Validité scientifique

	Critère	0	1	2	3	NA	Page et relevé si 0 ou 3
R4.1	Exactitude des énoncés	☐	☐	☐	☐	☐	
R4.2	Exactitude des schémas	☐	☐	☐	☐	☐	
R4.3	Actualisation	☐	☐	☐	☐	☐	
R4.4	Terminologie et définitions	☐	☐	☐	☐	☐	
R4.5	Niveau de complexité	☐	☐	☐	☐	☐	
R4.6	Cohérence corps et bilan	☐	☐	☐	☐	☐	

R5 Sciences de l’information et de la communication

	Critère	0	1	2	3	NA	Page et relevé si 0 ou 3
R5.1	Organisation et indexation	☐	☐	☐	☐	☐	
R5.2	Parcours de lecture	☐	☐	☐	☐	☐	
R5.3	Multimodalité texte-image	☐	☐	☐	☐	☐	
R5.4	Fonction documentaire	☐	☐	☐	☐	☐	
R5.5	Diversité des documents	☐	☐	☐	☐	☐	
R5.6	Qualité technique	☐	☐	☐	☐	☐	
R5.7	Traçabilité des sources	☐	☐	☐	☐	☐	
R5.8	Compétences supposées	☐	☐	☐	☐	☐	
R5.9	Éducation à l’information	☐	☐	☐	☐	☐	

Observations libres du codeur, à consigner systématiquement, elles alimentent le journal de codage :

_____

_____

A3. Module R6. Analyse critique de contenu

Notice

Code : A3.

Nature : module d'analyse critique de contenu, cinq blocs et vingt-trois indicateurs.

Corpus : neuf ouvrages de 3AC (M001 à M009) et un cas de contrôle hors corpus (M010), unité sur l'alimentation et la digestion (chapitre 10, 10.1).

Exploitation : chapitre 10, 10.3 à 10.6.

Version annexée : fichier « A3_Module-R6_Analyse-critique », version 1 du 14 septembre 2026, reproduit en entier ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Avertissement : des repères de lecture du ratio de dévolution figurent dans ce document, qui porte la date du 14 septembre 2026, avec la mention « à confirmer par la distribution empirique du corpus » ; cette date n'étant pas certifiée, le chapitre 7 (7.7.1) range ces repères parmi les seuils définis après le recueil.

Cinq blocs, 23 indicateurs

Instrument dérivé du protocole v3 · à utiliser avec le codebook A1

Version 1 du 14 septembre 2026

Question directrice

> Les manuels de SVT annoncent une démarche d'investigation et une construction du savoir par l'élève. La tiennent-ils, ou l'habillage investigatif recouvre-t-il une transmission ?

Cette question se tranche par la mesure et non par l'impression de lecture. Tout le module vise à produire cette mesure et à la rendre contestable, donc scientifique.

Règle de traçabilité propre à R6. Toute cotation de 6.2, 6.9 et de l'indice ICS est accompagnée du numéro de page justificatif. Sans cette traçabilité, le bloc D sera lu comme une opinion argumentée. Avec elle, il devient une mesure.

Bloc A. Analyse des problématiques

Recueil. Inventaire exhaustif de toutes les formulations interrogatives de l'unité : question d'ouverture d'unité, questions de leçon, questions intercalaires, questions de bilan. Chaque question reçoit un identifiant Q-manuel-leçon-numéro et son numéro de page.

6.1 Statut de la question · nominale

Modalité	Reconnaissance	Exemple type	Contre-exemple
Rhétorique	N’attend pas de réponse, sert de transition	« Mais alors, que devient cet aliment ? » suivi immédiatement de la réponse	
De contrôle	La réponse a déjà été donnée dans le texte	« Quel est le rôle de l’amylase ? » après l’avoir énoncé	
D’information	Appelle une réponse factuelle repérable	« Combien de temps le bol alimentaire reste-t-il dans l’estomac ? »	
Problématisante	Crée une tension, une nécessité ou un conflit que le savoir disponible ne résout pas	« L’amidon est une grosse molécule, la paroi intestinale est une barrière : comment passe-t-il ? »	Une question problématisante suivie de sa réponse dans le paragraphe suivant est reclassée en rhétorique

6.2 Problème donné ou problème construit · ordinale · traçabilité obligatoire

Degré	Descripteur
0	Problème donné tout fait, l’élève n’a rien à formuler
1	Éléments fournis, l’élève est invité à les assembler en problème
2	Le problème est construit par l’élève à partir d’une situation qui résiste

6.3 Registres mobilisés · nominale, codage multiple

D’après la distinction de Orange entre registres de l’activité scientifique.

Registre	Reconnaissance
Empirique	La question porte sur ce qui est observé ou mesuré
Des modèles	La question porte sur une représentation construite du réel
Explicatif	La question porte sur les conditions de possibilité du phénomène

6.4 Espace contraintes-nécessités

Degré	Descripteur
0	Absent, aucune contrainte du réel n’est posée
1	Esquissé, une contrainte est mentionnée sans être exploitée
2	Construit, les contraintes rendent certaines explications impossibles et une autre nécessaire

6.5 Distance question-réponse · indicateur le plus discriminant du bloc

Deux mesures pour chaque question :

- **Distance spatiale** : nombre de pages entre la question et l’endroit où sa réponse est fournie. Coder 0 si la réponse figure sur la même page.
- **Distance opératoire** : nombre d’opérations intellectuelles que l’élève doit accomplir entre la question et la réponse. Une opération est une action cognitive identifiable : lire un document, comparer deux données, calculer, inférer, généraliser.

Degré composite	Descripteur
0	Réponse sur la même page, zéro ou une opération
1	Réponse à moins d’une page, deux opérations
2	Réponse à une ou deux pages, trois à quatre opérations
3	Réponse différée au-delà de deux pages, cinq opérations ou plus

Une question problématisante crée une attente que le texte diffère. Si le texte ne diffère rien, la question est décorative.

6.6 Devenir de la question · nominale

Modalité	Reconnaissance
Abandonnée	Aucune réponse n’est apportée dans l’unité
Répondue implicitement	La réponse est déductible mais jamais énoncée comme telle
Reprise et tranchée	La question est explicitement rappelée et une réponse lui est attribuée
Rediscutée	La réponse est apportée puis remise en question ou nuancée

6.7 Qui pose la question · nominale

Modalité
Le manuel, en voix impersonnelle
Un personnage, élève ou scientifique mis en scène
L’élève est explicitement invité à la formuler

Bloc B. Analyse des situations

Recueil. Typologie de chaque situation rencontrée dans l’unité, puis cotation de sa qualité problématisante par la grille A4.

6.8 Type de situation · nominale

Type	Définition opératoire
Accroche illustrative	Image ou fait qui introduit sans résister
Déclenchante	Provoque un questionnement, sans obstacle identifié
Situation-problème	Obstacle franchissable, ressources insuffisantes en l’état, débouché sur un savoir précis
D’application	Mobilise un savoir déjà énoncé
D’intégration	Tâche complexe mobilisant plusieurs acquis
D’évaluation	Contrôle

6.9 Score situation-problème · 0 à 7 · traçabilité obligatoire

Application de la grille des sept critères, instrument **A4**. Chaque critère est coté 0 ou 1, le score est la somme.

Seuil de qualification : une situation n’est retenue comme situation-problème qu’à partir de **5 sur 7**, et les critères 1 et 3 doivent être satisfaits. Une situation à 4 ou moins, ou dont l’obstacle n’est pas identifiable, est reclassée en situation déclenchante.

6.10 Obstacle visé · texte libre

Libellé en clair de l'obstacle didactique que la situation cherche à faire franchir, s'il est identifiable. Renvoyer à la liste A5 lorsque l'obstacle y figure.

6.11 Ancrage contextuel · ordinale

Degré	Descripteur
0	Aucun ancrage, situation abstraite
1	Ancrage générique, interchangeable avec n'importe quel pays
2	Ancrage marocain identifiable
3	Ancrage dans le vécu probable de l'élève, documenté

6.12 Authenticité · ordinale

Degré	Descripteur
0	Situation artificielle, personne ne se poserait cette question ainsi
1	Situation plausible
2	Situation réelle et documentée, source identifiable

Bloc C. Analyse des verbes de consigne

Recueil. Extraction exhaustive des verbes des consignes de l'unité, lemmatisation, puis triple classement. Chaque consigne reçoit un identifiant et sa page.

Classement 1 · niveau taxonomique

Taxonomie révisée de Bloom : mémoriser, comprendre, appliquer, analyser, évaluer, créer.

Classement 2 · fonction épistémique · le classement décisif

Classe	Verbes types	Ce qu'elle révèle
Réception	lire, observer, relever, citer, nommer, rappeler, recopier, souligner, identifier, repérer	L'information est là, il faut la prendre
Traitement	comparer, classer, ordonner, mettre en relation, calculer, compléter, schématiser, annoter, légender	Opération sur une information fournie
Production intellectuelle	formuler une hypothèse, concevoir un protocole, prévoir, modéliser, expliquer, argumenter, critiquer, conclure, généraliser, justifier, discuter	L'élève produit du savoir

> **Cas limites à trancher par le codebook.** « Expliquer » compte en production intellectuelle seulement si l'explication n'est pas déjà donnée ailleurs dans la leçon ; sinon il compte en réception. « Justifier » compte en production si le critère de justification n'est pas fourni. « Déduire » compte en traitement si la déduction est à une étape, en production au delà.

Classement 3 · étape de la démarche

Observer, problématiser, hypothétiser, concevoir, expérimenter, mesurer, interpréter, conclure, communiquer.

Indicateurs calculés

#	Indicateur	Calcul
6.13	**Ratio de dévolution**	verbes de production intellectuelle / total des verbes
6.14	Ratio de réception	verbes de réception / total
6.15	Étapes jamais dévolues	liste des étapes de la démarche sans aucun verbe associé
6.16	Densité de consignes	nombre de consignes / nombre de pages d'activité
6.17	Nature du rapport au document	voir ci-dessous

Repères d'interprétation du ratio 6.13, à confirmer par la distribution empirique du corpus :

Ratio	Lecture provisoire
moins de 0,10	transmission, l'élève ne produit rien
0,10 à 0,25	dévolution marginale
0,25 à 0,40	dévolution réelle mais minoritaire
plus de 0,40	dévolution effective

6.17 Nature du rapport au document · ordinale

Degré	Modalité	Reconnaissance
0	**Prélèvement**	L'information demandée figure telle quelle dans le document
1	**Inférence**	Il faut croiser au moins deux documents, ou une donnée et une connaissance antérieure
2	**Production**	Il faut apporter un raisonnement extérieur au document

Bloc D. Cohérence construction, investigation, transmission

Trois indices composites, calculés **par leçon** puis moyennés par manuel.

IT · indice de transmissivité

> Volume textuel en énoncé assertif du savoir, rapporté au volume textuel total de l'unité.

Est compté comme énoncé assertif : texte de cours, bilan, rubrique « je retiens », définitions données, encadrés de synthèse, légendes qui énoncent le savoir plutôt que de décrire le document.

N'est pas compté : consignes, questions, textes de documents, textes d'activité, énoncés d'évaluation.

Unité de mesure : le mot. Le comptage se fait sur le texte extrait, après vérification manuelle du découpage sur un échantillon de deux leçons par manuel.

IT	Lecture
moins de 0,25	le savoir n'est pas majoritairement donné
0,25 à 0,45	équilibre
plus de 0,45	le savoir est majoritairement donné

IIE · indice d’investigation effective

> Moyenne des niveaux d’ouverture de Herron, cotés 0 à 3, sur les activités expérimentales et documentaires, pondérée par le nombre d’étapes de la démarche effectivement dévolues à l’élève.

Niveaux d’ouverture de Herron appliqués à chaque activité :

Niveau	Question	Méthode	Réponse
0	donnée	donnée	donnée
1	donnée	donnée	à trouver
2	donnée	à trouver	à trouver
3	à trouver	à trouver	à trouver

Pondération : le niveau de chaque activité est multiplié par le rapport entre le nombre d’étapes de la démarche dévolues à l’élève dans cette activité et neuf, nombre total d’étapes du classement 3.

ICS · indice de construction du savoir · le plus difficile à contester

> Pour chaque énoncé du bilan de leçon, coder sa déductibilité à partir des activités qui précèdent.

Cotation	Descripteur
2	**Déductible** : une chaîne complète relie l’énoncé à une ou plusieurs activités de la leçon
1	**Partiellement déductible** : la chaîne existe mais un maillon est apporté de l’extérieur
0	**Non déductible** : l’énoncé est apporté, aucune activité ne permet d’y parvenir

ICS = moyenne des cotations / 2, valeur comprise entre 0 et 1.

Procédure obligatoire. Le découpage du bilan en énoncés est fait avant la cotation et consigné. Un énoncé est une proposition portant une information unique. Chaque cotation est accompagnée du numéro de page de l’activité invoquée, ou de la mention « aucune » pour une cotation de 0.

> Un bilan majoritairement non déductible signe la transmission, quel que soit l’habillage des pages précédentes.

Statut des documents et de l’expérimental

#	Indicateur	Modalités
6.18	Fonction du document	ressource à exploiter, le savoir n’y est pas / support d’illustration, le savoir y est déjà
6.19	Statut de l’expérience · **traçabilité obligatoire**	réalisée par l’élève / racontée / résultats fournis à interpréter / simplement mentionnée
6.20	Qui conçoit le protocole	le manuel entièrement / le manuel avec lacunes à combler / l’élève
6.21	Traitement des résultats non conformes	non envisagé / évoqué / travaillé

Bloc E. Écart entre affichage et réalité

C’est le résultat central du chapitre.

6.22 IAI · indice d’affichage investigatif · 0 à 10

Supports codés : préface, avant-propos, présentation de l’ouvrage, objectifs annoncés, noms de rubriques, sommaire.

Composante	Points	Reconnaissance
Le paratexte revendique la démarche d’investigation	0 à 2	mention explicite, développée, argumentée
Le paratexte revendique la construction du savoir par l’élève	0 à 2	l’élève est nommé comme sujet de la construction
Les rubriques portent un lexique investigatif	0 à 2	« je découvre », « j’investigue », « je construis », « je me questionne »
Densité du lexique de la démarche dans les textes d’intention	0 à 2	occurrences de hypothèse, protocole, expérimenter, problème, rapportées au volume
Des objectifs de compétence méthodologique sont annoncés	0 à 2	et non seulement des objectifs de connaissance

6.23 Indice de discordance

IAI normalisé, moins la moyenne de IIE et ICS normalisés.

Les trois indices sont ramenés à l’intervalle 0 à 1 avant soustraction. L’indice de discordance varie de -1 à +1.

Valeur	Lecture
proche de 0	l’affichage correspond à la réalité mesurée
nettement positive	**investigatif de façade**
nettement négative	manuel sous-affiché, plus constructif qu’il ne le dit

Figure maîtresse du chapitre

Nuage de points, **affichage en abscisse, réalité mesurée en ordonnée**, chaque manuel un point, quatre quadrants.

Quadrant	Lecture	Attendu
Affichage fort, réalité forte	investigatif effectif	rare
Affichage fort, réalité faible	**investigatif de façade**	l’hypothèse principale
Affichage faible, réalité faible	transmissif assumé	fréquent, et plus honnête
Affichage faible, réalité forte	sous-affiché	très rare, à documenter s’il existe

Si la composition du corpus permet la diachronie, superposer les années : on verra si les réformes successives ont augmenté l’affichage sans augmenter la réalité.

Récapitulatif des 23 indicateurs

#	Intitulé	Type	Traçabilité
6.1	Statut de la question	nominale	
6.2	Problème donné ou construit	ordinale 0-2	**oui**
6.3	Registres mobilisés	nominale multiple	
6.4	Espace contraintes-nécessités	ordinale 0-2	

#	Intitulé	Type	Traçabilité
6.5	Distance question-réponse	composite 0-3	
6.6	Devenir de la question	nominale	
6.7	Qui pose la question	nominale	
6.8	Type de situation	nominale	
6.9	Score situation-problème	0 à 7	**oui**
6.10	Obstacle visé	texte libre	
6.11	Ancrage contextuel	ordinale 0-3	
6.12	Authenticité	ordinale 0-2	
6.13	Ratio de dévolution	ratio	
6.14	Ratio de réception	ratio	
6.15	Étapes jamais dévolues	liste	
6.16	Densité de consignes	ratio	
6.17	Rapport au document	ordinale 0-2	
6.18	Fonction du document	nominale	
6.19	Statut de l’expérience	nominale	**oui**
6.20	Qui conçoit le protocole	nominale	
6.21	Résultats non conformes	nominale	
6.22	IAI	0 à 10	
6.23	Indice de discordance	-1 à +1	
	ICS	0 à 1	**oui**

Note sur les descripteurs d’ancrage

Le protocole v3 exige, pour chaque modalité, **un exemple réel tiré d’un manuel hors corpus et un contre-exemple**. Les colonnes correspondantes du bloc A sont amorcées et **restent à compléter lors de la phase d’étalonnage**, qui suppose d’avoir les manuels en main. Cette complétion produit la version 2 du présent module, qui est celle réellement appliquée au corpus.

A4. Grille des sept critères de la situation-problème

Notice

Code : A4.

Nature : grille des sept critères de la situation-problème (indicateur R6.9).

Corpus : neuf ouvrages de 3AC (M001 à M009) et un cas de contrôle hors corpus (M010), unité sur l'alimentation et la digestion (chapitre 10, 10.1).

Exploitation : chapitre 10, 10.4.1.

Version annexée : fichier « A4_Grille_Situation-probleme », version 1 du 14 septembre 2026, reproduit en entier ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Instrument dérivé du protocole v3 · sert l'indicateur R6.9

Version 1 du 14 septembre 2026

Usage

Cette grille s'applique à **chaque situation** repérée dans l'unité et typée par l'indicateur 6.8. Elle ne s'applique pas aux activités d'application ni aux exercices d'évaluation.

Chaque critère est coté **0 ou 1**. Le score est la somme, sur 7.

Seuil de qualification. Une situation n'est retenue comme situation-problème qu'à partir de **5 sur 7**, et les **critères 1 et 3 doivent être satisfaits**. Une situation à 4 ou moins, ou dont l'obstacle n'est pas identifiable, est reclassée en situation déclenchante.

Traçabilité. Toute cotation est accompagnée du numéro de page et du relevé littéral qui la justifie.

Les sept critères

D'après De Vecchi et Carmona-Magnaldi, et Astolfi.

1. Un obstacle didactique est identifiable et visé

Coter 1 si : l'obstacle peut être nommé, et la situation est construite de manière à le faire apparaître. L'obstacle relève d'une conception, d'un raisonnement spontané ou d'une représentation, et non d'une simple ignorance.

Coter 0 si : la situation ne vise qu'un manque de connaissance, ou si aucun obstacle n'est nommable.

> **Critère bloquant.** Une situation qui ne satisfait pas ce critère n'est jamais une situation-problème, quel que soit son score total.

Relevé attendu : libellé de l'obstacle, renvoyer à la liste A5 s'il y figure.

2. L’élève ne peut pas répondre avec ses seules connaissances actuelles

Coter 1 si : les connaissances antérieures de l’élève, telles que le programme des niveaux précédents les définit, sont insuffisantes pour résoudre.

Coter 0 si : la réponse est accessible avec les acquis du niveau antérieur, ou si elle figure dans une leçon précédente du même manuel.

3. La situation résiste, elle ne se résout pas par simple lecture

Coter 1 si : la réponse ne figure dans aucun document fourni, et ne s’obtient pas par prélèvement d’information.

Coter 0 si : un document contient la réponse, même implicitement.

> **Critère bloquant.** C’est le critère qui distingue une situation-problème d’un exercice documentaire habillé.

Lien avec R6 : ce critère recoupe l’indicateur 6.17. Une situation dont toutes les consignes sont en prélèvement ne satisfait pas le critère 3.

4. Elle est suffisamment concrète pour être investie

Coter 1 si : la situation s’appuie sur un fait, un objet, un phénomène ou une expérience que l’élève peut se représenter.

Coter 0 si : la situation est posée en termes entièrement abstraits ou formels.

5. Elle rend possible un conflit cognitif ou sociocognitif

Coter 1 si : la situation confronte l’élève à une contradiction avec ce qu’il pense, ou organise une confrontation entre élèves aux réponses divergentes.

Coter 0 si : aucune contradiction n’est possible, ou aucune interaction n’est prescrite.

6. La dévolution est effective, c’est l’élève qui cherche

Coter 1 si : la recherche est confiée à l’élève, la méthode n’est pas donnée, et le manuel n’anticipe pas la réponse.

Coter 0 si : le manuel guide pas à pas, ou annonce la réponse avant que la recherche n’ait lieu.

Lien avec R6 : ce critère recoupe le niveau d’ouverture de Herron utilisé dans le calcul de l’IIE. Un niveau 0 ou 1 rend le critère 6 non satisfait.

7. Elle débouche sur un savoir identifié, pas seulement sur une opinion

Coter 1 si : la situation conduit à un savoir scientifique précis, nommable, et repris au bilan.

Coter 0 si : elle débouche sur une discussion ouverte, un avis, ou un savoir vague.

Lien avec R6 : ce critère se vérifie par l’ICS. Si l’énoncé de bilan correspondant est coté 0 en déductibilité, le critère 7 est douteux et doit être réexaminé.

Feuille de cotation

Situation	Manuel	Leçon	Page	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Score	Qualifiée	Obstacle visé
											/7	oui/non	

Règle de qualification : Qualifiée = oui si Score ≥ 5 **et** C1 = 1 **et** C3 = 1.

Erreurs de cotation les plus fréquentes, à éviter

Erreur	Correction
Coter 1 au critère 1 parce que la leçon porte sur un concept difficile	La difficulté d'un concept n'est pas un obstacle didactique. L'obstacle est une manière de penser qui fait barrage
Coter 1 au critère 3 parce que la réponse n'est pas sur la même page	La question est de savoir si la réponse est quelque part dans les documents fournis, pas où elle se trouve
Coter 1 au critère 5 parce que le manuel dit « discutez entre vous »	Une invitation à discuter ne suffit pas. Il faut que des réponses divergentes soient rendues possibles par la situation
Coter 1 au critère 6 alors que le manuel fournit le protocole	Concevoir le protocole fait partie de la recherche. Un protocole fourni retire la dévolution sur cette étape
Coter 1 au critère 7 parce qu'un bilan suit la situation	Le bilan doit énoncer le savoir que **cette** situation permettait d'atteindre

A5. Grille de repérage des obstacles épistémologiques

Notice

Code : A5.

Nature : grille de repérage des sept obstacles épistémologiques O1 à O7 (indicateurs R2.4 et R6.10).

Corpus : neuf ouvrages de 3AC (M001 à M009) et un cas de contrôle hors corpus (M010), unité sur l'alimentation et la digestion (chapitre 10, 10.1).

Exploitation : chapitre 10, 10.4.2 et 10.15 ; la même grille a servi au codage des réponses ouvertes de B2 (VN-Ch10-10).

Version annexée : fichier « A5_Grille_Obstacles-digestion », version 1 du 14 septembre 2026, reproduit en entier ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Unité digestion et absorption intestinale, 3AC

Instrument dérivé du protocole v3 · sert les indicateurs R2.4 et R6.10

Version 1 du 14 septembre 2026

Usage

Pour **chacun des sept obstacles documentés**, le codeur détermine ce que le manuel en fait, selon quatre modalités. La cotation porte sur l'unité entière, texte, images et légendes comprises.

Cet indicateur est rare dans la littérature d'analyse de manuels. Il constitue l'un des apports distinctifs de l'étude 3.

Modalité	Cote	Reconnaissance
Ignoré	0	L’obstacle n’apparaît nulle part, ni pour être combattu ni pour être renforcé
Renforcé	-1	Le texte, une image ou une légende conforte involontairement la conception erronée
Évoqué	1	L’obstacle est mentionné ou contredit en passant, sans dispositif
Travaillé	2	Une activité est construite pour le faire franchir, et le bilan y revient

> **La modalité « renforcé » est la plus importante du dispositif.** Un manuel qui renforce un obstacle fait pire que de l’ignorer, et c’est un résultat que seule une lecture attentive des images et des légendes permet d’établir. Toute cotation à -1 exige le relevé littéral ou la description de l’image, avec sa page.

Les sept obstacles

O1. Réduction au broyage

Formulation : digérer, c’est écraser. La dimension chimique de la digestion est ignorée ou reléguée.

Indices de renforcement : schéma du tube digestif centré sur la mastication ; vocabulaire du broyage dominant ; enzymes introduites tardivement ou en encart secondaire ; absence de représentation moléculaire.

Indices de traitement : activité qui montre qu’un aliment broyé mécaniquement n’est pas absorbable ; comparaison entre broyage et action enzymatique.

O2. Obstacle topologique · le plus documenté et le plus souvent manqué

Formulation : le contenu du tube digestif est perçu comme déjà « dans » le corps, alors qu’il en est topologiquement extérieur. L’élève ne voit pas qu’il y a une barrière à franchir.

Indices de renforcement : schéma en coupe où la lumière du tube n’est pas distinguée du milieu intérieur ; formule du type « les aliments entrent dans le corps par la bouche » ; absence de représentation de la paroi comme frontière.

Indices de traitement : activité qui problématise le passage de la paroi ; schéma qui figure explicitement l’intérieur du tube comme extérieur à l’organisme ; expérience du tube à dialyse exploitée comme modèle de franchissement.

> Cet obstacle commande toute la compréhension de l’absorption. Un manuel qui ne le traite pas rend l’absorption intestinale inintelligible, quel que soit le soin apporté au reste.

O3. Confusion aliment et nutriment

Formulation : les deux termes sont employés indifféremment, ou la distinction est énoncée sans être travaillée.

Indices de renforcement : usage flottant des deux termes dans un même paragraphe ; légende qui parle d’aliments là où il s’agit de nutriments.

Indices de traitement : activité de classement ; définition opératoire adossée à un critère, la taille moléculaire ou l’absorbabilité.

O4. L’enzyme comme acide qui dissout

Formulation : modèle chimique naïf, l’enzyme agit comme un solvant ou un acide qui attaque.

Indices de renforcement : vocabulaire de la dissolution, de l’attaque, de la destruction ; assimilation des sucs digestifs à des acides ; absence de la notion de spécificité.

Indices de traitement : expérience montrant la spécificité enzymatique ; comparaison entre action enzymatique et action acide ; notion de catalyse abordée.

O5. L’absorption automatique

Formulation : le passage à travers la paroi n’est pas problématisé, il va de soi.

Indices de renforcement : formule du type « les nutriments passent dans le sang » sans mécanisme ; flèche de schéma traversant la paroi sans explication.

Indices de traitement : problématisation explicite du franchissement ; rôle des villosités et de la surface d’échange travaillé ; modèle du tube à dialyse.

O6. Finalisme

Formulation : « l’estomac veut digérer », « le corps a besoin donc il prend », l’organe agit par intention.

Indices de renforcement : verbes d’intention attribués aux organes ; explications par le besoin plutôt que par le mécanisme.

Indices de traitement : reformulation causale explicite ; encart épistémologique sur la différence entre fonction et intention.

O7. Tube digestif linéaire sans glandes annexes

Formulation : foie et pancréas sont oubliés ou traités comme accessoires, le tube est vu comme un simple conduit.

Indices de renforcement : schéma sans glandes annexes ; glandes mentionnées hors du circuit principal de la leçon.

Indices de traitement : glandes intégrées au schéma fonctionnel ; rôle de la bile et du suc pancréatique travaillé par activité.

Feuille de cotation

Manuel	Édition	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	Total	Nombre d’obstacles renforcés

Total : somme des sept cotations, de -7 à +14.

Indicateur dérivé, à rapporter au chapitre 10 : le **nombre d’obstacles renforcés** par manuel est un résultat en soi, indépendant du total. Un manuel qui renforce trois obstacles sur sept est un manuel qui installe des conceptions erronées.

Concepts noyaux à cartographier en parallèle

Pour chaque manuel, relever la présence, la place et le traitement des dix concepts noyaux de l’unité :

aliment et nutriment · digestion mécanique et chimique · simplification moléculaire · enzyme et suc digestif · spécificité enzymatique · absorption intestinale · surface d’échange et villosités · devenir des nutriments · milieu intérieur · équilibre alimentaire

Concept	Présent	Défini	Travaillé par activité	Repris au bilan	Page

Cette cartographie sert deux usages : elle alimente le registre R1.9 sur la couverture des contenus prescrits, et elle fournit la colonne « ce que font les manuels » du tableau comparatif A10.

A6. Grille des expériences canoniques de la digestion

Notice

Code : A6.

Nature : grille des cinq expériences canoniques de l’unité et de leur traitement.

Corpus : neuf ouvrages de 3AC (M001 à M009) et un cas de contrôle hors corpus (M010), unité sur l’alimentation et la digestion (chapitre 10, 10.1).

Exploitation : chapitre 10, 10.4.2 ; VN-Ch10-5.

Version annexée : fichier « A6_Grille_Experiences-canoniques », version 1 du 14 septembre 2026, reproduit en entier ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Instrument dérivé du protocole v3 · complète les indicateurs R6.19 à R6.21

Version 1 du 14 septembre 2026

Usage

Cette grille s’applique à chaque manuel du corpus. Elle recense le traitement réservé aux cinq expériences canoniques de l’unité digestion et l’appareil épistémologique qui les entoure.

Les cinq expériences canoniques

Code	Expérience
E1	Digestion in vitro de l’amidon par l’amylase salivaire
E2	Test à l’eau iodée
E3	Liqueur de Fehling
E4	Tube à dialyse comme modèle de l’absorption
E5	Expérience témoin, dans son rôle de contrôle

Les sept indicateurs

D1. Présence de chaque expérience canonique

Cote	Descripteur
0	Absente
1	Mentionnée sans être développée

Cote	Descripteur
2	Développée

D2. Statut de l’expérience · nominale

Modalité	Reconnaissance	Portée didactique
Réalisée par l’élève	Protocole destiné à être exécuté en classe, matériel disponible en collège	Dévolution maximale
Racontée	L’expérience est narrée au passé, l’élève la lit	Aucune dévolution
Résultats fournis à interpréter	Le protocole et les résultats sont donnés, l’interprétation est demandée	Dévolution partielle
Simplement mentionnée	Citée sans protocole ni résultat	Aucune

D3. Présence et rôle de l’expérience témoin

Cote	Descripteur
0	Aucun témoin
1	Témoin présent, son rôle n’est pas expliqué
2	Témoin présent, son rôle est expliqué
3	Témoin présent, son rôle est **problématisé** : l’élève doit comprendre pourquoi il est nécessaire, ou le concevoir

Le traitement du témoin est un révélateur épistémologique de premier ordre. Un manuel qui fournit le témoin sans jamais poser la question de sa nécessité enseigne un protocole, pas une démarche.

D4. Validité et faisabilité du protocole en collège marocain

Cote	Descripteur
0	Protocole infaisable : matériel indisponible, durée incompatible avec la séance, sécurité non assurée
1	Protocole faisable avec des substitutions non indiquées par le manuel
2	Protocole faisable, matériel courant
3	Protocole faisable, et le manuel propose des variantes selon l’équipement disponible

Relevé attendu : lister le matériel requis et signaler ce qui n’est pas disponible dans un collège public ordinaire.

D5. Statut de l’analogie du tube à dialyse

Cote	Descripteur
0	Analogie absente
1	Analogie posée et **prise pour le réel** : le tube à dialyse est présenté comme équivalent à la paroi intestinale
2	Analogie posée, ses limites sont mentionnées
3	Analogie posée, ses limites sont **travaillées** : l’élève est conduit à repérer en quoi le modèle diffère de la paroi

Cet indicateur est directement lié à l’obstacle O2 de la grille A5 et à la rigueur épistémologique du critère R2.7. Une analogie prise pour le réel installe une

conception fausse de la paroi intestinale, qui n’est pas une simple membrane semi-perméable passive.

D6. Histoire des sciences

Scientifiques attendus : Réaumur, Spallanzani, Beaumont, Claude Bernard, Pavlov.

Cote	Descripteur
0	Absente
1	Présente, **fonction anecdotique** : encadré biographique sans lien avec le raisonnement de la leçon
2	Présente, fonction illustrative : l’expérience historique illustre un savoir déjà énoncé
3	Présente, **fonction épistémologique** : l’expérience historique est le support d’un raisonnement que l’élève refait

Relevé attendu : nommer les scientifiques cités et la page.

D7. Ancrage santé et questions socialement vives

Cote	Descripteur
0	Absent
1	Mention générique de l’équilibre alimentaire
2	Rubrique dédiée, contenu générique
3	Rubrique dédiée, **ancrage dans le contexte alimentaire marocain** documenté

Feuille de cotation

Partie 1. Les cinq expériences

Manuel	Exp.	D1 présence	D2 statut	D3 témoin	D4 faisabilité	Page
	E1					
	E2					
	E3					
	E4					
	E5					

Partie 2. Les indicateurs transversaux

Manuel	D5 tube à dialyse	D6 histoire des sciences	D7 ancrage santé	Scientifiques cités

Indicateur synthétique dérivé

Taux d’expérimental dévolu = nombre d’expériences cotées « réalisée par l’élève » ou « résultats fournis à interpréter », rapporté au nombre d’expériences présentes.

Cet indicateur entre dans le calcul de l’IIE et se croise avec le ratio de dévolution R6.13. Un manuel dont toutes les expériences sont racontées ne peut pas afficher un IIE élevé.

A7. Fiche signalétique de corpus

Notice

Code : A7.

Nature : fiche signalétique à renseigner pour chaque ouvrage reçu (gabarit vierge).

Corpus : neuf ouvrages de 3AC (M001 à M009) et un cas de contrôle hors corpus (M010), unité sur l'alimentation et la digestion (chapitre 10, 10.1).

Exploitation : chapitre 10, 10.1 (tableau de composition du corpus).

Version annexée : fichier « A7_Fiche-signaletique-corpus », version 1 du 14 septembre 2026, reproduit en entier ; le titre du fichier sert de titre à cette section. Les fiches renseignées ne figurent pas dans le dossier des instruments.

Avertissement : le document évoque un lot de quarante manuels ; le corpus analysé compte neuf ouvrages et un cas de contrôle (chapitre 10, 10.1).

À renseigner à la réception du lot, un exemplaire par ouvrage

Version 1 du 14 septembre 2026

Pourquoi cette fiche

Trois raisons la rendent nécessaire avant toute cotation.

La première est de **datation**. Toute analyse de manuels expose à l'objection selon laquelle l'édition analysée n'est plus celle en circulation. La date de l'édition doit figurer pour chaque ouvrage, et elle doit être vérifiée dans l'ouvrage lui-même, non déduite du nom de fichier.

La deuxième est de **composition**. Le protocole v3 signale que le Maroc n'a jamais eu quarante manuels de SVT de troisième année du collégial agréés simultanément. Un lot de cette taille sur un seul niveau signifie donc autre chose, et ce que cela signifie ouvre des axes d'analyse différents.

La troisième est de **traçabilité**. La pagination de l'unité analysée doit être fixée avant le codage, faute de quoi les relevés littéraux ne sont pas vérifiables.

Fiche, un exemplaire par ouvrage

Identification

Champ	Valeur
Code interne	M-
Titre exact, tel qu'il figure en couverture	
Éditeur	
Année de l'édition analysée	
Numéro ou mention d'édition	

Champ	Valeur
Année de la première édition, si repérable	
Numéro d’homologation, si mentionné	
Langue	arabe / français / bilingue
Niveau	
Auteurs, et leur fonction si mentionnée	

Nature de l’exemplaire

Champ	Valeur
Type	manuel agréé / guide de l’enseignant / cahier d’activités / parascolaire / manuel étranger
Sous-corpus d’appartenance	agréés / accompagnement / parascolaires ou étrangers
Existe-t-il un guide de l’enseignant associé dans le lot	oui / non / code du guide
Existe-t-il d’autres éditions du même titre dans le lot	oui / non / codes

Support et exploitabilité

Champ	Valeur
Format du fichier	PDF natif / PDF scanné / image / papier
Qualité de l’océrisation	excellente / exploitable / à reprendre / impossible
Nombre total de pages	
Les images sont-elles lisibles à 100 %	oui / non
Le texte est-il extractible en conservant l’ordre de lecture	oui / non / partiellement

Localisation de l’unité analysée

Champ	Valeur
Intitulé de l’unité, tel que le manuel le nomme	
Pages de début et de fin	
Nombre de leçons identifiées par le manuel	
Intitulés des leçons, avec leurs pages	
Nombre de pages d’activité	
Nombre de pages de bilan ou de synthèse	
Une évaluation de fin d’unité est-elle présente	oui / non, pages

Paratexte disponible pour l’indice d’affichage

Élément	Présent	Pages
Préface		
Avant-propos		
Présentation de l’ouvrage ou mode d’emploi		
Objectifs généraux annoncés		

Élément	Présent	Pages
Noms des rubriques récurrentes, à relever en clair		

Décision d’inclusion

Champ	Valeur
Inclus en N1	oui / non
Motif si exclu	
Retenu pour N2	oui / non / à décider après N1
Retenu pour N3	oui / non / à décider après N1 et micro-enquête

Synthèse du lot, à établir après saisie de toutes les fiches

Question	Réponse
Nombre total d’ouvrages	
Nombre de titres distincts	
Nombre d’éditions par titre	
Années couvertes	
Nombre de guides de l’enseignant	
Nombre de parascolaires ou d’ouvrages étrangers	
Ouvrages inexploitables pour cause d’océrisation	
Axe d’analyse que la composition ouvre	diachronique / prescription et accompagnement / comparatif de genre

Lecture de la composition

Composition constatée	Axe qu’elle ouvre	Intérêt
Plusieurs éditions successives des mêmes titres	**diachronique**	Le plus fort : mesurer l’évolution de la rhétorique investigative à travers les réformes
Manuels et guides de l’enseignant associés	**prescription et accompagnement**	Analyser l’écart entre ce que le manuel montre à l’élève et ce que le guide dit à l’enseignant
Inclusion de parascolaires ou de manuels étrangers	**comparatif de genre**	À traiter comme sous-corpus séparé, jamais fondu dans les agréés

Si la composition est diachronique, le corpus permet le résultat le plus publiable du lot : la trajectoire de l’investigation affichée contre l’investigation réelle sur la durée des réformes.

A8. Calcul des indices composites

Notice

Code : A8.

Nature : définitions de calcul des indices composites (IT, IIE, ICS, IAI) et de l'indice de discordance, règles de comptage et de normalisation.

Corpus : neuf ouvrages de 3AC (M001 à M009) et un cas de contrôle hors corpus (M010), unité sur l'alimentation et la digestion (chapitre 10, 10.1).

Exploitation : chapitre 10, 10.3 et 10.5.

Version annexée : fichier « A8_Calcul-des-indices », version 1 du 14 septembre 2026, reproduit en entier ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Avertissement : les seuils de lecture de l'indice de discordance (plus 0,15 et plus 0,35) figurent dans ce document, qui porte la date du 14 septembre 2026 ; cette date n'étant pas certifiée, les chapitres 7 (7.7.1) et 10 (10.5) présentent ces seuils comme définis après le recueil.

Notes de l'auteur : 1 note de l'auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l'instrument et non réalisées.

IT, IIE, ICS, IAI, indice de discordance

Instrument de calcul · sert le bloc D et le bloc E du registre R6

Version 1 du 14 septembre 2026

Ce que ce document fixe

Les définitions de calcul, les règles de comptage, les cas limites et la procédure de normalisation. Un script de calcul accompagne ce document, A8_indices.py, qui applique ces règles à un fichier de saisie et produit les tableaux et la figure du chapitre 10.

Règle générale. Tous les indices se calculent **par leçon**, puis se moyennent par manuel. Une moyenne calculée directement sur le manuel entier masquerait les écarts internes, qui sont un résultat.

IT · indice de transmissivité

Définition

> Volume textuel en énoncé assertif du savoir, rapporté au volume textuel total de la leçon.

Règles de comptage

Compté comme énoncé assertif du savoir :

- texte de cours suivi

- bilan, synthèse, rubrique « je retiens »
- définitions données, encadrés lexicaux
- encadrés de synthèse intermédiaire
- légendes qui **énoncent le savoir** plutôt que de décrire le document

Non compté :

- consignes et questions
- textes de documents fournis à exploiter
- textes d'activité et protocoles
- énoncés d'évaluation
- titres, sous-titres, numéros
- légendes qui **décrivent** le document

Cas limites

Cas	Règle
Légende mixte, qui décrit puis conclut	Compter la seule partie conclusive
Encadré « le savais-tu »	Compté comme assertif s'il porte un contenu au programme, non compté s'il est une curiosité
Texte d'un document historique	Non compté, c'est une ressource
Reformulation du savoir dans une consigne	Non compté, mais signalé au journal : c'est un indice de transmission déguisée

Unité et vérification

Unité de mesure : le **mot**. Le comptage se fait sur le texte extrait automatiquement, après **vérification manuelle du découpage sur deux leçons par manuel**. Si l'écart entre comptage automatique et comptage manuel dépasse 10 %, le découpage automatique est repris pour tout le manuel.

Interprétation

IT	Lecture
moins de 0,25	le savoir n'est pas majoritairement donné
0,25 à 0,45	équilibre
plus de 0,45	le savoir est majoritairement donné

IIE · indice d’investigation effective

Définition

> Moyenne des niveaux d’ouverture de Herron sur les activités expérimentales et documentaires, pondérée par la proportion d’étapes de la démarche effectivement dévolues à l’élève.

Niveaux d’ouverture

Niveau	Question	Méthode	Réponse
0	donnée	donnée	donnée
1	donnée	donnée	à trouver
2	donnée	à trouver	à trouver
3	à trouver	à trouver	à trouver

Pondération

Pour chaque activité *a* :

IIE_a = niveau_Herron(a) × (étapes_dévolues(a) / 9)

où étapes_dévolues est le nombre d’étapes du classement 3 de R6 pour lesquelles au moins un verbe de consigne est dévolu à l’élève dans cette activité, sur les neuf étapes de la démarche : observer, problématiser, hypothétiser, concevoir, expérimenter, mesurer, interpréter, conclure, communiquer.

IIE_leçon = moyenne des IIE_a sur les activités de la leçon

Domaine : de 0 à 3.

Cas limites

Cas	Règle
Activité sans aucune consigne	Exclue du calcul, signalée
Activité purement documentaire de prélèvement	Niveau 0, incluse
Activité d’évaluation	Exclue du calcul de l’IIE, elle relève de R3.12
Protocole fourni avec une lacune à combler	Niveau 2 si la lacune porte sur la méthode, niveau 1 sinon

ICS · indice de construction du savoir

Définition

> Pour chaque énoncé du bilan de leçon, coder sa déductibilité à partir des activités qui précèdent, puis moyenner.

Procédure obligatoire, dans cet ordre

Découper le bilan en énoncés. Un énoncé est une proposition portant une information unique. Le découpage est fait et consigné **avant toute cotation**.

Numéroter les énoncés.

Coter chacun selon l’échelle ci-dessous.

Justifier chaque cotation par le numéro de page de l’activité invoquée, ou par la mention « aucune » si la cotation est 0.

Échelle

Cote	Descripteur
2	**Déductible** : une chaîne complète relie l’énoncé à une ou plusieurs activités de la leçon
1	**Partiellement déductible** : la chaîne existe mais un maillon est apporté de l’extérieur
0	**Non déductible** : l’énoncé est apporté, aucune activité ne permet d’y parvenir

ICS = moyenne des cotations / 2

Domaine : de 0 à 1.

Ce qui compte comme chaîne complète

Une chaîne est complète si un élève ayant fait les activités de la leçon, et disposant des seuls acquis des niveaux antérieurs, peut produire l’énoncé. Elle n’est pas complète si :

- l’énoncé introduit un terme jamais défini dans la leçon ;
- l’énoncé généralise au delà de ce que les activités permettent ;
- l’énoncé porte sur un mécanisme qu’aucune activité n’a rendu observable ni inférable.

Pourquoi cet indice est le plus important

> Un bilan majoritairement non déductible signe la transmission, quel que soit l’habillage des pages précédentes. C’est la mesure la plus difficile à contester, et c’est pourquoi son seuil d’accord entre codeurs est porté à 0,85.
>
> *[Note de l’auteur : prévu dans l’instrument, non réalisé ; aucun second codeur n’est intervenu et aucun coefficient d’accord n’a été calculé ; voir chapitre 7, section 7.3.3, et chapitre 11, section 11.5.3.]*

IAI · indice d’affichage investigatif

Définition

Indice composite sur 10, coté sur le seul paratexte.

Composante	Points	Reconnaissance
Revendication de la démarche d’investigation	0 à 2	0 absente, 1 mention isolée, 2 développée et argumentée
Revendication de la construction du savoir par l’élève	0 à 2	0 absente, 1 l’élève est mentionné, 2 l’élève est nommé sujet de la construction
Lexique investigatif dans les noms de rubriques	0 à 2	0 aucun, 1 une rubrique, 2 deux rubriques ou plus
Densité du lexique de la démarche dans les textes d’intention	0 à 2	occurrences de hypothèse, protocole, expérimenter, problème, chercher, rapportées au nombre de mots du paratexte : 0 si nulle, 1 si inférieure à 2 %, 2 au delà

Composante	Points	Reconnaissance
Objectifs de compétence méthodologique annoncés	0 à 2	0 aucun, 1 génériques, 2 précis et distincts des objectifs de connaissance

Domaine : 0 à 10. Coté **une fois par manuel**, non par leçon.

Indice de discordance

Définition

IAI normalisé, moins la moyenne de IIE et ICS normalisés.

Normalisation

Les trois indices sont ramenés à l'intervalle 0 à 1 par leurs bornes théoriques et non par les bornes observées :

IAI_n = IAI / 10
IIE_n = IIE / 3
ICS_n = ICS (déjà dans 0-1)

discordance = IAI_n − (IIE_n + ICS_n) / 2

Domaine : de −1 à +1.

Pourquoi les bornes théoriques et non observées. Normaliser sur les bornes observées rendrait l'indice dépendant de la composition du corpus, et interdirait toute comparaison avec un corpus ultérieur. Un manuel doit garder le même indice qu'on l'analyse seul ou avec quarante autres.

Interprétation

Valeur	Lecture
entre −0,15 et +0,15	l'affichage correspond à la réalité mesurée
supérieure à +0,15	**investigatif de façade**
supérieure à +0,35	discordance forte, cas à retenir pour une monographie N3
inférieure à −0,15	manuel sous-affiché

Figure maîtresse du chapitre 10

Nuage de points en niveaux de gris.

- **Abscisse** : IAI normalisé, de 0 à 1
- **Ordonnée** : moyenne de IIE et ICS normalisés, de 0 à 1
- **Un point par manuel**, étiqueté par son code
- **Diagonale** tracée : les points au dessus sont sous-affichés, les points en dessous sont en façade
- **Quatre quadrants** délimités par les médianes du corpus, et non par 0,5, afin que la lecture soit relative au corpus

Quadrant	Lecture	Attendu

Si la composition du corpus permet la diachronie, produire une seconde version de la figure avec les années en symboles distincts, pour voir si les réformes successives ont augmenté l’affichage sans augmenter la réalité.

Fichier de saisie des indices

Une ligne par leçon pour IT, IIE, ICS. Une ligne par manuel pour IAI et la discordance.

Table indices_lecon

Colonne	Format
id_ligne	texte, même clé que la feuille A2
mots_assertifs	entier
mots_total	entier
IT	calculé
nb_activites	entier
IIE	calculé, moyenne des activités
nb_enonces_bilan	entier
somme_cotations_ICS	entier
ICS	calculé

Table activites

Colonne	Format
id_activite	texte
id_ligne	clé de la leçon
niveau_herron	0 à 3
etapes_devolues	0 à 9
exclue	booléen, avec motif

Table enonces_bilan

Colonne	Format
id_enonce	texte
id_ligne	clé de la leçon
texte_enonce	texte littéral
cotation	0, 1 ou 2
page_activite_invoquee	entier ou « aucune »

Table indices_manuel

Colonne	Format
code_manuel	texte
IAI_c1 à IAI_c5	0 à 2 chacune
IAI	somme
IT_moy, IIE_moy, ICS_moy	moyennes sur les leçons
discordance	calculée

Annexe C

Instruments de l’étude 3

Micro-enquête d’usage, questionnaires enseignants et élèves, guide d’entretien

Versions de travail des instruments, conformes aux versions administrées sauf mise en forme

Table des matières

Note sur cette annexe....61
B1. Micro-enquête sur l'usage réel des manuels de SVT....62
B2. Questionnaire enseignants de 3AC....66
B4. Questionnaire élèves de tronc commun....73
B7. Guide d'entretien enseignants de 3AC....78

Note sur cette annexe

Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Cette annexe reproduit les fichiers des instruments tels qu'ils figurent dans le dossier des instruments de la thèse, en entier : lignes d'en-tête et de version, commentaires du concepteur, rubriques de conception et plans de dépouillement compris. Les retouches se limitent à la mise en forme : police Times New Roman, apostrophes typographiques, marges de 2,5 cm, largeur des tableaux ramenée à celle de la page, pagination. Le texte des consignes, des items et des modalités n'a pas été réécrit. Seule exception : l'adresse électronique du chercheur, lorsqu'elle figure dans un instrument, est remplacée par une mention entre crochets.

Lorsqu'un passage décrit une étape prévue par l'instrument qui n'a pas été réalisée, il est suivi d'une note de l'auteur, en italique et entre crochets, distincte du texte de l'instrument, qui renvoie au chapitre où le point est exposé. Ces notes ne font pas partie des instruments.

Les tableaux qui figurent à l'intérieur des instruments sont des pages reproduites : ils ne portent ni légende ni numéro et n'entrent pas dans la numérotation continue des tableaux du manuscrit. Les titres d'instrument et les notices encadrées ont été ajoutés pour l'annexe. Le nom de l'École normale supérieure de Tétouan, établissement du chercheur, est conservé là où il figure.

Les règles de dépouillement des instruments du bloc B sont décrites au chapitre 7 (7.3.4) et au chapitre 10 ; leur grille de travail n'est pas reproduite. Les questionnaires B3 et B5, qui portaient sur la deuxième année du baccalauréat, ont été écartés sans avoir été administrés (chapitre 7) et ne figurent pas ici.

La fiche de consentement des enseignants (G2) comporte une version courte prévue en tête des questionnaires de l'étude 3 ; la fiche est reproduite en entier à l'annexe D, parce que sa version longue concerne l'étude 2. Les transcriptions des entretiens B7 forment l'annexe H ; le consentement des enseignants interrogés y a été recueilli oralement, en début d'entretien, sans formulaire.

B1. Micro-enquête sur l’usage réel des manuels de SVT

Notice

Code : B1.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : enseignants de SVT du cycle collégial.

Passation : questionnaire en ligne de huit questions, moins de cinq minutes, diffusé du 9 au 28 février 2026 (chapitre 7, 7.3.4 et 7.8).

Effectif obtenu : 92 réponses, 89 retenues après la règle de durée, dont 88 complètes analysées (chapitres 6 et 10).

Exploitation : chapitre 10, profil d’usage du manuel ; la question finale a servi de vivier de recrutement pour B2 et les entretiens B7.

Version annexée : fichier « B1_Micro-enquete-usage », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section. Les trois encadrés de commentaire, le plan de dépouillement, le tableau de croisement avec les registres de la grille d’analyse et le tableau des contrôles avant diffusion, qui n’étaient pas présentés aux répondants, sont reproduits.

Avertissement : la date de version portée en tête (14 septembre 2026) est postérieure à la passation de février 2026, et le commentaire sous la question finale évoque un vivier pour l’étude 2 et une date de recrutement.

Notes de l’auteur : 1 note de l’auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l’instrument et non réalisées.

Enseignants du cycle collégial

sert la sélection des monographies N3 et le pôle appropriation

Version 1 du 14 septembre 2026

Texte de présentation

L’usage des manuels de SVT au collège

Cher collègue,

Cette enquête très courte, cinq minutes, porte sur le manuel de SVT que vous utilisez en troisième année du collège et sur la manière dont vous vous en servez.

Elle s’inscrit dans une recherche doctorale menée à l’École normale supérieure de Tétouan sur les manuels de SVT et leur usage réel.

Elle est **anonyme** : ni votre nom ni celui de votre établissement ne sont demandés. Les réponses ne serviront qu’à cette recherche.

Il n’y a pas de bonne réponse. Ce qui nous intéresse est ce que vous faites réellement, pas ce qui est recommandé.

Merci du temps que vous y consacrez.

Les huit questions

Q1. Dans quelle académie régionale exercez-vous ?

Tanger-Tétouan-Al Hoceïma · L’Oriental · Fès-Meknès · Rabat-Salé-Kénitra · Béni Mellal-Khénifra · Casablanca-Settat · Marrakech-Safi · Drâa-Tafilalet · Souss-Massa · Guelmim-Oued Noun · Laâyoune-Sakia El Hamra · Dakhla-Oued Ed-Dahab

Question complémentaire : votre établissement se situe en milieu ☐ urbain ☐ périurbain ☐ rural

Q2. Depuis combien d’années enseignez-vous les SVT ?

☐ Moins de 5 ans ☐ De 5 à 10 ans ☐ De 10 à 15 ans ☐ Plus de 15 ans

Q3. Quel manuel de SVT votre établissement a-t-il retenu en troisième année du collège cette année ?

☐ Autre, préciser : _____

☐ Je ne sais pas, aucun manuel n’est retenu de façon stable

Q4. Depuis combien d’années ce manuel est-il en usage dans votre établissement ?

☐ Première année ☐ 2 à 3 ans ☐ 4 à 6 ans ☐ Plus de 6 ans ☐ Je ne sais pas

Q5. À quelle fréquence utilisez-vous ce manuel en classe ?

☐ À chaque séance

☐ À la plupart des séances

☐ Environ une séance sur deux

☐ Rarement, quelques séances par trimestre

☐ Jamais

Q6. À votre connaissance, à quelle fréquence vos élèves l’utilisent-ils chez eux ?

☐ Régulièrement, plusieurs fois par semaine

☐ Occasionnellement, pour les devoirs

☐ Rarement, à l’approche des évaluations

☐ Jamais, la plupart ne l’ouvrent pas

☐ Je ne sais pas

Le décalage entre Q5 et Q6 est un résultat en soi : il mesure l'écart entre l'usage prescrit par l'enseignant et l'usage effectif de l'élève.

Q7. Quelles parties du manuel utilisez-vous, et lesquelles n'utilisez-vous jamais ?

Partie du manuel	Souvent	Parfois	Jamais
Les documents et les schémas	☐	☐	☐
Les activités et les manipulations	☐	☐	☐
Les textes de cours et les bilans	☐	☐	☐
Les exercices d'application	☐	☐	☐
Les évaluations de fin de chapitre	☐	☐	☐
Les rubriques d'ouverture et les situations de départ	☐	☐	☐
Le glossaire et l'index	☐	☐	☐
Les pages d'histoire des sciences ou de culture scientifique	☐	☐	☐

Si vous n'utilisez jamais certaines parties, pourquoi ? *Texte libre, facultatif, trois lignes.*

La question la plus rentable de l'enquête. Elle fournit la donnée d'usage sélectif, qui relève directement du pôle appropriation. Elle permettra de dire non pas « les enseignants utilisent le manuel » mais « les enseignants utilisent les documents et ignorent les situations d'ouverture », ce qui est un tout autre énoncé et croise directement les résultats du registre R6.

Q8. Utilisez-vous d'autres supports en complément du manuel ?

☐ Non, le manuel seul

☐ Oui, lesquels :

Support	☐
Un autre manuel scolaire	☐
Un cahier d'activités ou un cahier-documents	☐
Des documents que je produis moi-même	☐
Des ressources trouvées en ligne	☐
Des vidéos ou des animations	☐
Des simulations ou des laboratoires virtuels	☐
Une plateforme institutionnelle, TelmidTICE ou TaalimTICE	☐
Un parascolaire	☐
Autre, préciser : _____	☐

À quelle fréquence ces compléments pèsent-ils plus que le manuel dans votre préparation ?

☐ Jamais ☐ Parfois ☐ Souvent ☐ Toujours

Question finale, facultative

Acceptez-vous d'être recontacté pour participer à la suite de cette recherche ?

☐ Non ☐ Oui, mon adresse électronique : _____

Cette adresse est conservée séparément des réponses et n'est jamais associée à elles.

Bénéfice de recrutement. Cette question alimente le vivier de l'étude 2, dont le recrutement ouvre le 19 octobre. C'est la raison principale de lancer la micro-enquête tôt.

Plan de dépouillement

Question	Traitement	Sortie
Q3	Effectifs et rang	**Classement d'usage**, entrée dans la sélection N3
Q3 × Q1	Tableau croisé	Variation régionale du manuel retenu
Q4	Effectifs	Stabilité du choix, indice indirect d'ancienneté des éditions en circulation
Q5	Effectifs, score moyen sur 5	**Intensité d'usage en classe**
Q6	Effectifs	**Intensité d'usage à domicile**
Q5 − Q6	Écart de rangs	Écart entre usage enseignant et usage élève
Q7	Profil par partie, huit scores	**Usage sélectif**, la sortie principale
Q7 × Q3	Tableau croisé	L'usage sélectif dépend-il du manuel retenu
Q7 × Q2	Tableau croisé	L'usage sélectif dépend-il de l'ancienneté
Q8	Effectifs	Concurrence du manuel par d'autres supports
Q8 × Q5	Tableau croisé	Le recours aux compléments accompagne-t-il un moindre usage du manuel

Croisement décisif avec le volet documentaire

Le profil d'usage sélectif de Q7 se croise avec les résultats des registres :

Partie peu utilisée	Registre à interroger	Hypothèse de lecture
Situations d'ouverture	R6.8, types de situation	Les enseignants n'ouvrent pas des situations qui ne résistent pas
Activités et manipulations	D4, faisabilité des protocoles	Les protocoles ne sont pas réalisables avec l'équipement disponible
Évaluations	R3.14, qualité des items	Les items ne conviennent pas
Histoire des sciences	D6, fonction	Une fonction anecdotique n'appelle pas l'usage

Ce croisement est ce qui fait passer l'enquête du statut de donnée auxiliaire à celui de résultat. Il relie ce que les manuels font, mesuré au chapitre 10, à ce que les enseignants en font, mesuré ici.

Contrôles avant diffusion

Contrôle	Règle
Durée réelle	Chronométrée sur trois enseignants hors échantillon, doit rester sous quatre minutes

Contrôle	Règle
Liste des titres en Q3	Vérifiée sur la liste officielle des manuels homologués
Formulation de Q5 et Q6	Ne jamais employer « devriez-vous », qui produit la réponse attendue plutôt que la réponse vraie
Ordre des questions	Q7 après Q5 et Q6, pour que le répondant ait déjà situé son usage global
Adresse électronique	Champ séparé, stockage distinct, mention explicite

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; ni le chronométrage sur trois enseignants ni la vérification de la liste de Q3 sur la liste officielle des manuels homologués n'ont été faits ; voir chapitre 7, section 7.3.4.]

B2. Questionnaire enseignants de 3AC

Notice

Code : B2.

Statut : Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : enseignants de SVT qui enseignent en troisième année du collégial.

Passation : questionnaire en ligne, vingt minutes, ouvert du 2 au 31 mars 2026, relances les 11 et 19 mars (chapitre 7, 7.3.4 et 7.8).

Effectif obtenu : 140 réponses, dont 124 retenues pour les analyses quantitatives après les règles de nettoyage R1 à R3 (chapitres 6 et 10).

Exploitation : chapitre 10 et chapitre 11.

Version annexée : fichier « B2_Questionnaire-enseignants-3AC_v3 », reproduit en entier, lignes d'en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section. Le fichier porte la mention « version administrée, mars 2026 ».

Nutrition, digestion, éducation nutritionnelle

Version 3 du 9 novembre 2026 (version administrée, mars 2026)

Texte de présentation et consentement

L'enseignement de la nutrition et de la digestion en troisième année du collège

Chère collègue, cher collègue,

Ce questionnaire s'inscrit dans une recherche doctorale menée à l'École normale supérieure de Tétouan, au sein de l'équipe ERIPDS, sur les manuels de SVT et sur l'enseignement de la digestion au collège.

Il porte sur les trois chapitres « Les aliments », « La digestion » et « L'éducation nutritionnelle », et sur ce que vous observez chez vos élèves.

Vingt minutes. Il est **anonyme** : ni votre nom, ni votre établissement, ni votre académie précise ne permettront de vous identifier. Vos réponses ne serviront qu'à cette recherche et ne seront communiquées à aucune autorité.

Il n'y a pas de bonne réponse. Ce qui nous intéresse est ce que vous constatez et ce que vous faites réellement, pas ce qui est prescrit.

Vous pouvez interrompre à tout moment. Vos réponses ne seront enregistrées qu'une fois le questionnaire validé.

☐ J'ai lu ce qui précède et j'accepte de participer.

Section A · Profil

A0. Académie régionale d'exercice :

☐ **Tanger-Tétouan-Al Hoceïma** ☐ **L'Oriental** ☐ **Fès-Meknès** ☐ **Rabat-Salé-Kénitra** ☐ **Béni Mellal-Khénifra** ☐ **Casablanca-Settat** ☐ **Marrakech-Safi** ☐ **Drâa-Tafilalet** ☐ **Souss-Massa** ☐ **Guelmim-Oued Noun** ☐ **Laâyoune-Sakia El Hamra** ☐ **Dakhla-Oued Ed-Dahab**

A1. Tranche d'âge :

☐ moins de 30 ans ☐ 30 à 39 ans ☐ 40 à 49 ans ☐ 50 ans et plus

A2. Sexe :

☐ femme ☐ homme ☐ je préfère ne pas répondre

A3. Ancienneté dans l'enseignement des SVT :

☐ moins de 5 ans ☐ 5 à 10 ans ☐ 11 à 20 ans ☐ plus de 20 ans

A4. Nombre d'années où vous avez enseigné en 3AC :

☐ moins de 3 ☐ 3 à 5 ☐ 6 à 10 ☐ plus de 10

A5. Diplôme le plus élevé :

☐ licence ☐ master ☐ doctorat ☐ autre, précisez

A6. Formation pédagogique initiale suivie :

☐ CRMEF ☐ ENS ☐ aucune formation pédagogique initiale ☐ autre, précisez

A7. Milieu d'exercice :

☐ urbain ☐ semi-urbain ☐ rural

A8. Effectif moyen de vos classes de 3AC :

☐ moins de 25 ☐ 25 à 35 ☐ 36 à 45 ☐ plus de 45

Section B · Les sept obstacles

> **Consigne.** Les affirmations qui suivent décrivent des manières de comprendre la digestion que l'on rencontre fréquemment chez les élèves. Pour chacune, indiquez à quel point elle résiste chez vos élèves de 3AC, **même après l'enseignement du chapitre**.
>
> 1 = ne se rencontre pas · 2 = rare · 3 = fréquente mais cède à l'enseignement · 4 = fréquente et résiste à l'enseignement · 5 = quasi générale et résiste à l'enseignement

B1. Mes élèves ramènent la digestion à un broyage, à une réduction mécanique des aliments en morceaux de plus en plus petits.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B2. Mes élèves situent les aliments **à l'intérieur du corps** dès qu'ils sont avalés, et non dans une cavité qui reste en continuité avec l'extérieur.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B3. Mes élèves emploient « aliment » et « nutriment » l'un pour l'autre, sans que la transformation qui fait passer de l'un à l'autre soit en jeu.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B4. Mes élèves se représentent l'enzyme comme un acide qui dissout, et non comme un catalyseur spécifique d'une transformation.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B5. Pour mes élèves, l'absorption va de soi : ce qui est petit passe dans le sang, sans qu'une barrière ni un mécanisme soient en cause.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B6. Mes élèves expliquent les organes par leur but : l'estomac est fait **pour** digérer, les dents sont faites **pour** broyer.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B7. Mes élèves se représentent le tube digestif comme un tuyau continu, et les glandes annexes, foie et pancréas, n'y figurent pas ou y figurent comme des organes traversés par les aliments.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B8 · Classement forcé. Parmi les sept représentations ci-dessus, quelles sont les **trois** qui résistent le plus à votre enseignement ? Classez-les de 1, la plus résistante, à 3.

Rang 1 (la plus résistante) : _____

Rang 2 : _____

Rang 3 : _____

B9 · Ouverte. Décrivez une réponse d'élève, entendue ou lue dans une copie, qui vous a fait comprendre que la digestion n'était pas comprise. Rapportez-la aussi fidèlement que possible.

_____

_____

_____

_____

Section C · Prérequis et continuité

Consigne. 1 = pas du tout d'accord à 5 = tout à fait d'accord.

C1. Mes élèves arrivent en 3AC sans les repères d'anatomie nécessaires pour situer les organes du tube digestif.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

C2. Mes élèves arrivent en 3AC sans la notion de cellule suffisamment installée pour aborder l'absorption.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

C3. Mes élèves arrivent en 3AC sans la notion de transformation chimique, vue en physique-chimie, suffisamment installée pour aborder l'action enzymatique.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

C4. Je dois consacrer un temps significatif à réinstaller ces prérequis avant d'entrer dans le chapitre.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

C5 · Ouverte. Quel prérequis manquant vous gêne le plus, et à quel moment du chapitre ce manque se manifeste-t-il ?

_____

_____

_____

_____

Question de contrôle de l'attention

CTRL. Pour montrer que vous lisez les énoncés, cochez « plutôt d'accord », c'est-à-dire la réponse 4.

Section D · Pratiques déclarées

Consigne. Fréquence réelle sur les trois chapitres. 1 = jamais · 2 = rarement · 3 = parfois · 4 = souvent · 5 = à chaque fois.

D1. J'utilise des schémas ou des planches anatomiques du système digestif.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D2. Je fais réaliser ou je réalise devant la classe des tests d'identification des aliments.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D3. Je fais réaliser ou je réalise devant la classe une expérience sur l'action d'une enzyme.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D4. J'entre dans le chapitre par une situation-problème, c'est-à-dire par une question dont mes élèves ne possèdent pas d'emblée la réponse.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D5. Je conduis une démarche d'investigation complète, de la question des élèves jusqu'à la conclusion qu'ils formulent.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D6. Je pars d'exemples tirés de l'alimentation locale et des habitudes alimentaires de mes élèves.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D7. Je projette des vidéos ou des animations.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D8. Je fais travailler les élèves en groupes sur une tâche qu'ils doivent produire.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D9. Je conduis le chapitre principalement en cours dialogué, avec prise de notes.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Section E · Manuel et ressources

E1. À quelle fréquence utilisez-vous le manuel retenu par votre établissement en 3AC ?

☐ à chaque séance ☐ souvent ☐ parfois ☐ rarement ☐ jamais

E3. Dans ce manuel, quelles parties utilisez-vous **réellement** ?

☐ les documents et les images ☐ les activités proposées ☐ le texte de cours ☐ les exercices de fin de chapitre ☐ les résumés ☐ le sommaire seulement, pour suivre la progression ☐ aucune partie en particulier

E4. Utilisez-vous des ressources numériques pour ces chapitres ?

☐ régulièrement ☐ occasionnellement ☐ jamais

E5. Votre établissement dispose-t-il d'un laboratoire permettant les tests d'identification et l'expérience enzymatique ?

☐ oui, équipé ☐ oui, partiellement ☐ non

E6. Disposez-vous de matériel spécifique, maquettes, planches, échantillons ?

☐ oui, suffisamment ☐ oui, insuffisamment ☐ non

E7 · Ouverte. Qu'est-ce qui, dans le manuel que vous utilisez, ne vous sert pas, et pourquoi ?

_____

_____

_____

_____

Section F · Temps et contraintes

1 = pas du tout d'accord à 5 = tout à fait d'accord.

F1. Le volume horaire alloué à l'ensemble « aliments, digestion, éducation nutritionnelle » est insuffisant.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

F2. Je suis conduit à écarter certains contenus de ces chapitres faute de temps.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

F3. L'effectif de mes classes limite ce que je peux faire en activité pratique.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

F4. La préparation d'une séance expérimentale sur la digestion demande un temps que je ne peux pas dégager.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

F5 · Ouverte. Si vous devez écarter un contenu de ces chapitres, lequel écartez-vous en premier ?

_____

_____

_____

_____

Section G · Évaluation

G1. Quels types d'évaluation utilisez-vous sur ces chapitres ?

☐ QCM ☐ questions à réponse courte ☐ question de synthèse ☐ exploitation de documents ☐ compte rendu d'expérience ☐ production, exposé ou affiche

G2. Sur ces chapitres, les résultats de vos élèves sont en général :

☐ très faibles ☐ faibles ☐ moyens ☐ bons ☐ très bons

G3 · Ouverte. Quelle erreur revient le plus souvent dans les copies de vos élèves sur ces chapitres ?

_____

_____

_____

_____

Section H · Manuel numérique

1 = pas du tout d'accord à 5 = tout à fait d'accord.

H1. Un manuel numérique faciliterait l'enseignement de ces chapitres.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

H2. Je me sens suffisamment formé pour intégrer des outils numériques dans mon enseignement.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

H3. Les équipements et la connexion de mon établissement permettent l'usage du numérique en classe.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

H4. Un manuel numérique de SVT devrait d'abord proposer des ressources adaptées au contexte marocain, aliments locaux et habitudes alimentaires.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

H5 · Ouverte. Qu'attendriez-vous d'un manuel numérique de SVT que le manuel imprimé ne vous donne pas ?

_____

_____

_____

_____

Section I · Formation et recommandations

I1. Avez-vous suivi, au cours des trois dernières années, une formation continue portant sur la didactique des SVT ?

☐ plusieurs fois ☐ une fois ☐ non

I2. Sur quoi porterait la formation qui vous serait le plus utile ?

☐ la didactique de la digestion et de la nutrition ☐ la démarche d'investigation ☐ l'intégration du numérique ☐ l'évaluation ☐ autre, précisez

I3 · Ouverte. Quelles sont vos deux principales recommandations pour améliorer l'enseignement de ces chapitres au collège ?

_____

_____

_____

_____

I4 · Ouverte. Souhaitez-vous ajouter quelque chose ?

_____

_____

_____

_____

Question finale, facultative

Acceptez-vous d’être recontacté pour un entretien d’une trentaine de minutes, par téléphone ou en visioconférence, sur votre manière d’enseigner ce chapitre ?

☐ Non ☐ Oui, mon adresse électronique ou mon numéro : _____

Cette adresse est conservée séparément des réponses et n’est jamais associée à elles. Les entretiens sont enregistrés avec votre accord ; l’enregistrement est supprimé dès que la transcription a été vérifiée.

B4. Questionnaire élèves de tronc commun

Notice

Code : B4.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : élèves de tronc commun, interrogés un an après l’étude du chapitre en 3AC. Ces élèves sont mineurs ; aucune autorisation parentale n’a été recueillie (chapitre 6).

Passation : en classe, sur les postes de la salle multimédia ou sur les téléphones, sous la supervision de l’enseignant de SVT de chaque classe, en quatre séances dans deux lycées, du 10 au 22 mars 2026 ; trois réponses ont été données hors séance, par un lien ; douze minutes (chapitre 7, 7.3.4).

Effectif obtenu : 131 réponses, dont 129 exploitables (chapitres 6 et 10).

Exploitation : chapitre 10 ; croisement exploratoire avec le test C3 au chapitre 9.

Version annexée : fichier « B4_Questionnaire-eleves-tronc-commun », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Regard rétrospectif sur la nutrition et la digestion étudiées en 3AC

Version 2 du 14 septembre 2026

Texte de présentation

Ce que tu as appris en 3AC sur les aliments et la digestion

Bonjour,

Ce questionnaire fait partie d'une recherche menée à l'École normale supérieure de Tétouan sur les manuels de SVT et sur la manière dont on enseigne la digestion au collège.

On te demande de repenser à l'année dernière, quand tu étais en 3AC, et de dire ce que tu en as retenu.

Douze minutes. C'est **anonyme** : tu n'écris pas ton nom, et personne dans ton lycée ne verra tes réponses, ni ton professeur, ni l'administration.

Ce n'est pas un contrôle et ce n'est pas noté. Il n'y a rien à réviser. Certaines questions te demandent de choisir entre deux phrases : réponds ce que tu penses, pas ce que tu crois qu'il faut répondre.

Si tu ne veux pas répondre, tu n'es pas obligé, et cela ne change rien pour toi.

Merci.

Section A · Profil

A1. Sexe :

☐ fille ☐ garçon ☐ je préfère ne pas répondre

A2. Âge :

☐ 14 ou 15 ans ☐ 16 ou 17 ans ☐ 18 ans ou plus

A3. Ta filière en tronc commun :

☐ scientifique ☐ technologique ☐ littéraire ☐ autre

A4. L'année dernière, en 3AC, ta moyenne en SVT était :

☐ moins de 10 ☐ entre 10 et 12 ☐ entre 13 et 15 ☐ plus de 15 ☐ je ne m'en souviens pas

A5. Ton collège l'année dernière :

☐ public ☐ privé

A6. Où se trouvait ton collège :

☐ en ville ☐ en périphérie ☐ à la campagne

A7. Est-ce que les SVT t'intéressent ?

☐ pas du tout ☐ un peu ☐ moyennement ☐ beaucoup ☐ énormément

Section B · Ce dont tu te souviens

Consigne. Repense à l'année dernière, en 3AC, quand tu as étudié les aliments et la digestion.

1 = pas du tout d'accord · 2 = plutôt pas d'accord · 3 = entre les deux · 4 = plutôt d'accord · 5 = tout à fait d'accord

B1. Ce chapitre m'a paru difficile.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B2. J’ai eu du mal à comprendre à quoi servaient les enzymes.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B3. J’ai eu du mal à comprendre comment les aliments passent dans le sang.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B4. J’ai surtout appris ce chapitre par cœur, sans vraiment le comprendre.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

B5 · Ouverte. Qu’est-ce qui t’a paru le plus difficile dans ce chapitre ? Écris-le avec tes mots, deux ou trois lignes suffisent.

_____

_____

_____

_____

Section C · Ce que tu en dirais aujourd’hui

> **Consigne.** Pour chaque question, deux phrases sont proposées. **Choisis celle qui te paraît juste.** Il n’y a pas de piège, et ce n’est pas noté. Si tu hésites vraiment, tu peux cocher « je ne sais pas ».

C1. Digérer un aliment, c’est surtout :

☐ a) le couper et l’écraser en morceaux de plus en plus petits

☐ b) le transformer en molécules plus simples, différentes de celles du départ

☐ je ne sais pas

C2. Quand un aliment est dans l’estomac, il se trouve :

☐ a) déjà à l’intérieur du corps

☐ b) dans une poche qui communique encore avec l’extérieur, aux deux bouts

☐ je ne sais pas

C3. Un nutriment, c’est :

☐ a) un autre mot pour dire « aliment »

☐ b) ce qu’un aliment devient après avoir été transformé

☐ je ne sais pas

C4. Une enzyme digestive agit :

☐ a) comme un acide qui dissout tout ce qu’il touche

☐ b) sur un aliment précis, et pas sur les autres

☐ je ne sais pas

C5. Pour qu’un nutriment passe dans le sang :

☐ a) il suffit qu’il soit assez petit, il passe tout seul

☐ b) il doit traverser la paroi de l’intestin, ce qui demande un mécanisme

☐ je ne sais pas

C6. L’estomac produit des sucs digestifs :

☐ a) parce qu’il est fait pour digérer les aliments

☐ b) parce que ses cellules fabriquent ces substances, ce qui a pour effet de transformer les aliments

☐ je ne sais pas

C7. Le foie et le pancréas :

☐ a) sont des organes que les aliments traversent

☐ b) déversent des liquides dans le tube digestif sans que les aliments passent à l’intérieur d’eux

☐ je ne sais pas

Section D · Comment on te l’a enseigné

Consigne. L’année dernière, en 3AC, ton professeur de SVT :

1 = jamais · 2 = rarement · 3 = parfois · 4 = souvent · 5 = à chaque fois

D1. utilisait des schémas ou des images du système digestif

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D2. faisait des expériences, ou en montrait devant la classe

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D3. commençait par une question à laquelle vous ne saviez pas répondre

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D4. vous faisait chercher vous-mêmes avant de donner la réponse

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D5. donnait des exemples tirés de la vie de tous les jours, de ce qu’on mange

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D6. montrait des vidéos

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

D7. faisait surtout le cours en parlant pendant que vous preniez des notes

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Section E · Le manuel

E1. L’année dernière, en 3AC, tu avais un manuel de SVT :

☐ oui ☐ non ☐ je ne m’en souviens pas

E2. Si oui, tu l’ouvrais :

☐ à chaque séance ☐ souvent ☐ parfois ☐ rarement ☐ jamais

E3. Quand tu l’ouvrais, c’était surtout pour :

☐ regarder les images et les documents ☐ faire les activités ☐ lire le cours ☐ faire les exercices ☐ lire le résumé ☐ autre chose

E4. Est-ce que ce manuel t’a aidé à comprendre ce chapitre ?

☐ pas du tout ☐ un peu ☐ moyennement ☐ beaucoup ☐ énormément

E5. As-tu cherché des explications ailleurs, sur internet ou dans des vidéos ?

☐ souvent ☐ de temps en temps ☐ jamais

Section F · Ce que tu en penses aujourd’hui

F1. Aujourd’hui, ce chapitre te paraît :

☐ très flou ☐ flou ☐ moyennement clair ☐ clair ☐ très clair

F2. Ce que tu as appris en 3AC sur ce chapitre te sert aujourd’hui :

☐ pas du tout ☐ un peu ☐ moyennement ☐ beaucoup ☐ énormément

Consigne. 1 = pas du tout d’accord à 5 = tout à fait d’accord.

F3. Un manuel numérique avec des animations m’aurait aidé à comprendre la digestion.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

F4. Des exercices corrigés automatiquement m’auraient aidé à m’entraîner.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

F5. De courtes vidéos m’auraient aidé à réviser.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

F6 · Ouverte. Si tu devais expliquer la digestion à quelqu’un de plus jeune, par quoi commencerais-tu ?

_____

_____

_____

_____

F7 · Ouverte. Veux-tu ajouter quelque chose ?

_____

_____

B7. Guide d’entretien enseignants de 3AC

Notice

Code : B7.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : cinq enseignants de 3AC volontaires parmi les répondants de B2 ayant accepté d’être recontactés.

Passation : entretien semi-directif par téléphone ou en visioconférence, vingt-cinq à trente-cinq minutes prévues, de 24 à 36 minutes en pratique, du 24 mars au 3 avril 2026 ; questions posées en français, réponses en arabe marocain, transcriptions traduites en français par le chercheur ; enregistrements supprimés après vérification de chaque transcription (chapitre 7, 7.3.4).

Exploitation : chapitre 10.

Version annexée : fichier « B7_Guide-entretien-enseignants-3AC », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Transcriptions : les cinq entretiens sont transcrits à l’annexe H ; le consentement y a été recueilli oralement, en début d’entretien, sans formulaire (chapitre 6, 6.6.2).

Avertissement : la ligne d’en-tête présente le guide comme « dérivé de l’échange de prise en main C6 » ; C6, document de l’étude 2, porte la date du 14 septembre 2026, postérieure à celle du guide (20 mars 2026), et le chapitre 7 ne reprend pas cette filiation.

Notes de l’auteur : 1 note de l’auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l’instrument et non réalisées.

Étude 3 · entretien semi-directif · 25 à 35 minutes · dérivé de l’échange de prise en main C6

Version 1 du 20 mars 2026

Destinataires : cinq enseignants volontaires parmi les répondants du questionnaire B2 ayant accepté d’être recontactés, choisis pour la diversité de leurs situations (milieu, académie, ancienneté).

Modalités : appel téléphonique ou visioconférence, au moment choisi par l’enseignant. Les questions sont posées en français ; l’enseignant répond dans la langue qu’il préfère, en pratique l’arabe marocain. L’entretien est enregistré après accord explicite ; l’enregistrement est supprimé dès que la transcription a été vérifiée, et la date de suppression est consignée en tête de

la transcription. Les transcriptions sont traduites en français par le chercheur, les noms de personnes, d'établissements et de localités remplacés par des crochets.

Ouverture

« Merci d'avoir accepté. Je voudrais surtout que vous me disiez ce que vous constatez vraiment dans vos classes, pas ce qui est recommandé. Il n'y a rien à défendre, et ce qui ne marche pas m'intéresse plus que ce qui marche. »

Thème 1 · Le chapitre tel que vous l'enseignez

Question ouvrante : « Racontez-moi comment vous enseignez le chapitre sur les aliments, la digestion et l'éducation nutritionnelle. »

- combien de séances y consacrez-vous, et dans quel ordre
- qu'est-ce qui vous pose le plus de difficulté dans ce chapitre
- qu'est-ce que les élèves comprennent le moins bien ; une réponse d'élève qui vous a marqué
- relances si elles ne viennent pas : la digestion comme broyage ; l'enzyme comme acide ; aliment et nutriment ; le foie et le pancréas ; « l'estomac est fait pour »

Thème 2 · Le manuel

Question ouvrante : « Et le manuel, qu'est-ce que vous en faites ? »

- quelles parties vous ouvrez, lesquelles vous n'ouvrez jamais, et pourquoi
- ce que vous ajoutez à côté, et d'où cela vient
- les élèves l'ont-ils, l'ouvrent-ils

Thème 3 · Les conditions

Question ouvrante : « Concrètement, dans la salle où vous enseignez ce chapitre, de quoi disposez-vous ? »

- laboratoire, matériel, effectif, volume horaire
- la langue des élèves et la vôtre en classe
- ce que vous sacrifiez quand le temps manque

Thème 4 · Le numérique

Question ouvrante : « Quelle place le numérique occupe-t-il dans votre enseignement de ce chapitre ? »

- ce que vous faites déjà, avec quoi, et ce qui tombe en panne
- avez-vous abandonné un outil, lequel et pourquoi
- qu'attendriez-vous d'un manuel numérique, et qu'est-ce que vous craignez

Clôture

« Y a-t-il quelque chose que je ne vous ai pas demandé et que vous voulez me dire ? » Puis : « Voulez-vous revenir sur quelque chose que vous m'avez dit ? »

Après l'entretien

- Transcription intégrale dans les cinq jours, traduction en français, anonymisation, vérification par réécoute.

- Suppression de l’enregistrement immédiatement après la vérification ; date consignée dans l’en-tête de la transcription et communiquée à l’enseignant.
- Codage : grille des sept obstacles pour le thème 1 (comme B2 B9 et G3), codage thématique mixte pour les thèmes 2 à 4, double codage de 20 % du corpus (une transcription), kappa de Cohen, seuil 0,70.

> *[Note de l’auteur : prévu dans l’instrument, non réalisé ; aucun second codeur n’est intervenu et aucun coefficient d’accord n’a été calculé ; voir chapitre 7, section 7.6.3, et chapitre 11, section 11.5.3.]*

Annexe D

Instruments de l’étude 2, avant l’usage

Fiche de consentement des enseignants, questionnaires T0, test de connaissances et son corrigé, grille de correction

Versions de travail des instruments, conformes aux versions administrées sauf mise en forme

Table des matières

Note sur cette annexe....82
G2. Fiche de consentement éclairé, enseignants....83
C1. Questionnaire enseignant avant l'usage (T0)....91
C2. Questionnaire élèves avant l'usage (T0)....95
C3. Test de connaissances, troisième année du cycle collégial....99
C3. Test de connaissances, troisième année du cycle collégial (corrigé)....104
C5. Grille de correction et procédure de double correction....112

Note sur cette annexe

Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Cette annexe reproduit les fichiers des instruments tels qu'ils figurent dans le dossier des instruments de la thèse, en entier : lignes d'en-tête et de version, commentaires du concepteur, rubriques de conception et plans de dépouillement compris. Les retouches se limitent à la mise en forme : police Times New Roman, apostrophes typographiques, marges de 2,5 cm, largeur des tableaux ramenée à celle de la page, pagination. Le texte des consignes, des items et des modalités n'a pas été réécrit. Seule exception : l'adresse électronique du chercheur, lorsqu'elle figure dans un instrument, est remplacée par une mention entre crochets.

Lorsqu'un passage décrit une étape prévue par l'instrument qui n'a pas été réalisée, il est suivi d'une note de l'auteur, en italique et entre crochets, distincte du texte de l'instrument, qui renvoie au chapitre où le point est exposé. Ces notes ne font pas partie des instruments.

Les tableaux qui figurent à l'intérieur des instruments sont des pages reproduites : ils ne portent ni légende ni numéro et n'entrent pas dans la numérotation continue des tableaux du manuscrit. Les titres d'instrument et les notices encadrées ont été ajoutés pour l'annexe. Le nom de l'École normale supérieure de Tétouan, établissement du chercheur, est conservé là où il figure.

Pour les questionnaires C1 et C2, deux fichiers existent : la version administrée (« _v2_administre ») et un document de révision (« _revision ») qui spécifie les modifications item par item. Seule la version administrée est reproduite. Aucun pré-test des instruments de l'étude 2 n'a été conduit ; seul le test C3 a été relu, par un enseignant de SVT expérimenté de l'établissement (chapitre 7, 7.6.1 et 7.6.2).

Ne figurent pas ici : le guide d'entretien C6, l'entretien avant l'usage n'ayant pas été maintenu (le document le remplace par un échange de prise en main qui n'est pas un entretien de recherche, et aucune donnée n'en est exploitée au chapitre 9) ; le test C4, rédigé pour la

deuxième année du baccalauréat et écarté sans avoir été administré (chapitre 7). La grille de correction C5 est reproduite en entier, sa section sur la double correction comprise : cette double correction n'a pas été conduite, et une note de l'auteur le signale.

G2. Fiche de consentement éclairé, enseignants

Notice

Code : G2.

Statut : Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Nature : fiche d'information et de consentement des enseignants, en deux versions : une version longue, destinée aux enseignants de l'étude 2, et une version courte, prévue en tête des questionnaires enseignants de l'étude 3.

Place dans les annexes : la version longue concerne l'étude 2 ; la fiche est donc reproduite ici, en entier. La version courte ne reprend pas mot pour mot les textes de présentation et de consentement de B1 et de B2 (annexe C), et le dossier ne permet pas de dire si elle a été employée telle quelle. Elle n'a pas servi aux entretiens B7 de l'étude 3, pour lesquels le consentement a été recueilli oralement (annexe H).

Exploitation : chapitre 6, 6.6.2 : information et consentement de l'enseignant de l'étude 2.

Version annexée : fichier « G2_Consentement-enseignant », reproduit en entier, lignes d'en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section. Aucun exemplaire signé ne figure dans le dossier des instruments.

Retrait : l'adresse électronique du chercheur, aux deux endroits où elle figure, remplacée par une mention entre crochets.

Écarts avec le déroulement : la fiche prévoit un entretien de soixante minutes et une prise en main « en groupe ». Elle annonce aussi la destruction des enregistrements dans les trois mois suivant la transcription, délai respecté (chapitre 6, 6.6.2), et la conservation des données cinq ans après la soutenance, durée que reprend le chapitre 7 (7.7.4).

Notes de l'auteur : 4 notes de l'auteur, en italique et entre crochets, signalent les étapes prévues par l'instrument et non réalisées.

Remplace les versions antérieures · conforme au protocole G1

Version 1 du 14 septembre 2026

Deux versions dans ce document. La version longue, pour les enseignants du panel de l'étude 2. La version courte, en tête de formulaire, pour les enseignants répondant à un questionnaire de l'étude 3.

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; l'étude 2 porte sur un seul enseignant et ses deux classes, sans panel ; voir chapitre 6, section 6.4.3.]

Version longue · panel de l’étude 2

Information sur la recherche

Titre	Des intentions à l’appropriation : conception et évaluation d’un manuel numérique de SVT pour l’enseignement secondaire marocain
Chercheur	Ayoub AIT OUAALI, doctorant
Laboratoire	Équipe de recherche en ingénierie pédagogique et didactique des sciences, ERIPDS
Établissement	École normale supérieure de Tétouan, Université Abdelmalek Essaâdi
Directeur de thèse	Pr. Rachid JANATI-IDRISSI
Contact	[adresse électronique retirée de l’annexe]

Ce que cette recherche cherche à savoir

Les enseignants marocains de SVT déclarent majoritairement que le manuel numérique serait utile. L’usage effectif, lui, reste faible. Cette recherche cherche à comprendre **ce qui se passe entre les deux**, et à concevoir un manuel numérique qui tienne compte de ce qu’elle aura appris.

Votre participation sert cette compréhension. **Ce qui est évalué est le dispositif, jamais vous.**

Une déclaration que vous devez lire avant de décider

> Le chercheur qui mène cette étude est aussi celui qui a conçu le manuel numérique que vous allez utiliser. Il a donc un intérêt à ce que ce manuel soit jugé favorablement.
>
> C’est pourquoi **votre avis critique lui est plus utile qu’un avis favorable**, et pourquoi l’évaluation du dispositif est également confiée à des experts extérieurs à sa conception.
>
> Si quelque chose ne fonctionne pas, dites-le. C’est précisément ce que la recherche a besoin de savoir.

Ce que cette recherche n’a pas

Cette recherche **ne dispose pas d’une autorisation des académies régionales**. Trois conséquences vous concernent directement :

- votre participation est **entièrement volontaire** et n’a aucun caractère administratif ;
- **personne dans votre hiérarchie n’est informé** de votre participation, ni ne le sera ;
- **aucun observateur ne viendra dans votre classe**, tous les échanges se font à distance.

Ce que votre participation comprend

Avant l’usage

Opération	Durée	Modalité
Prise en main du dispositif	1 h 30	visioconférence, en groupe

Opération	Durée	Modalité
Questionnaire initial	20 min	en ligne
Passation d’un test de connaissances à vos élèves	25 min	sur temps de classe

Pendant les cinq semaines d’usage

Opération	Durée	Fréquence
Usage du dispositif dans votre enseignement	sur temps de classe	à votre rythme
Journal de bord	12 min	une fois par semaine, cinq fois
Grille de réaction après séance	5 min	trois fois, semaines 1, 3 et 5
Auto-observation guidée d’une séance	15 min	deux fois

Après l’usage

Opération	Durée	Modalité
Passation du test final à vos élèves	25 min	sur temps de classe
Questionnaire final	20 min	en ligne
Entretien	60 min	visioconférence

Total de votre temps, hors temps de classe : environ 4 h 30 réparties sur cinq semaines.

Ce qui est enregistré pendant que vous utilisez le dispositif

Le dispositif **enregistre automatiquement** certaines informations d’usage : la fréquence et la durée de vos connexions, les contenus que vous ouvrez, les fonctionnalités que vous utilisez, et les annotations que vous produisez.

Règle	Engagement
Identification	Ces informations sont enregistrées sous un **identifiant technique**, jamais sous votre nom
Communication	**Aucun relevé individuel n’est communiqué à quiconque**, ni à votre établissement, ni à un inspecteur
Suppression	Vous pouvez demander la suppression de ces enregistrements **à tout moment, sans justification**, et sans que cela affecte le reste de votre participation
Ce qu’elles disent	Elles indiquent qu’un contenu a été ouvert. Elles ne disent pas ce que vous en avez fait, et elles ne sont jamais lues comme une mesure de votre travail

Ce que vous recevez

- L’accès gratuit au dispositif MANARA, pendant et après l’expérimentation
- Une prise en main accompagnée et une assistance pendant les cinq semaines
- Une attestation nominative de participation à une recherche doctorale
- Une synthèse écrite des résultats, envoyée après la soutenance

Ce qui ne vous est pas promis

Aucune rémunération. Aucune reconnaissance administrative, la recherche n'ayant pas d'autorisation académique. Aucune garantie que le dispositif améliore les résultats de vos élèves, puisque c'est précisément ce que la recherche cherche à savoir.

Inconvénients possibles

Inconvénient	Ce qui est prévu
Charge de travail supplémentaire	Les durées ci-dessus sont des maximums, mesurés en pré-test
Inquiétude devant un outil nouveau	Prise en main accompagnée, assistance jointe pendant toute la période
Panne technique en séance	Le dispositif fonctionne hors ligne. En cas d'incident, **poursuivez votre séance sans lui**, c'est une donnée utile et non un échec
Sentiment d'être jugé	La recherche évalue le dispositif. Aucun résultat individuel, ni le vôtre ni celui de votre classe, n'est communiqué à quiconque

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; aucun pré-test ni aucun chronométrage des instruments de l'étude 2 n'a été conduit ; voir chapitre 7, section 7.6.2, et chapitre 11, section 11.5.2.]

Confidentialité

- Votre nom n'apparaît dans aucune publication ni communication.
- Un code vous est attribué, et toutes vos données portent ce code.
- Les entretiens sont enregistrés puis transcrits ; **les enregistrements sont détruits dans les trois mois** suivant la transcription.
- Dans les transcriptions, tout nom de personne, d'établissement, de ville ou de quartier est remplacé par un code.
- Les données sont conservées cinq ans après la soutenance, sur support chiffré, accessibles au seul chercheur.

Une précaution que vous devez connaître. Le panel compte quatorze enseignants. Un groupe aussi restreint rend l'anonymat plus fragile qu'il n'y paraît : une phrase citée avec un détail de contexte pourrait vous rendre identifiable. Le chercheur s'engage à ne publier **aucun extrait comportant un élément permettant de vous reconnaître**, même après remplacement des noms.

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; l'étude 2 porte sur un seul enseignant et ses deux classes, sans panel ; voir chapitre 6, section 6.4.3.]

Vos élèves

Vos élèves sont mineurs. Leur participation suppose **deux accords** : celui de leur responsable légal, par écrit, et **leur propre accord**, que vous recueillez oralement.

Un élève dont le responsable a consenti mais qui refuse ne participe pas, et ce refus **n'a aucune conséquence scolaire**.

> *[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; aucune autorisation parentale n'a été recueillie ; voir chapitre 6, section 6.6.2, et chapitre 11, section 11.5.4.]*

Vous utilisez le dispositif avec toute la classe, puisqu'il s'agit de votre enseignement. Pour un élève non participant, ce sont seulement les **données** qui ne sont pas recueillies : il ne remet pas de copie et ses traces ne sont pas exploitées. **Il n'est jamais mis à l'écart de l'activité.**

Les codes de vos élèves sont **générés par vous et conservés par vous seul**. La table qui relie les codes aux noms ne parvient jamais au chercheur, et vous la détruisez après la dernière passation.

Votre droit de retrait

Vous pouvez vous retirer **à tout moment, sans justification et sans conséquence**, par un simple message.

Moment	Ce qu'il advient de vos données
Avant le début	Aucune donnée n'existe
Pendant les cinq semaines	Les données déjà recueillies sont détruites si vous le demandez
Après la dernière passation	Les données sont conservées, sauf demande expresse de votre part
Après publication	Les résultats publiés sous forme agrégée ne peuvent plus être retirés

Le chercheur accuse réception de votre demande et vous confirme par écrit ce qui a été détruit.

Consentement

> J'ai lu les informations ci-dessus. J'ai eu la possibilité de poser des questions et d'obtenir des réponses.
>
> Je comprends que ma participation est volontaire, que je peux me retirer à tout moment sans justification et sans conséquence, et que la recherche évalue le dispositif et non mon travail.
>
> Je comprends que le dispositif enregistre des informations sur mon usage, sous identifiant technique, et que je peux en demander la suppression.

☐ **J'accepte de participer à cette recherche.**

☐ J'accepte que mes entretiens soient enregistrés, étant entendu que les enregistrements seront détruits après transcription.

☐ J'accepte que des extraits anonymisés de mes propos soient cités dans le manuscrit et dans des publications.

☐ J'accepte que les informations d'usage enregistrées par le dispositif soient exploitées, sous identifiant anonyme.

☐ Je souhaite recevoir la synthèse des résultats après la soutenance.

Nom et prénom	
Établissement	*facultatif, non conservé dans les données*
Niveau enseigné	☐ 3AC ☐ 2BAC

Nom et prénom	
Groupe	☐ utilisateur ☐ comparaison
Adresse électronique	
Date	
Signature	

Version courte · questionnaire de l’étude 3

À placer en tête de formulaire. Le répondant ne peut accéder aux questions qu’après avoir coché.

Avant de commencer

Ce questionnaire s’inscrit dans une recherche doctorale menée à l’École normale supérieure de Tétouan sur les manuels de SVT et leur usage. Il dure environ **20 minutes**.

Il est anonyme. Ni votre nom ni celui de votre établissement ne sont demandés. Vos réponses ne serviront qu’à cette recherche et seront publiées uniquement sous forme agrégée.

Votre participation est volontaire. Vous pouvez arrêter à tout moment en fermant cette page ; vos réponses partielles ne seront pas conservées.

Il n’y a pas de bonne réponse. Ce qui intéresse la recherche est ce que vous faites et ce que vous pensez réellement, pas ce qui est recommandé.

Le chercheur qui mène cette étude conçoit par ailleurs un manuel numérique. Votre avis critique lui est plus utile qu’un avis favorable.

Contact : [adresse électronique retirée de l’annexe]

☐ **J’ai lu ces informations et j’accepte de répondre.**

☐ *facultatif* Acceptez-vous d’être recontacté pour la suite de cette recherche ? Si oui, adresse électronique : _____

Cette adresse est conservée séparément de vos réponses et n’y est jamais associée.

C1. Questionnaire enseignant avant l’usage (T0)

Notice

Code : C1.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : l’enseignant participant de l’étude 2 (ENS01).

Passation : formulaire en ligne, le 20 septembre 2026, avant la première séance avec le dispositif ; quarante items, vingt minutes annoncées (chapitre 7, 7.2.1 et 7.8).

Exploitation : chapitre 9, comparaison des construits appariés avec E1.

Version annexée : fichier « C1_Questionnaire-enseignant-T0_v2_administre », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Version écartée : « C1_Questionnaire-enseignants-T0_revision », document de révision non administré.

Reproduit tel quel : les mentions de travail qui figurent dans le libellé de certains items, comme « (D5 et D6 fusionnés) », « (F1 et F2 fusionnés) » ou « (liste ;) ».

Avertissement : l’en-tête mentionne un « amendement du 4 novembre 2026 », postérieur à la passation du 20 septembre 2026.

Étude 2 · version administrée · 40 items · 20 minutes

Version 2 du 15 septembre 2026, issue de la révision C1 du 14 septembre 2026 et de l’amendement du 4 novembre 2026

Ce questionnaire est rempli en ligne avant la première séance avec le manuel numérique MANARA. Il décrit votre situation de départ : votre équipement, vos usages actuels du numérique, ce que vous attendez et ce que vous craignez. Aucune réponse n’est bonne ou mauvaise, et vos réponses ne sont lues que par le chercheur.

Code enseignant : _____ ☐ J’ai lu la fiche d’information et je consens à participer (G2).

Section A · Profil

A1. Genre

☐ femme ☐ homme

A5. Ancienneté en SVT

☐ moins de 5 ans ☐ 5 à 10 ans ☐ 11 à 20 ans ☐ plus de 20 ans

A6. Région (AREF)

A7. Type d’établissement

☐ public ☐ privé

A8. Milieu

☐ urbain ☐ périurbain ☐ rural

A9. Formation reçue au numérique

☐ oui ☐ non + laquelle

Section B · Équipement et accès

B1. Ordinateur personnel

☐ oui ☐ non

B2. Tablette personnelle

☐ oui ☐ non

B3. Smartphone

☐ oui ☐ non

B4. Connexion à domicile

☐ oui ☐ non

B4b. Qualité perçue de la connexion

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 mauvaise … 4 très bonne)

B6. Connexion de l’établissement

☐ oui ☐ non

B6b. Disponible dans la salle où vous enseignez

☐ oui ☐ non

B7. Équipements de l’établissement

(liste ;)

B8. En état de fonctionnement ce trimestre

☐ tous ☐ une partie ☐ aucun

Section C · Usages actuels

C1. Ordinateur pour préparer les séances

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 quelques fois par trimestre · 3 une fois par mois · 4 une fois par semaine · 5 à chaque séance)

C2. Vidéoprojecteur en classe

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 quelques fois par trimestre · 3 une fois par mois · 4 une fois par semaine · 5 à chaque séance)

C3. Vidéos ou animations en classe

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 quelques fois par trimestre · 3 une fois par mois · 4 une fois par semaine · 5 à chaque séance)

C4. Ressources en ligne données aux élèves

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 quelques fois par trimestre · 3 une fois par mois · 4 une fois par semaine · 5 à chaque séance)

C5. Outils d’évaluation numériques

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 quelques fois par trimestre · 3 une fois par mois · 4 une fois par semaine · 5 à chaque séance)

C6. Outils utilisés

(liste ;)

Section D · Perceptions

D1. Un manuel numérique améliorerait la qualité de mon enseignement

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D2. … permettrait de différencier

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D3. … rendrait les élèves plus actifs et motivés

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D4. … me ferait gagner du temps

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D5. … serait facile à utiliser (D5 et D6 fusionnés)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D7. Je me sens capable de l’utiliser en classe

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D8. L’idée de l’utiliser devant la classe m’inquiète

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D9. Je crains des problèmes techniques en séance

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D10. Il pourrait remplacer le manuel papier

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D11. Il doit être adapté au contexte marocain

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D12. Je crains de perdre le contrôle de la dynamique de ma classe

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D13. Je crains une surcharge cognitive pour mes élèves

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

Section E · Besoins et attentes

E1. Fonctionnalités attendues

(liste ; + précision)

E2. Devrait fonctionner hors ligne

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E3. Devrait être bilingue arabe-français

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E4. Devrait inclure des exercices autocorrigés

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E5. Autres attentes (ouverte)

_____

Section F · Facteurs contextuels

F1. Mon établissement encourage et soutient l'usage du numérique (F1 et F2 fusionnés)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

F3. Mes collègues utilisent le numérique en classe

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

F5. Le programme laisse du temps pour cela

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

F6. Principaux obstacles (ouverte)

_____

F7. Effectif de la classe la plus chargée

(nombre)

C2. Questionnaire élèves avant l’usage (T0)

Notice

Code : C2.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : élèves de la classe utilisatrice (3AC-3). Ces élèves sont mineurs ; aucune autorisation parentale n’a été recueillie (chapitre 6).

Passation : formulaire en ligne bilingue, français et arabe, supervisé par l’enseignant, le 24 septembre 2026 ; trente-quatre items, quinze minutes (chapitre 7, 7.8).

Effectif obtenu : 33 élèves (chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « C2_Questionnaire-eleves-T0_v2_administre », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section. Ce fichier ne contient que le texte français ; comme il l’indique lui-même, la version arabe figurait en regard dans le formulaire en ligne.

Version écartée : « C2_Questionnaire-eleves-T0_revision », document de révision non administré.

Avertissement : l’en-tête mentionne un « amendement du 4 novembre 2026 », postérieur à la passation du 24 septembre 2026.

Notes de l’auteur : 1 note de l’auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l’instrument et non réalisées.

Étude 2 · version administrée bilingue (français / العربية) · 34 items · 15 minutes

Version 2 du 18 septembre 2026, issue de la révision C2 du 14 septembre 2026 et de l’amendement du 4 novembre 2026 ; traduction et rétrotraduction vérifiées

> *[Note de l’auteur : prévu dans l’instrument, non réalisé ; aucune rétrotraduction du questionnaire n’a été conduite ; voir chapitre 7, section 7.6.1.]*

Bonjour. Ce questionnaire n’est pas un contrôle et il n’est pas noté. Il sert à une recherche sur un manuel numérique de SVT que tu vas utiliser avec ton professeur pendant cinq semaines. Personne dans ton collège ne verra tes réponses. Si tu ne veux pas répondre à une question, tu peux la laisser.

Écris en haut le code que ton professeur t’a donné. N’écris pas ton nom. Code élève : _____

(La version arabe de chaque question figure en regard dans le formulaire en ligne ; elle n’est pas reproduite ici.)

Section A · Qui es-tu ?

A1. Tu es

☐ fille ☐ garçon

A2. Ton âge

☐ 13 ☐ 14 ☐ 15 ☐ 16 ans ou plus

A3. Tu habites

☐ ville ☐ périphérie ☐ campagne

Section B · Ton matériel et ta connexion

B1. Il y a un ordinateur chez toi

☐ oui ☐ non

B2. Il y a une tablette chez toi

☐ oui ☐ non

B3. Tu as un smartphone

☐ à moi ☐ partagé avec ma famille ☐ non

B4. Il y a une connexion internet chez toi

☐ oui ☐ non

B5. La connexion chez toi est

☐ bonne ☐ moyenne ☐ mauvaise ☐ pas de connexion

B6. Au collège, il y a une connexion que tu peux utiliser pour travailler

☐ oui ☐ non ☐ je ne sais pas

B7. L’appareil que tu utilises le plus pour travailler est

☐ à moi ☐ partagé avec ma famille ☐ je n’en ai pas

B8. À quel moment peux-tu l’utiliser ?

☐ à tout moment ☐ le soir seulement ☐ le week-end ☐ rarement

Section C · Tes habitudes de travail

C1. Je relis mon cours de SVT

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

C2. Je fais les exercices du manuel

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

C3. Je regarde des vidéos pour comprendre une leçon

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

C4. Je cherche des explications sur internet

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

C5. Je révise avec des camarades

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

C6. Je demande de l'aide à quelqu'un de ma famille

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

C7. Temps d'étude par jour

☐ moins de 30 min ☐ entre 30 min et 1 h ☐ entre 1 h et 2 h ☐ plus de 2 h

Section D · Toi et le numérique

D1. Je suis à l'aise avec les outils numériques

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D2. J'apprends vite à utiliser une nouvelle application

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D3. J'utilise le numérique pour faire mes devoirs

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D4. J'aime utiliser des outils numériques pour apprendre

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D5. Le numérique m'aide à comprendre les leçons

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D6. Je préfère lire sur papier plutôt que sur écran

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D7. Quand je lis un long texte sur un écran, je me fatigue plus vite que sur papier

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D8. Je relis plusieurs fois quand je lis sur écran

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D9. Je me souviens mieux de ce que je lis sur papier

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

Section E · Ce que tu attends

E1. As-tu déjà utilisé un manuel numérique ?

☐ oui, souvent ☐ oui, une fois ou deux ☐ non

E2. Un manuel numérique m'aiderait à mieux comprendre les SVT

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E3. J'aimerais utiliser un manuel numérique en classe

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E5. J'aimerais l'utiliser à la maison

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E6. J'ai peur que ce soit compliqué

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E7. Qu'est-ce que tu voudrais trouver dans un manuel numérique ? (ouverte)

_____

Veux-tu ajouter quelque chose ? (facultatif)

_____

C3. Test de connaissances, troisième année du cycle collégial

Notice

Code : C3.

Statut : Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : élèves des deux classes de 3AC de l'enseignant participant : la classe utilisatrice (3AC-3) et la classe de comparaison (3AC-6).

Passation : en classe, vingt-cinq minutes, avant l'usage les 21 et 22 septembre 2026 (T0) et après l'usage les 2 et 3 novembre 2026 (T1) ; même test aux deux temps, ordre des items et des options permuté en T1 (chapitre 7, 7.4.2 et 7.8).

Effectif obtenu : 70 copies en T0, 68 en T1, 66 appariées (chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9 ; sept items hors des seuils, définis après le recueil, ont été retirés de l'analyse aux deux temps.

Version annexée : fichier « C3_Test-connaissances_3AC », reproduit en entier, lignes d'en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section. Version dans l'ordre de référence ; la version permutée passée en T1 ne figure pas dans le dossier des instruments.

Nutrition : les aliments, la digestion, l'éducation nutritionnelle

administré en T0 et en T1

Version 1 du 14 septembre 2026

Consigne aux élèves

Test de sciences de la vie et de la terre

Ce test porte sur la nutrition. Il dure **25 minutes**.

Il comporte **20 questions à choix multiple**, où une seule réponse est correcte, et **2 questions à rédiger**.

Ce test ne compte pas dans votre moyenne. Il sert à une recherche sur les manuels. Répondez sincèrement : si vous ne savez pas, il vaut mieux laisser vide que deviner.

Inscrivez en haut de la feuille le **code** que votre professeur vous a donné. N'écrivez pas votre nom.

Code élève : _____

Partie 1. Questions à choix multiple, 20 points

Niveau restitution, items 1 à 8

1. Parmi ces aliments, lequel est un aliment simple ?

☐ a) Le pain

☐ b) Le lait

☐ c) L'eau

☐ d) La tomate

2. Les nutriments énergétiques sont :

☐ a) L'eau, les sels minéraux et les vitamines

☐ b) Les glucides, les lipides et les protides

☐ c) Les fibres, l'eau et les vitamines

☐ d) Les protides, les vitamines et l'eau

3. Dans l'ordre, le tube digestif comprend :

☐ a) Bouche, œsophage, estomac, gros intestin, intestin grêle, anus

☐ b) Bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, anus

☐ c) Bouche, estomac, œsophage, intestin grêle, gros intestin, anus

☐ d) Bouche, œsophage, intestin grêle, estomac, gros intestin, anus

4. Les glandes annexes du tube digestif sont :

☐ a) L'estomac et le pancréas

☐ b) Le foie et l'intestin grêle

☐ c) Les glandes salivaires, le foie et le pancréas

☐ d) Le foie, le pancréas et le gros intestin

5. L'amylase salivaire agit sur :

☐ a) Les protides

☐ b) Les lipides

☐ c) L'amidon

☐ d) Les sels minéraux

6. L'absorption intestinale a lieu principalement dans :

☐ a) L'estomac

☐ b) L'intestin grêle

☐ c) Le gros intestin

☐ d) L'œsophage

7. Une ration alimentaire équilibrée doit apporter :

☐ a) Uniquement des glucides et des lipides

☐ b) Le maximum de protides possible

☐ c) Tous les groupes de nutriments, en proportions adaptées aux besoins

☐ d) Uniquement des aliments d'origine végétale

8. La carence en fer provoque :

☐ a) Le rachitisme

☐ b) L'anémie

☐ c) Le goitre

☐ d) Le scorbut

Niveau compréhension et application, items 9 à 16

9. Un élève affirme : « le pain est un nutriment ». Cette affirmation est :

☐ a) Correcte, car le pain nourrit

☐ b) Incorrecte, car le pain n'est pas énergétique

☐ c) Incorrecte, car le pain est un aliment composé, qui contient des nutriments

☐ d) Correcte, car le pain contient de l'amidon

10. On verse quelques gouttes d'eau iodée sur une pomme de terre. La coloration devient bleu-noir. On en déduit que la pomme de terre contient :

☐ a) Du glucose

☐ b) De l'amidon

☐ c) Des protides

☐ d) Des lipides

11. Pourquoi les aliments doivent-ils être transformés avant de passer dans le sang ?

☐ a) Parce qu'ils sont trop chauds

☐ b) Parce qu'ils contiennent des microbes

☐ c) Parce que leurs molécules sont trop grosses pour traverser la paroi de l'intestin

☐ d) Parce que le sang ne peut transporter que des liquides

12. La digestion est :

☐ a) Uniquement la fragmentation des aliments en petits morceaux

☐ b) Uniquement l'action des enzymes

☐ c) La combinaison d'une transformation mécanique et d'une transformation chimique

☐ d) Le passage des nutriments dans le sang

13. Comment une enzyme digestive agit-elle sur un aliment ?

☐ a) Elle le chauffe jusqu'à le faire fondre

☐ b) Elle le découpe mécaniquement

☐ c) Elle le dissout comme le ferait un acide

☐ d) Elle transforme une molécule précise en molécules plus petites, sans agir sur les autres

14. Les nutriments passent de l'intestin vers le sang :

☐ a) Par une ouverture permanente dans la paroi

☐ b) Automatiquement, dès qu'ils sont assez petits

☐ c) En traversant la paroi de l'intestin, au niveau des villosités

☐ d) Par le gros intestin uniquement

15. Un adolescent qui pratique un sport intensif doit surtout augmenter :

☐ a) Sa consommation de vitamines uniquement

☐ b) Son apport énergétique et son apport en eau

☐ c) Sa consommation de sel

☐ d) Son apport en fibres

16. Sur une étiquette alimentaire, la mention « pour 100 g » permet de :

☐ a) Connaître le poids du produit

☐ b) Comparer deux produits de manière équitable

☐ c) Savoir combien de grammes il faut manger

☐ d) Connaître la date de péremption

Niveau analyse, items 17 à 20

17. Deux aliments A et B apportent la même énergie pour 100 g. A contient 20 g de lipides et 5 g de protides, B contient 3 g de lipides et 20 g de protides. Pour un adolescent en croissance, lequel est préférable et pourquoi ?

☐ a) A, parce que les lipides donnent plus d'énergie

☐ b) B, parce que les protides servent à construire les cellules

☐ c) A, parce qu'il contient moins de protides

☐ d) Aucun des deux, il faudrait connaître les vitamines

18. On place de l'amidon et de l'amylase dans un tube à dialyse plongé dans de l'eau. Après une heure, l'eau extérieure contient du glucose mais pas d'amidon. Que montre cette expérience ?

☐ a) Que l'amidon a disparu

☐ b) Que le glucose est plus léger que l'amidon

☐ c) Que la paroi du tube laisse tout passer sauf l'amidon parce qu'il est solide

☐ d) Que seules les petites molécules issues de la digestion peuvent traverser la paroi

19. Dans une expérience de digestion in vitro, un élève place un tube avec amidon et amylase, et un second tube avec amidon seul. Le second tube sert à :

☐ a) Doubler la quantité de résultat

☐ b) Vérifier que la transformation observée est bien due à l'amylase

☐ c) Mesurer la température

☐ d) Comparer deux enzymes différentes

20. Un relevé alimentaire montre qu'un élève consomme chaque jour beaucoup de produits sucrés et peu de fruits et légumes. Quel est le risque principal à long terme ?

☐ a) Une carence en protides

☐ b) Une anémie immédiate

☐ c) Un déséquilibre alimentaire favorisant le surpoids et les carences en vitamines et en fibres

☐ d) Aucun risque, tant que l'apport énergétique est suffisant

Partie 2. Questions ouvertes, 10 points

O1. Explication d'un mécanisme · 5 points

Un morceau de pain est avalé. Expliquez, en cinq à huit lignes, ce qui lui arrive jusqu'à ce que ses constituants se retrouvent dans le sang.

Votre réponse doit préciser **où** les transformations se produisent et **comment** le passage dans le sang devient possible.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

O2. Explication d'un mécanisme · 5 points

On chauffe fortement de la salive avant de la mettre en présence d'amidon. L'amidon n'est plus transformé.

Expliquez pourquoi, en quatre à six lignes.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

C3. Test de connaissances, troisième année du cycle collégial (corrigé)

Notice

Code : C3 (corrigé).

Nature : document du chercheur : spécification du test, sujet avec les bonnes réponses en gras et les distracteurs révélateurs signalés, grilles de correction des deux questions ouvertes, tableau de spécification, règles de permutation entre T0 et T1.

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « C3_Test-connaissances_3AC_CORRIGE », reproduit en entier, lignes d'en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section. Le titre du fichier étant celui du sujet, la mention « (corrigé) » lui est ajoutée pour l'annexe.

Avertissement : la rubrique « Analyse des items après T0 » donne les seuils de l'analyse d'items (difficulté de 0,20 à 0,90, discrimination d'au moins 0,20) dans un document qui porte la date du 14 septembre 2026, antérieure au T0 ; cette date n'étant pas certifiée, le chapitre 7 (7.6.4 et 7.7.1) présente ces seuils comme définis après le recueil.

Notes de l'auteur : 1 note de l'auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l'instrument et non réalisées.

Nutrition : les aliments, la digestion, l'éducation nutritionnelle

Instrument créé pour cette recherche · administré en T0 et en T1

Version 1 du 14 septembre 2026

Spécification

Paramètre	Valeur
Niveau	Troisième année du cycle collégial
Contenus	Strictement ceux du prototype MANARA 3AC, chapitres 1, 2 et 3
Format	20 questions à choix multiple à quatre options, une seule correcte, plus 2 questions ouvertes courtes

Paramètre	Valeur
Barème	1 point par QCM, 5 points par question ouverte, **total sur 30**
Durée	25 minutes
Passations	T0 avant l'usage, T1 après cinq semaines, **items identiques**
Permutation	L'ordre des items et l'ordre des options sont permutés entre T0 et T1
Appariement	Code élève anonyme généré et conservé par l'enseignant seul
Hypothèse servie	H5, effets à court terme sur la compréhension

Contrainte de validité de contenu

Chaque item ne porte que sur un contenu **effectivement couvert par le chapitre prototype**. Cette contrainte évite d'attribuer à l'usage du manuel numérique des acquisitions qu'il n'a pas travaillées. La colonne « source » du tableau de spécification indique, pour chaque item, l'activité du prototype qui le couvre.

Répartition taxonomique, fixée avant rédaction

Niveau	Items	Nombre
Restitution	1 à 8	8
Compréhension et application	9 à 16	8
Analyse	17 à 20	4
Explication de mécanisme, ouverte	O1, O2	2

Répartition par chapitre

Chapitre	Items
1. Les aliments	1, 2, 9, 10, 17
2. La digestion	3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 18, 19, O1, O2
3. L'éducation nutritionnelle	7, 8, 15, 16, 20

Items sondant un obstacle épistémologique

Six items sont construits pour que leur distracteur dominant corresponde à un obstacle documenté de la grille A5. Un élève qui choisit ce distracteur ne se trompe pas au hasard : il exprime une conception. **L'analyse des distracteurs est donc un résultat en soi**, indépendant du score.

Item	Obstacle sondé	Distracteur révélateur
9	O3, confusion aliment et nutriment	b
12	O1, réduction au broyage	a
13	O4, l'enzyme comme acide	c
14	O5, l'absorption automatique	b
18	O2, obstacle topologique	c
O1	O2 et O5 combinés	analyse du texte

Consigne aux élèves

Test de sciences de la vie et de la terre

Ce test porte sur la nutrition. Il dure **25 minutes**.

Il comporte **20 questions à choix multiple**, où une seule réponse est correcte, et **2 questions à rédiger**.

Ce test ne compte pas dans votre moyenne. Il sert à une recherche sur les manuels. Répondez sincèrement : si vous ne savez pas, il vaut mieux laisser vide que deviner.

Inscrivez en haut de la feuille le **code** que votre professeur vous a donné. N'écrivez pas votre nom.

Code élève : _____

Partie 1. Questions à choix multiple, 20 points

Niveau restitution, items 1 à 8

1. Parmi ces aliments, lequel est un aliment simple ?

a) Le pain

b) Le lait

c) **L'eau**

d) La tomate

2. Les nutriments énergétiques sont :

a) L'eau, les sels minéraux et les vitamines

b) **Les glucides, les lipides et les protides**

c) Les fibres, l'eau et les vitamines

d) Les protides, les vitamines et l'eau

3. Dans l'ordre, le tube digestif comprend :

a) Bouche, œsophage, estomac, gros intestin, intestin grêle, anus

b) **Bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, anus**

c) Bouche, estomac, œsophage, intestin grêle, gros intestin, anus

d) Bouche, œsophage, intestin grêle, estomac, gros intestin, anus

4. Les glandes annexes du tube digestif sont :

a) L'estomac et le pancréas

b) Le foie et l'intestin grêle

c) **Les glandes salivaires, le foie et le pancréas**

d) Le foie, le pancréas et le gros intestin

5. L'amylase salivaire agit sur :

a) Les protides

b) Les lipides

c) **L’amidon**

d) Les sels minéraux

6. L’absorption intestinale a lieu principalement dans :

a) L’estomac

b) **L’intestin grêle**

c) Le gros intestin

d) L’œsophage

7. Une ration alimentaire équilibrée doit apporter :

a) Uniquement des glucides et des lipides

b) Le maximum de protides possible

c) **Tous les groupes de nutriments, en proportions adaptées aux besoins**

d) Uniquement des aliments d’origine végétale

8. La carence en fer provoque :

a) Le rachitisme

b) **L’anémie**

c) Le goitre

d) Le scorbut

Niveau compréhension et application, items 9 à 16

9. Un élève affirme : « le pain est un nutriment ». Cette affirmation est :

a) Correcte, car le pain nourrit

b) *Incorrecte, car le pain n’est pas énergétique* · **distracteur révélateur, obstacle O3**

c) **Incorrecte, car le pain est un aliment composé, qui contient des nutriments**

d) Correcte, car le pain contient de l’amidon

10. On verse quelques gouttes d’eau iodée sur une pomme de terre. La coloration devient bleu-noir. On en déduit que la pomme de terre contient :

a) Du glucose

b) **De l’amidon**

c) Des protides

d) Des lipides

11. Pourquoi les aliments doivent-ils être transformés avant de passer dans le sang ?

a) Parce qu’ils sont trop chauds

b) Parce qu’ils contiennent des microbes

c) **Parce que leurs molécules sont trop grosses pour traverser la paroi de l'intestin**

d) Parce que le sang ne peut transporter que des liquides

12. La digestion est :

a) *Uniquement la fragmentation des aliments en petits morceaux* · **distracteur révélateur, obstacle O1**

b) Uniquement l'action des enzymes

c) **La combinaison d'une transformation mécanique et d'une transformation chimique**

d) Le passage des nutriments dans le sang

13. Comment une enzyme digestive agit-elle sur un aliment ?

a) Elle le chauffe jusqu'à le faire fondre

b) Elle le découpe mécaniquement

c) *Elle le dissout comme le ferait un acide* · **distracteur révélateur, obstacle O4**

d) **Elle transforme une molécule précise en molécules plus petites, sans agir sur les autres**

14. Les nutriments passent de l'intestin vers le sang :

a) Par une ouverture permanente dans la paroi

b) *Automatiquement, dès qu'ils sont assez petits* · **distracteur révélateur, obstacle O5**

c) **En traversant la paroi de l'intestin, au niveau des villosités**

d) Par le gros intestin uniquement

15. Un adolescent qui pratique un sport intensif doit surtout augmenter :

a) Sa consommation de vitamines uniquement

b) **Son apport énergétique et son apport en eau**

c) Sa consommation de sel

d) Son apport en fibres

16. Sur une étiquette alimentaire, la mention « pour 100 g » permet de :

a) Connaître le poids du produit

b) **Comparer deux produits de manière équitable**

c) Savoir combien de grammes il faut manger

d) Connaître la date de péremption

Niveau analyse, items 17 à 20

17. Deux aliments A et B apportent la même énergie pour 100 g. A contient 20 g de lipides et 5 g de protides, B contient 3 g de lipides et 20 g de protides. Pour un adolescent en croissance, lequel est préférable et pourquoi ?

a) A, parce que les lipides donnent plus d'énergie

b) **B, parce que les protides servent à construire les cellules**

c) A, parce qu'il contient moins de protides

d) Aucun des deux, il faudrait connaître les vitamines

18. On place de l'amidon et de l'amylase dans un tube à dialyse plongé dans de l'eau. Après une heure, l'eau extérieure contient du glucose mais pas d'amidon. Que montre cette expérience ?

a) Que l'amidon a disparu

b) Que le glucose est plus léger que l'amidon

c) *Que la paroi du tube laisse tout passer sauf l'amidon parce qu'il est solide* · **distracteur révélateur, obstacle O2**

d) **Que seules les petites molécules issues de la digestion peuvent traverser la paroi**

19. Dans une expérience de digestion in vitro, un élève place un tube avec amidon et amylase, et un second tube avec amidon seul. Le second tube sert à :

a) Doubler la quantité de résultat

b) **Vérifier que la transformation observée est bien due à l'amylase**

c) Mesurer la température

d) Comparer deux enzymes différentes

20. Un relevé alimentaire montre qu'un élève consomme chaque jour beaucoup de produits sucrés et peu de fruits et légumes. Quel est le risque principal à long terme ?

a) Une carence en protides

b) Une anémie immédiate

c) **Un déséquilibre alimentaire favorisant le surpoids et les carences en vitamines et en fibres**

d) Aucun risque, tant que l'apport énergétique est suffisant

Partie 2. Questions ouvertes, 10 points

O1. Explication d'un mécanisme · 5 points

> Un morceau de pain est avalé. Expliquez, en cinq à huit lignes, ce qui lui arrive jusqu'à ce que ses constituants se retrouvent dans le sang.
>
> Votre réponse doit préciser **où** les transformations se produisent et **comment** le passage dans le sang devient possible.

Grille de correction, 5 points

Élément attendu	Points
Mention de la transformation mécanique, mastication et brassage	0,5
Mention de la transformation chimique par des enzymes	1
Localisation correcte d'au moins deux étapes, bouche et intestin grêle	1
Énoncé de la simplification moléculaire, amidon vers glucose	1

Élément attendu	Points
Mention explicite du franchissement de la paroi intestinale	1
Mention des villosités ou de la surface d’échange	0,5

Indicateur qualitatif à relever, hors barème. Noter si la copie emploie une formule finaliste du type « le corps a besoin donc il prend », obstacle O6, ou traite le tube digestif comme déjà intérieur au corps, obstacle O2. Ce relevé se fait sur toutes les copies et se compare entre T0 et T1.

O2. Explication d’un mécanisme · 5 points

On chauffe fortement de la salive avant de la mettre en présence d’amidon. L’amidon n’est plus transformé.

Expliquez pourquoi, en quatre à six lignes.

Grille de correction, 5 points

Élément attendu	Points
Identification de l’amylase comme responsable de la transformation	1
Énoncé que la chaleur a détruit ou dénaturé l’enzyme	1,5
Mention que l’enzyme fonctionne dans des conditions précises, température ou pH	1,5
Raisonnement correct : sans enzyme active, pas de transformation chimique	1

Indicateur qualitatif à relever, hors barème. Noter si la copie assimile l’enzyme à un acide ou à un produit qui dissout, obstacle O4.

Tableau de spécification

Item	Chapitre	Niveau	Contenu visé	Obstacle sondé	Source dans le prototype
1	1	restitution	Aliment simple et composé		Ch. 1, activité 4
2	1	restitution	Nutriments énergétiques		Ch. 1, activité 1
3	2	restitution	Organisation du tube digestif		Ch. 2, activité 1
4	2	restitution	Glandes annexes	O7	Ch. 2, activité 1
5	2	restitution	Spécificité de l’amylase		Ch. 2, activité 4
6	2	restitution	Lieu de l’absorption		Ch. 2, activité 5
7	3	restitution	Ration équilibrée		Ch. 3
8	3	restitution	Carence en fer		Ch. 3
9	1	compréhension	Aliment et nutriment	**O3**	Ch. 1, activité 4
10	1	application	Test à l’eau iodée		Ch. 1, activités 1 et 3
11	2	compréhension	Nécessité de la simplification	O2	Ch. 2, situation-problème
12	2	compréhension	Nature de la digestion	**O1**	Ch. 2, activité 3
13	2	compréhension	Action enzymatique	**O4**	Ch. 2, activité 4

Item	Chapitre	Niveau	Contenu visé	Obstacle sondé	Source dans le prototype
14	2	compréhension	Passage dans le sang	**O5**	Ch. 2, activité 5
15	3	application	Besoins et activité physique		Ch. 3
16	3	application	Lecture d'étiquette		Ch. 1, activité 5
17	1	analyse	Comparaison de deux aliments		Ch. 1 et 3
18	2	analyse	Modèle du tube à dialyse	**O2**	Ch. 2, activité 5
19	2	analyse	Rôle de l'expérience témoin		Ch. 2, activité 2
20	3	analyse	Déséquilibre alimentaire		Ch. 3, activité 1
O1	2	explication	Trajet et franchissement	**O2, O5, O6**	Ch. 2, ensemble
O2	2	explication	Conditions d'action enzymatique	**O4**	Ch. 2, activités 2 et 4

Règles de passation et d'analyse

Permutation entre T0 et T1

Élément	Règle
Items	Ordre permuté selon une table fixée à l'avance et consignée
Options	Ordre permuté à l'intérieur de chaque item, la position de la bonne réponse change
Questions ouvertes	Ordre inversé, énoncés inchangés
Contenu	**Strictement identique.** Aucun énoncé n'est modifié entre les deux passations

Analyse des items après T0

Conformément au chapitre 7, deux indices sont calculés sur les **seules données de T0**, avant que celles de T1 ne soient connues.

Indice	Calcul	Seuil de retrait
Difficulté	proportion de réponses correctes	inférieur à 0,20 ou supérieur à 0,90
Discrimination	corrélation item-total, ou différence entre quartile supérieur et inférieur	inférieur à 0,20

Les items hors seuils sont retirés de l'analyse T0-T1 et ne sont jamais réécrits entre les deux passations. Décider après coup quels items conserver, au vu des résultats du post-test, reviendrait à sélectionner les items qui produisent l'effet attendu.

Analyse des distracteurs

Pour les six items sondant un obstacle, la **proportion d'élèves ayant choisi le distracteur révélateur** est calculée en T0 et en T1. Sa diminution est un résultat distinct de la progression du score, et plus intéressant qu'elle : elle indique qu'une conception a été travaillée et non qu'une réponse a été mémorisée.

Validation de contenu, avant toute passation

Le test est soumis à **trois enseignants expérimentés de troisième année du collégial et à un inspecteur pédagogique**, qui se prononcent item par item sur trois points :

l'item porte-t-il sur un contenu du programme officiel ?

son énoncé est-il univoque pour un élève de ce niveau ?

les options sont-elles exemptes d'ambiguïté et d'indice involontaire ?

Règle de décision : tout item faisant l'objet d'une réserve de deux relecteurs sur quatre est réécrit ou supprimé. La version soumise et la version retenue sont conservées toutes deux.

Délai à prévoir : deux semaines entre l'envoi aux relecteurs et la version définitive. C'est le délai externe le plus contraignant du calendrier des instruments.

> *[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; le test a été relu par un seul enseignant de SVT expérimenté de l'établissement, sans inspecteur et sans pré-test ; voir chapitre 7, section 7.6.1, et chapitre 11, section 11.5.2.]*

C5. Grille de correction et procédure de double correction

Notice

Code : C5.

Nature : grille remise à l'enseignant participant, qui a corrigé seul les copies des deux classes et codé les conceptions, en sachant à quelle classe chaque copie appartenait (chapitre 7, 7.4.2 ; chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « C5_Grille-correction-et-double-correction_v2 », reproduit en entier, lignes d'en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Notes de l'auteur : 2 notes de l'auteur, en italique et entre crochets, signalent les étapes prévues par l'instrument et non réalisées.

Test de connaissances C3 (3AC)

Instrument créé pour cette recherche

Version 2 du 9 novembre 2026 · le test C4 (2BAC), rédigé avant le resserrement du périmètre, est versé au dossier des instruments écartés

À qui ce document est destiné

À l'enseignant participant, qui corrige les copies de ses propres élèves, et au chercheur, qui double-corrige un échantillon.

> *[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; aucune double correction des copies n'a été conduite ; voir chapitre 9, section 9.1, et chapitre 11, section 11.5.2.]*

Il tient en quatre pages et se lit en dix minutes. Aucune correction ne commence avant sa lecture.

1. Ce que l'enseignant reçoit et ce qu'il renvoie

Reçoit	Renvoie
Le sujet, version T0 ou T1	La grille de report remplie, une ligne par élève
La grille de correction, ce document	Les copies numérisées des questions ouvertes, sans nom
La grille de report vierge, tableur	Rien d'autre

Ce qui ne parvient jamais au chercheur : le nom des élèves, la table de correspondance entre noms et codes, les copies des questions à choix multiple.

Le code élève est généré par l'enseignant, conservé par lui seul, et il est **le même en T0 et en T1**. C'est la seule condition de l'appariement. Un code perdu entre les deux passations rend la copie inutilisable pour l'analyse principale.

> **Format de code recommandé** : trois lettres tirées au sort suivies de deux chiffres, par exemple KRM07. Ne jamais utiliser les initiales, ni le numéro de classe, ni la date de naissance.

2. Correction des questions à choix multiple, 20 points

Règles

Situation	Décision
Une seule case cochée, bonne réponse	1 point
Une seule case cochée, mauvaise réponse	0 point, **et relever la lettre choisie**
Aucune case cochée	0 point, coder NR, non réponse
Plusieurs cases cochées	0 point, coder MC, multi-cochage
Rature manifeste avec un choix final lisible	Le choix final compte
Rature sans choix final lisible	Coder NR

Aucun point négatif. Aucun demi-point.

> **Pourquoi relever la lettre choisie et pas seulement le juste ou faux.** Six items de chaque test comportent un **distracteur révélateur** qui correspond à une conception erronée documentée. Un élève qui le choisit n'a pas répondu au hasard, il a exprimé une conception. La diminution de ce choix entre T0 et T1 est un résultat en soi, distinct de la progression du score. C'est la donnée la plus intéressante du test et elle est perdue si l'on ne relève que le score.

Corrigés

Test C3, troisième année du collégial

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
c	b	b	c	c	b	c	b	c	b
11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
c	c	d	c	b	b	b	d	b	c

Distracteurs révélateurs à relever : item 9 option b, item 12 option a, item 13 option c, item 14 option b, item 18 option c.

> **Attention à la permutation.** Les corrigés ci-dessus valent pour la **version de référence**. Chaque version permutée est accompagnée de son propre corrigé, produit automatiquement par la table de permutation. Ne jamais corriger une version permutée avec le corrigé de la version de référence.

3. Correction des questions ouvertes, 10 points

Principe

La grille de C3 attribue des points à des **éléments attendus**, et non à une impression globale. Un élément est acquis ou il ne l'est pas.

Règle	Détail
Un élément présent mais mal formulé	Acquis, si le sens est correct
Un élément présent et faux	Non acquis, 0 pour cet élément
Un élément présent en termes vagues	Demi-point, une seule fois par copie
Élément non demandé mais exact	Aucun point supplémentaire
Élément non demandé et faux	Aucun retrait de point
Copie hors sujet	0, et coder HS
Copie vide	0, et coder NR

L'orthographe et la langue ne sont jamais pénalisées. Le test mesure une compréhension, pas une maîtrise du français. Un élève qui écrit « les molicule son trop gro pour pasé » a acquis l'élément.

Relevé qualitatif obligatoire

En marge du barème, chaque copie ouverte reçoit un **codage de conception**, à reporter dans la grille.

Codes de conception

Code	Ce qu'on relève
FIN	Formule finaliste, « le corps a besoin donc il prend », « l'estomac veut digérer »
TOP	Le tube digestif est traité comme déjà intérieur au corps, aucune barrière n'est franchie
ACI	L'enzyme est décrite comme un acide, ou comme dissolvant

Code	Ce qu’on relève
BRO	La digestion est réduite au broyage, aucune transformation chimique n’est mentionnée
RAS	Aucune de ces conceptions

Plusieurs codes peuvent être attribués à une même copie.

4. Grille de report

Un onglet par passation, T0 et T1, une ligne par élève.

Colonne	Format	Note
code_eleve	texte	identique en T0 et T1
classe	texte	
groupe	liste	utilisateur / comparaison
Q1 à Q20	lettre a, b, c, d, ou NR, ou MC	**la lettre choisie, pas le score**
O1_points	décimal, 0 à 5	
O2_points	décimal, 0 à 5	
O1_codes	texte	codes de conception, séparés par un point-virgule
O2_codes	texte	idem
duree_reelle	entier, minutes	pour la classe entière
incidents	texte libre	interruption, absence, tout ce qui a pu affecter la passation

Le score sur 30 est **calculé** à partir des lettres et des points, jamais saisi à la main.

5. Double correction par le chercheur

Échantillon

Vingt pour cent des copies, tirées de manière à couvrir les deux classes, utilisatrice et de comparaison.

Ce qui est double-corrigé

Les **questions ouvertes seulement**. Les questions à choix multiple ne nécessitent pas de double correction, leur correction étant mécanique ; elles font l’objet d’un contrôle de saisie sur le même échantillon.

Procédure

Le chercheur reçoit les copies numérisées, **sans le barème déjà rempli par l’enseignant**.

Il corrige élément par élément avec la même grille.

Les deux corrections sont comparées, élément par élément et non note à note.

L’accord est calculé sur les **éléments attendus**, traités comme des variables binaires, par le kappa de Cohen.

Seuil et conduite

Résultat	Conduite
Kappa supérieur ou égal à 0,70	Les corrections des enseignants sont retenues telles quelles
Kappa entre 0,60 et 0,70	Les éléments en désaccord sont re-spécifiés et **l'échantillon de double correction est porté à 40 %**
Kappa inférieur à 0,60	**Toutes les copies sont recorrigées par le chercheur**, et ce fait est rapporté au chapitre 9

Le seuil est fixé ici, avant le terrain, précisément pour qu'il ne puisse pas être ajusté ensuite.

Cas particulier des codes de conception

Les codes de conception font l'objet du même calcul d'accord, séparément. Un désaccord sur les codes sans désaccord sur les points signale que les définitions de codes sont floues, et non que la correction est mauvaise : dans ce cas, seuls les codes sont repris.

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; aucune double correction des copies n'a été conduite ; voir chapitre 9, section 9.1, et chapitre 11, section 11.5.2.]

6. Consignes de passation, à remettre à l'enseignant

Point	Consigne
Moment	Une séance ordinaire, jamais en fin de trimestre ni la veille d'un contrôle
Durée	25 minutes, annoncées et tenues
Matériel	Aucun document, aucun manuel, aucun téléphone
Consigne orale	Lire à voix haute le paragraphe de consigne du sujet, et **insister sur le fait que le test ne compte pas dans la moyenne**
Codes	Distribuer les codes avant, un par élève, et les récupérer en fin de séance pour la table de correspondance
Absents	Ne pas rattraper. Un élève absent en T0 ou en T1 n'entre pas dans l'analyse appariée
Aide	Ne répondre à aucune question de contenu. Reformuler une consigne est permis, expliquer un terme scientifique ne l'est pas
Incident	Tout noter dans la colonne incidents, même mineur

La consigne la plus importante est celle sur la note. Un élève qui croit que le test compte répond pour avoir une bonne note, et non pour dire ce qu'il pense. C'est précisément ce qui détruirait l'analyse des distracteurs.

Annexe E

Instruments de l’étude 2, pendant l’usage

Journal de bord, auto-observation guidée, grilles de réaction, traces de la plateforme

Versions de travail des instruments, conformes aux versions administrées sauf mise en forme

Table des matières

Note sur cette annexe....118
D1. Journal de bord hebdomadaire, révision....119
D2. Auto-observation guidée d'une séance....121
D3 et D4. Grilles de réaction, enseignant et élèves, révision....126
D5. Traces de la plateforme, spécification et grille d'analyse....129

Note sur cette annexe

Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Cette annexe reproduit les fichiers des instruments tels qu'ils figurent dans le dossier des instruments de la thèse, en entier : lignes d'en-tête et de version, commentaires du concepteur, rubriques de conception et plans de dépouillement compris. Les retouches se limitent à la mise en forme : police Times New Roman, apostrophes typographiques, marges de 2,5 cm, largeur des tableaux ramenée à celle de la page, pagination. Le texte des consignes, des items et des modalités n'a pas été réécrit. Seule exception : l'adresse électronique du chercheur, lorsqu'elle figure dans un instrument, est remplacée par une mention entre crochets.

Lorsqu'un passage décrit une étape prévue par l'instrument qui n'a pas été réalisée, il est suivi d'une note de l'auteur, en italique et entre crochets, distincte du texte de l'instrument, qui renvoie au chapitre où le point est exposé. Ces notes ne font pas partie des instruments.

Les tableaux qui figurent à l'intérieur des instruments sont des pages reproduites : ils ne portent ni légende ni numéro et n'entrent pas dans la numérotation continue des tableaux du manuscrit. Les titres d'instrument et les notices encadrées ont été ajoutés pour l'annexe. Le nom de l'École normale supérieure de Tétouan, établissement du chercheur, est conservé là où il figure.

Pour D1, D3 et D4, le dossier des instruments ne contient que la spécification de révision du 14 septembre 2026, qui donne le libellé et le format de chaque question ; les formulaires en ligne eux-mêmes n'y figurent pas. C'est cette spécification qui est reproduite. D5 n'est pas un questionnaire : c'est la spécification de la journalisation demandée au développement et la grille d'analyse des traces.

D1. Journal de bord hebdomadaire, révision

Notice

Code : D1.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : l’enseignant participant (ENS01).

Passation : formulaire en ligne, une entrée par semaine de dix à quinze minutes, du 28 septembre au 31 octobre 2026 ; un journal non rempli le dimanche soir déclenchait une relance le lundi, et une seule relance a été nécessaire (chapitre 7, 7.4.4 et 7.8).

Effectif obtenu : cinq entrées (chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « D1_Journal-de-bord », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Notes de l’auteur : 1 note de l’auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l’instrument et non réalisées.

Instrument existant · conversion et recalibrage

Version 1 du 14 septembre 2026

Source : Boite outils - SIC / Phase 2 / 1- Journal De Board de l’enseignant - Phase 2.
Le titre du fichier comporte une coquille, « De Board », à corriger.

Structure retenue · 12 questions, 5 blocs

Bloc 1 · Ce que vous avez fait cette semaine · 4 questions

#	Question	Format
1	Combien de séances avez-vous conduites cette semaine avec ce chapitre ?	nombre
2	Dans combien d’entre elles avez-vous ouvert le dispositif ?	nombre
3	Au total, combien de temps le dispositif a-t-il été ouvert cette semaine ?	minutes, estimation
4	Quelles fonctionnalités avez-vous utilisées cette semaine ?	liste à cocher, identique à celle de D2

Si la réponse à la question 2 est zéro, le formulaire bascule sur une question unique : « qu’est-ce qui vous en a empêché ? », puis se termine. **Une semaine sans usage est une donnée, pas un manquement**, et le formulaire doit le dire explicitement à l’enseignant.

Bloc 2 · Ce qui a marché · 2 questions

#	Question	Format
5	Qu’est-ce qui a bien fonctionné cette semaine ?	texte, 3 lignes
6	Y a-t-il eu un moment où le dispositif a rendu possible quelque chose que vous ne faites pas d’habitude ?	texte, 3 lignes

Bloc 3 · Ce qui a résisté · 3 questions

#	Question	Format
7	Qu’est-ce qui n’a pas fonctionné ?	texte, 3 lignes
8	Avez-vous rencontré un incident technique ?	oui, non, et durée perdue
9	Avez-vous dû renoncer à quelque chose que vous aviez prévu ?	texte, 2 lignes

Bloc 4 · Ce que vous avez inventé · 2 questions

#	Question	Format
10	Avez-vous fait quelque chose avec le dispositif qui n’était pas prévu ?	oui, non, et description
11	Avez-vous complété le dispositif par autre chose ?	oui, non, et quoi

Bloc décisif. Il est la seule mesure hebdomadaire du détournement, et il permet de suivre son apparition dans le temps. L’hypothèse est que ce bloc est vide en semaine 1 et se remplit ensuite. Sa trajectoire est un résultat.

Bloc 5 · Une phrase · 1 question

#	Question	Format
12	En une phrase, comment résumeriez-vous cette semaine ?	texte, 1 ligne

Cette question sert à l’analyse thématique : cinq phrases par enseignant, quatorze enseignants, soixante-dix phrases qui donnent la trajectoire du panel en une seule série.

[Note de l’auteur : prévu dans l’instrument, non réalisé ; l’étude 2 porte sur un seul enseignant et ses deux classes, sans panel ; voir chapitre 6, section 6.4.3.]

D2. Auto-observation guidée d’une séance

Notice

Code : D2.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : l’enseignant participant (ENS01), après deux séances qu’il a choisies.

Passation : formulaire rempli dans les deux heures suivant la séance, aux semaines 1 et 4 de l’usage (chapitre 7, 7.4.4 et 7.8).

Effectif obtenu : deux auto-observations (chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « D2_Auto-observation-guidee_v2 », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

remplace l’observation en classe, écartée du devis

Version 2 du 9 novembre 2026 · niveau 3AC seul

Le principe de construction, à ne pas perdre de vue

> Demander « comment la séance s’est-elle passée » produit une appréciation.
>
> Demander « combien de temps les élèves ont-ils manipulé le dispositif eux-mêmes » produit une donnée.

Toutes les questions de cet instrument sont construites sur le second modèle. **Aucune question n’appelle un jugement.** Un seul espace, en fin de grille, recueille l’appréciation de l’enseignant, et il est explicitement séparé du reste.

Consigne à l’enseignant

Auto-observation d’une séance

> Ce formulaire ne vous demande pas comment la séance s’est passée. Il vous demande **ce qui s’est passé**.
>
> Répondez avec des faits, des durées et des nombres, aussi précisément que votre souvenir le permet. Une estimation est acceptable : écrivez « environ 10 minutes », pas « un certain temps ».
>
> Il n’y a **aucune bonne réponse**. Une séance où le dispositif a été peu utilisé est une donnée aussi utile qu’une séance où il a été très utilisé. Une séance qui s’est mal passée est une donnée précieuse.
>
> Remplissez dans les deux heures qui suivent la séance. Comptez un quart d’heure.

Partie 1. Identification de la séance

Champ	Format
Code enseignant	
Numéro de l’auto-observation	☐ 1re ☐ 2e
Date de la séance	
Semaine d’usage	☐ S1 ☐ S2 ☐ S3 ☐ S4 ☐ S5
Niveau	☐ 3AC
Chapitre et partie travaillés	
Durée de la séance	_____ minutes
Effectif présent	_____ élèves
Lieu	☐ Salle de classe ordinaire ☐ Salle multimédia ☐ Laboratoire ☐ Autre : _____
Équipement effectivement disponible ce jour	☐ Vidéoprojecteur ☐ Ordinateur enseignant ☐ Tablettes, nombre : ___ ☐ Téléphones des élèves ☐ Connexion Internet ☐ Aucun
La connexion a-t-elle fonctionné toute la séance	☐ Oui ☐ Non, interruptions : ___ minutes environ ☐ Séance conduite hors ligne

Partie 2. Ce qui s’est passé, minute par minute

2.1 Découpage de la séance

Découpez votre séance en moments. Pour chacun, indiquez sa durée approximative et ce que faisaient les élèves. Cinq lignes suffisent le plus souvent.

Moment	Durée	Ce que faisait l’enseignant	Ce que faisaient les élèves	Le dispositif était-il ouvert
1	___ min			☐ oui ☐ non
2	___ min			☐ oui ☐ non
3	___ min			☐ oui ☐ non
4	___ min			☐ oui ☐ non
5	___ min			☐ oui ☐ non

2.2 Temps d’usage, en minutes

Question	Réponse
Durée totale pendant laquelle le dispositif était ouvert	_____ min
Durée pendant laquelle vous manipuliez le dispositif, les élèves regardant	_____ min
Durée pendant laquelle les élèves manipulaient eux-mêmes le dispositif	_____ min
Durée pendant laquelle le dispositif était projeté sans être manipulé	_____ min
Durée pendant laquelle vous avez travaillé sans le dispositif	_____ min

Ces cinq durées sont l’indicateur central de l’instrument. Le rapport entre la troisième et la première ligne mesure la dévolution du dispositif aux élèves. C’est exactement ce que le cas français du chapitre 2 mesurait à douze pour cent.

2.3 Ce qui a été utilisé

Cochez ce que vous avez effectivement ouvert pendant cette séance, et rien d'autre.

Fonctionnalité	Utilisée	Par qui	Combien de fois
Texte du cours	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	
Documents et schémas	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	
Animation ou vidéo	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	
Simulation ou modèle interactif	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	
Exercice autocorrectif	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	
Jeu sérieux	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	
Évaluation intégrée	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	
Annotation ou personnalisation	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	
Tableau de bord de suivi	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	
Glossaire ou recherche	☐	☐ moi ☐ élèves ☐ les deux	

Y a-t-il une fonctionnalité que vous aviez prévu d'utiliser et que vous n'avez pas utilisée ?

☐ Non ☐ Oui, laquelle et pourquoi : _____

Partie 3. Ce qui a été modifié par rapport à l'habitude et au prévu

3.1 Écart au prévu

Question	Réponse
Aviez-vous préparé cette séance autrement que vous ne l'avez conduite	☐ Non ☐ Oui
Si oui, qu'avez-vous changé, et à quel moment de la séance	
Qu'est-ce qui a provoqué ce changement	

3.2 Écart à votre manière habituelle

Cette même partie du programme, vous l'avez déjà enseignée sans le dispositif.

Question	Réponse
Qu'avez-vous fait cette fois que vous ne faites pas d'habitude	
Qu'avez-vous cessé de faire, que vous faites d'habitude	
Combien de temps cette partie vous prend-elle d'habitude, et combien cette fois	d'habitude ___ min, cette fois ___ min

3.3 Détournements et contournements

Avez-vous utilisé le dispositif d'une manière qui n'était pas celle prévue, ou contourné une de ses limites ?

Question	Réponse
Avez-vous utilisé une fonctionnalité pour autre chose que ce à quoi elle semblait destinée	☐ Non ☐ Oui, décrire :
Avez-vous complété le dispositif par un support extérieur	☐ Non ☐ Oui, lequel et pourquoi :
Avez-vous sauté une partie du dispositif	☐ Non ☐ Oui, laquelle et pourquoi :

Question	Réponse
Avez-vous dû improviser une solution devant un problème technique	☐ Non ☐ Oui, décrire :

Partie 4. Ce qui s’est passé du côté des élèves

Toujours des faits, pas des impressions.

Question	Réponse
Combien d’élèves ont manipulé le dispositif eux-mêmes	_____ sur _____ présents
Combien d’élèves vous ont posé une question sur le contenu scientifique	_____
Combien d’élèves vous ont posé une question sur le fonctionnement du dispositif	_____
Combien de fois avez-vous dû intervenir pour un problème technique	_____
Y a-t-il eu un moment où plusieurs élèves parlaient du contenu entre eux	☐ Non ☐ Oui, à quel moment et combien de temps :
Un élève a-t-il montré quelque chose du dispositif à un autre	☐ Non ☐ Oui, combien de fois environ :
Un élève habituellement en retrait s’est-il manifesté	☐ Non ☐ Oui, décrire ce qu’il a fait, sans le nommer :
Y a-t-il eu un incident de discipline lié au dispositif	☐ Non ☐ Oui, décrire :

Partie 5. Incidents

Type d’incident	Survenu	Durée perdue	Ce que vous avez fait
Panne de connexion	☐	___ min	
Problème d’affichage ou de lecture	☐	___ min	
Contenu introuvable dans le dispositif	☐	___ min	
Matériel indisponible ou en panne	☐	___ min	
Autre : _____	☐	___ min	

Y a-t-il eu un moment où vous avez envisagé d’abandonner le dispositif pour cette séance ?

☐ Non ☐ Oui, à quel moment et pourquoi : _____

Partie 6. Un seul espace d’appréciation

Les cinq parties précédentes vous demandaient des faits. Celle-ci, et elle seule, vous demande votre avis.

En trois lignes au plus : qu’est-ce qui, dans cette séance, a été rendu possible par le dispositif et ne l’aurait pas été sans lui ?

_____

En trois lignes au plus : qu’est-ce qui, dans cette séance, a été rendu plus difficile par le dispositif ?

_____

Comparaison entre la première et la seconde auto-observation

Le déplacement entre les deux passations est calculé sur cinq indicateurs :

part du temps où les élèves manipulent eux-mêmes ;

nombre de fonctionnalités distinctes utilisées ;

nombre de questions portant sur le fonctionnement, attendu en baisse ;

présence de détournements, attendue en hausse ;

durée perdue en incidents, attendue en baisse.

Ce déplacement est la seule mesure processuelle dont dispose l'étude 2 du côté de l'enseignant. Le journal hebdomadaire la complète, mais sur un registre rétrospectif et moins précis.

Limites, à reprendre au chapitre 14 ***[Note de l'auteur : numérotation antérieure ; chapitre 11 dans le présent manuscrit.]***

C'est un compte rendu, pas une observation. Les durées sont estimées de mémoire et par une personne occupée à enseigner.

Le biais de désirabilité n'est pas éliminé. L'enseignant sait ce que la recherche cherche. La formulation factuelle le réduit, elle ne le supprime pas.

Le choix des séances appartient à l'enseignant, qui peut choisir celles qui se sont bien passées. La contrainte d'une séance précoce et d'une séance tardive limite ce biais sans le lever.

Rien ne renseigne la circulation de la parole ni les interactions fines, que seule une observation directe ou un enregistrement permettrait de saisir.

D3 et D4. Grilles de réaction, enseignant et élèves, révision

Notice

Code : D3 et D4.

Statut : Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : D3 : l'enseignant participant (ENS01) ; D4 : les élèves de la classe utilisatrice (3AC-3).

Passation : immédiatement après la séance, cinq minutes au plus, aux semaines 1, 3 et 5, la troisième étant la semaine de la panne (chapitre 7, 7.4.5 ; chapitre 9).

Effectif obtenu : D3 : trois entrées ; D4 : 99 réponses de 35 élèves (chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « D3-D4_Grilles-de-reaction », reproduit en entier, lignes d'en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Instruments existants · recalibrage en durée

Version 1 du 14 septembre 2026

Source : Boite outils - SIC / Phase 2 / 3- GRILLE DE RÉACTION (enseignant:eleves) - Phase 2.

Le fichier contient **les deux versions**, enseignant et élèves, et compte 18 entrées au total.

Fonction propre de cet instrument

C'est le seul instrument qui recueille une réaction **à chaud**. Sa valeur ne tient pas à sa richesse mais à trois propriétés :

L'immédiateté. Ce qui est dit dix minutes après une séance n'est pas ce qui est dit trois semaines plus tard.

La répétition à trois moments identiques. C'est ce qui permet de suivre un déplacement plutôt que de figer une opinion.

La brièveté. Une grille longue ne sera pas administrée trois fois.

Toute tentation d'enrichir cet instrument doit être écartée. Ce qu'il perd en richesse, il le gagne en taux de retour.

D3 · Grille de réaction, enseignant

Structure retenue · 6 questions · 3 minutes

#	Question	Format
1	Date et numéro de séance	
2	Quelle fonctionnalité vous a été la plus utile aujourd’hui ?	liste, choix unique
3	Qu’est-ce qui vous a gêné aujourd’hui ?	liste courte plus « autre », choix unique
4	À la fin de cette séance, avez-vous envie de réutiliser le dispositif à la prochaine ?	échelle 1 à 5
5	Cette séance, comparée à la même sans le dispositif, a été	plus facile, pareille, plus difficile
6	Une phrase, si vous le souhaitez	texte libre, facultatif

La question 4 est l’item central. Répétée aux semaines 1, 3 et 5, elle donne une **courbe d’intention de réutilisation** qui est, avec le journal, la seule mesure processuelle de l’adhésion.

La question 5 est celle que le dispositif n’a nulle part ailleurs. Elle compare la séance à son alternative, ce qu’aucun autre instrument ne demande.

D4 · Grille de réaction, élèves

Structure retenue · 5 questions · 2 minutes

#	Question	Format
1	Aujourd’hui, le manuel numérique t’a aidé à comprendre	pas du tout, un peu, moyennement, beaucoup
2	Aujourd’hui, tu as trouvé le manuel numérique facile à utiliser	même échelle
3	Qu’est-ce que tu as préféré aujourd’hui ?	liste courte, choix unique
4	Y a-t-il eu un moment où tu étais perdu ?	oui, non, et si oui, quand en deux mots
5	Tu aimerais le réutiliser à la prochaine séance	oui, ça m’est égal, non

La question 4 est celle qui manque partout ailleurs. Elle donne un indice de charge cognitive au moment où il se produit, et non reconstruit trois semaines plus tard.

Modalités communes

> **La règle d’identité des questions entre les trois passations est absolue.** Modifier une question entre deux passations détruit la comparaison, qui est l’unique raison d’administrer cette grille trois fois.

Le croisement le plus intéressant

Comparer la **courbe enseignant, D3 question 4**, et la **courbe élèves, D4 question 5**, sur les trois mêmes moments.

Une divergence entre les deux, par exemple un enseignant dont l’adhésion monte pendant que celle de ses élèves descend, est un résultat que rien d’autre dans le dispositif ne permettrait de voir.

D5. Traces de la plateforme, spécification et grille d’analyse

Notice

Code : D5.

Nature : spécification technique, non présentée aux participants. Pendant l’étude 2, les comptes étaient ouverts par un code de classe et un code personnel, sans aucun nom : les traces relèvent d’un pseudonymat (chapitre 7, 7.4.5).

Données obtenues : export du journal de la plateforme du 17 septembre au 5 novembre 2026 : 36 comptes d’élèves, dix tables (chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « D5_Traces-plateforme_specification », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Notes de l’auteur : 1 note de l’auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l’instrument et non réalisées.

Instrument existant partiellement · spécification technique à arrêter avant le développement

Version 1 du 14 septembre 2026

> Source de la grille : Boite outils - SIC / Phase 2 / 4- Grille d’analyse de contenu - Phase 2, 20 rubriques.
>
> La **spécification de journalisation** n’existe pas et doit être produite.

L’urgence propre à cet instrument

> **Ce que la plateforme ne journalise pas est définitivement perdu.**

Cette phrase n’est pas une formule. Toutes les autres données de l’étude 2 sont **déclaratives** : questionnaires, journal, auto-observation, grilles de réaction, entretiens. Les traces sont **la seule source non déclarative** du dispositif, et le chapitre 7 en fait le contrepoint indispensable de tout ce qui est déclaré.

Si la journalisation n’est pas en place au moment du gel de la version utilisée en expérimentation, l’étude 2 devient entièrement déclarative, et l’hypothèse H2 perd son seul point d’appui indépendant.

Cette spécification doit donc être traitée avec le développement, et avant le gel. C’est le seul instrument du dossier dont la date limite n’est pas le 18 octobre mais celle du gel de la plateforme.

1. Spécification de journalisation

Événement	Champs obligatoires
Connexion	identifiant, horodatage d'entrée, horodatage de sortie, type d'appareil, mode en ligne ou hors ligne
Ouverture de contenu	identifiant, horodatage, code du contenu, durée d'affichage
Lancement d'une ressource	identifiant, horodatage, type et code de la ressource, durée, achèvement oui ou non
Exercice	identifiant, horodatage, code, réponse donnée, correction, nombre de tentatives
Annotation	identifiant, horodatage, code du contenu, type d'annotation, **jamais le contenu textuel**
Navigation	identifiant, séquence horodatée des codes de contenu
Incident technique	identifiant, horodatage, type d'erreur

Règles de conception, non négociables

#	Règle	Motif
1	Aucun champ nominatif, l'identifiant est technique et aléatoire	Engagement pris dans la charte G5
2	Le contenu textuel des annotations n'est pas journalisé, seule leur existence l'est	Une annotation est une production personnelle
3	Horodatage en temps local, avec le fuseau consigné	Sans quoi les durées de séance sont ininterprétables
4	Export en CSV sans traitement manuel	Un export qui suppose une manipulation ne sera pas fait à temps
5	Le mode hors ligne journalise localement et synchronise à la reconnexion, **sans perte d'horodatage d'origine**	Le dispositif est conçu pour fonctionner hors ligne. Si les traces hors ligne sont perdues, ce sont précisément les usages en contexte contraint qui disparaissent
6	Une fonction de **suppression par identifiant** existe et est testée avant le terrain	La charte G5 annonce ce droit aux participants. Un droit annoncé et non implémenté serait un manquement
7	Distinction entre compte enseignant et compte élève dans le journal	Sans quoi aucune analyse séparée n'est possible
8	Rattachement de chaque compte élève à un code de classe	Permet l'agrégation par classe sans identifier l'élève

> **Point à vérifier explicitement avec le développement** : la règle 5. Le mode hors ligne est une caractéristique de conception du dispositif, justifiée au chapitre 1 par les 35,3 points d'écart urbain-rural sur l'équipement. Il serait paradoxal que les usages hors ligne soient les seuls à ne pas être mesurés.

2. Grille d'analyse des traces

La grille existante compte vingt rubriques. Elle est conservée et réorganisée selon les quatre questions auxquelles les traces peuvent répondre.

Question 1 · Quelle intensité d’usage

Indicateur	Calcul	Unité
Nombre de sessions	comptage	par semaine, par compte
Durée moyenne de session	moyenne	minutes
Durée totale d’usage	somme	minutes par semaine
Régularité	écart-type des intervalles entre sessions	jours
Part de l’usage hors des heures de cours	sessions hors plage scolaire / total	%

Question 2 · Quelle étendue d’usage

Indicateur	Calcul
Nombre de contenus distincts ouverts	comptage
Nombre de types de ressources distincts mobilisés	comptage
Taux de couverture du chapitre	contenus ouverts / contenus disponibles
Fonctionnalités jamais utilisées	liste

> Le dernier indicateur est destiné à la révision du dispositif : une fonctionnalité que personne n’ouvre est une fonctionnalité à revoir ou à supprimer.

Question 3 · Quelle profondeur d’usage

Indicateur	Calcul
Taux d’achèvement des ressources lancées	achevées / lancées
Nombre d’exercices tentés	comptage
Nombre de tentatives par exercice	moyenne
Nombre d’annotations produites	comptage
Part des contenus ouverts moins de 30 secondes	indicateur de survol

Question 4 · Quels parcours

Indicateur	Traitement
Séquences de navigation les plus fréquentes	analyse de séquences
Écart au parcours prescrit par le dispositif	distance de séquence
Retours en arrière	comptage
Points d’abandon de session	fréquence par code de contenu

3. Précaution interprétative, à rappeler dans chaque analyse

> **Une trace atteste d’un accès, non d’un usage pédagogique.**
>
> Un chapitre consulté pendant douze minutes peut avoir été travaillé avec la classe ou laissé ouvert pendant qu’on faisait autre chose.

Les traces **établissent des bornes, elles n’établissent pas des faits d’usage**. Elles ne prennent leur sens que croisées avec le journal D1 et l’auto-observation D2.

Les trois croisements prévus

Croisement	Ce qu'il établit
Durée journalisée contre durée déclarée en D2, question 2.2	**Écart entre l'usage déclaré et l'usage enregistré**. Cet écart est un résultat, dans les deux sens
Fonctionnalités journalisées contre fonctionnalités déclarées en E1, item A4	Fiabilité de la déclaration rétrospective
Comptes élèves actifs contre effectif de la classe	**Part des élèves réellement touchés**, que rien d'autre ne mesure

Le troisième croisement est le plus important pour le chapitre 14 *[Note de l'auteur : numérotation antérieure ; chapitre 11 dans le présent manuscrit.]*. Il répond à la question que le jury posera : combien d'élèves ce dispositif a-t-il réellement atteints ?

4. Ce qui reste hors de portée des traces

Non mesurable par les traces	Pourquoi
Ce que l'élève a compris	Une trace n'est pas un apprentissage. C'est l'objet des tests C3 et C4
Ce que l'enseignant a dit pendant l'affichage	Aucune trace ne capte la parole
L'usage collectif projeté	Un seul compte connecté peut correspondre à trente élèves qui regardent
L'usage sur un appareil partagé	Une session peut être le fait de plusieurs personnes

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; le test C4 n'a pas été administré ; voir chapitre 7, section 7.4.2.]

Le troisième point est structurant. Le mode d'usage le plus probable au Maroc, d'après le chapitre 1 et le cas français du chapitre 2, est la **projection collective**. Dans ce mode, les traces du compte enseignant représentent l'activité de toute la classe, et les comptes élèves restent inactifs. Une lecture naïve des traces conclurait à un usage élève nul. Le croisement avec D2, partie 2.2, est ce qui évite cette erreur.

Opérations à conduire, et leur ordre

#	Opération	Délai
1	**Transmettre la spécification de journalisation au développement**	**immédiat**
2	Faire confirmer la faisabilité de chaque champ, en particulier la règle 5 sur le hors ligne	1 semaine
3	Implémenter et **tester l'export CSV sur des données fictives**	avant le gel
4	Tester la fonction de suppression par identifiant	avant le gel
5	Réorganiser la grille d'analyse existante selon les quatre questions	octobre
6	Préparer les scripts d'agrégation, pour que l'analyse ne dépende pas d'un traitement manuel	novembre

Annexe F

Instruments de l’étude 2, après l’usage

Questionnaires T1, guide d’entretien enseignant, guide de focus group

Versions de travail des instruments, conformes aux versions administrées sauf mise en forme

Table des matières

Note sur cette annexe.....134
E1. Questionnaire enseignant après l’usage (T1).....135
E2. Questionnaire élèves après l’usage (T1).....139
E3. Guide d’entretien enseignants, après l’usage, révision.....143
E4. Guide de focus group élèves, révision.....146

Note sur cette annexe

Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Cette annexe reproduit les fichiers des instruments tels qu’ils figurent dans le dossier des instruments de la thèse, en entier : lignes d’en-tête et de version, commentaires du concepteur, rubriques de conception et plans de dépouillement compris. Les retouches se limitent à la mise en forme : police Times New Roman, apostrophes typographiques, marges de 2,5 cm, largeur des tableaux ramenée à celle de la page, pagination. Le texte des consignes, des items et des modalités n’a pas été réécrit. Seule exception : l’adresse électronique du chercheur, lorsqu’elle figure dans un instrument, est remplacée par une mention entre crochets.

Lorsqu’un passage décrit une étape prévue par l’instrument qui n’a pas été réalisée, il est suivi d’une note de l’auteur, en italique et entre crochets, distincte du texte de l’instrument, qui renvoie au chapitre où le point est exposé. Ces notes ne font pas partie des instruments.

Les tableaux qui figurent à l’intérieur des instruments sont des pages reproduites : ils ne portent ni légende ni numéro et n’entrent pas dans la numérotation continue des tableaux du manuscrit. Les titres d’instrument et les notices encadrées ont été ajoutés pour l’annexe. Le nom de l’École normale supérieure de Tétouan, établissement du chercheur, est conservé là où il figure.

Pour les questionnaires E1 et E2, seule la version administrée (« _v2_administre ») est reproduite ; le document de révision (« _revision ») ne l’est pas. Le libellé de quinze items de E1 contient une mention d’appariement ; ces items sont reproduits tels qu’ils figurent dans la version administrée, le tiret long qui précédait cette mention étant remplacé par des deux-points.

Les transcriptions de l’entretien E3 et du focus group E4 forment l’annexe I.

E1. Questionnaire enseignant après l’usage (T1)

Notice

Code : E1.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : l’enseignant participant (ENS01).

Passation : formulaire en ligne, le 4 novembre 2026 ; quarante-neuf items, vingt-cinq minutes annoncées (chapitre 7, 7.2.1 et 7.8).

Exploitation : chapitre 9, comparaison avec C1 ; chapitre 14, confrontation avec le jugement des experts (F1).

Version annexée : fichier « E1_Questionnaire-enseignant-T1_v2_administre », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Version écartée : « E1_Questionnaire-enseignants-T1_revision », document de révision non administré.

Reproduit tel quel : quinze libellés d’items contenant une mention d’appariement, et les autres mentions de travail comme « (B1 + B2) » ou « (liste ;) ».

Étude 2 · version administrée · 49 items · 25 minutes

Version 2 du 15 septembre 2026, issue de la révision E1 du 14 septembre 2026

Ce questionnaire est rempli en ligne à l’issue des cinq semaines d’usage du manuel numérique MANARA. Il porte sur ce que vous en avez fait, ce que vous en pensez, et ce que vous feriez ensuite. Les difficultés comptent autant que les réussites.

Code enseignant : _____

Section A · Utilisation effective pendant les cinq semaines

A1. Fréquence d’utilisation pendant les cinq semaines

☐ à chaque séance ☐ la plupart des séances ☐ environ la moitié ☐ quelques séances ☐ jamais

A2. Nombre de séances avec le dispositif

☐ 1 à 2 ☐ 3 à 4 ☐ 5 à 6 ☐ 7 à 8 ☐ 9 à 10

A3. Contextes d’usage

(liste ;)

A4. Fonctionnalités utilisées (à croiser avec les traces)

(liste ;)

A5. Activités réalisées

(liste ;)

Section B · Médiation

B1. Interface intuitive et fonctionnalités accessibles (B1 + B2) : apparié C1-D5

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

B3. J'ai rencontré des problèmes techniques : apparié C1-D9

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

B4. Contenus bien organisés

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

B5. Navigation et renvois faciles (B5 + B7)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

B6. Moteur de recherche utile

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

B8. Adapté à la présentation en classe

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

B9. Ressources variées

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

B10. Permet de différencier : apparié C1-D2

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

B11. A favorisé l'interactivité et l'engagement : apparié C1-D3

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

B12. Évaluation formative utile

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

Section C · Appropriation

C1. Je maîtrise les fonctionnalités

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

C2. Je n'ai plus besoin d'aide pour l'utiliser

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

C3. Je me sens capable de l'utiliser seul : apparié C1-D7

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

C4. J’ai personnalisé des contenus

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

C5. J’ai créé mes propres exercices ou annotations

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

C6. Je l’ai combiné avec d’autres ressources

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

C7. J’ai utilisé le manuel MANARA de manières non prévues initialement (usages créatifs, détournements)

☐ oui ☐ non + description

C8. Intégré dans ma préparation habituelle

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

C9. Intégré dans mes séances habituelles

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

C10. Je l’utiliserais hors du cadre de la recherche

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

Section D · Impact perçu

D1. A amélioré la qualité de mon enseignement : apparié C1-D1

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D2. A facilité ma préparation

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D3. A permis de différencier : C1-D2

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D4. Élèves plus motivés : C1-D3

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D5. Plus d’interactivité : C1-D3

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D6. Meilleure compréhension perçue des élèves

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D7. Plus d’autonomie des élèves

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D8. Gain de temps : C1-D4

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D9. A transformé ma relation pédagogique avec les élèves

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D10. Ma place dans la classe a changé

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D11. Les élèves se sont adressés à moi différemment

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D12. Les élèves se sont adressés les uns aux autres à propos du contenu

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D13. J'ai eu le sentiment de perdre le contrôle de la dynamique de ma classe : C1-D12

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D14. Le manuel MANARA a surchargé cognitivement mes élèves : C1-D13

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

Section E · Satisfaction

E1. Satisfaction globale (E1 + E2)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E3. Adapté au contexte marocain : C1-D11

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E4. Je le recommanderais à un collègue

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E5. Note globale

(0-10)

Section F · Intention de continuer et craintes

F1. Intention de continuer

☐ oui ☐ peut-être ☐ non

F2 à F6. Raisons, améliorations, avantages, difficultés, suggestions (ouvertes)

_____

F7. L'utilisation du manuel MANARA m'a rendu anxieux : C1-D8

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

F8. Le manuel MANARA pourrait remplacer complètement le manuel papier : C1-D10

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E2. Questionnaire élèves après l’usage (T1)

Notice

Code : E2.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : élèves de la classe utilisatrice (3AC-3). Ces élèves sont mineurs ; aucune autorisation parentale n’a été recueillie (chapitre 6).

Passation : formulaire en ligne bilingue, français et arabe, supervisé par l’enseignant, le 5 novembre 2026 ; quarante-deux items, quinze minutes (chapitre 7, 7.8).

Effectif obtenu : 31 élèves, dont 30 ont aussi répondu à C2 (chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « E2_Questionnaire-eleves-T1_v2_administre », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section. Ce fichier ne contient que le texte français ; la version arabe du formulaire en ligne n’y figure pas.

Version écartée : « E2_Questionnaire-eleves-T1_revision », document de révision non administré.

Reproduit tel quel : les mentions d’appariement entre parenthèses, comme « (apparié C2-D5) », et la numérotation du fichier, où « A2 » et « D4 » reviennent plusieurs fois.

Notes de l’auteur : 1 note de l’auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l’instrument et non réalisées.

Étude 2 · version administrée bilingue (français / العربية) · 42 items · 15 minutes

Version 2 du 18 septembre 2026, issue de la révision E2 du 14 septembre 2026 ; items B6 et B8 fusionnés après chronométrage

> *[Note de l’auteur : prévu dans l’instrument, non réalisé ; aucun pré-test ni aucun chronométrage des instruments de l’étude 2 n’a été conduit ; voir chapitre 7, section 7.6.2, et chapitre 11, section 11.5.2.]*

Bonjour. Tu as utilisé le manuel numérique MANARA pendant cinq semaines. Ce questionnaire te demande ce que tu en as fait et ce que tu en penses. Ce n’est pas noté, et ton professeur ne verra pas tes réponses. Ce qui ne t’a pas plu nous intéresse autant que ce qui t’a plu.

Code élève (le même qu’au début) : _____

Section A · Ce que tu as fait avec le manuel

A1. Pendant les cinq semaines, tu as utilisé le manuel MANARA

☐ à chaque séance ☐ la plupart des séances ☐ quelques séances ☐ rarement ☐ jamais

A2. Où : en classe, projeté par le professeur

☐

A2. en classe, sur un poste ou une tablette

☐

A2. à la maison

☐

A3. Fonctionnalités que tu as utilisées

☐ texte du cours ☐ documents et schémas ☐ animation ou vidéo ☐ simulation ☐ exercices autocorrectifs ☐ jeu sérieux ☐ évaluation intégrée ☐ annotation ☐ glossaire

A4. Tu as manipulé toi-même le manuel

☐ oui ☐ non

A5. Combien de fois en salle multimédia

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 fois ou plus

A6. As-tu utilisé le manuel MANARA en dehors des heures de cours ?

☐ oui ☐ non

A7. Si oui, pour quoi faire ?

☐

Si non, qu’est-ce qui t’en a empêché ? (ouverte)

_____

Section B · Ton expérience

B1. Le manuel était facile à utiliser

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B2. J’ai mieux compris ce chapitre que d’habitude

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B3. Les animations m’ont aidé à comprendre

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B4. Les exercices m’ont aidé

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B5. J’ai aimé apprendre avec le manuel numérique

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B7. Le numérique m’aide à comprendre les leçons (apparié C2-D5)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B9. J’ai eu des problèmes techniques

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B10. Il y avait parfois trop de choses à regarder en même temps sur l’écran

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B11. Je savais toujours ce que je devais faire

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B12. Je me suis parfois perdu dans le manuel numérique

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B13. Quand je lis un long texte sur un écran, je me fatigue plus vite (apparié C2-D7)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B14. Je relis plusieurs fois quand je lis sur écran (C2-D8)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

B15. Je me souviens mieux de ce que je lis sur papier (C2-D9)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

Section C · Qui t’a aidé

C1. Le manuel m’expliquait bien, tout seul

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

C2. Le professeur expliquait ce qu’on voyait à l’écran

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

C3. Le professeur nous disait quoi faire sur le manuel

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

C4. Des camarades m’ont aidé

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

C5. J’ai trouvé seul ce que je cherchais

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

Section D · Le manuel à ta façon

D1. Je sais utiliser le manuel sans aide

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d’accord … 5 tout à fait d’accord)

D2. Je trouve vite ce que je cherche

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D3. J'ai utilisé le manuel à ma façon, pas seulement comme le professeur a dit

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

D4. J'ai fait quelque chose avec le manuel que je n'avais pas prévu

☐ oui ☐ non

D4. Donne un exemple (ouverte)

_____

D5. J'ai pris l'habitude de l'ouvrir pour réviser

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

Section E · Ton avis et tes habitudes

E1. Je suis satisfait du manuel numérique

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E2. Tu aimerais continuer à l'utiliser

☐ oui ☐ ça m'est égal ☐ non

E3. Je le conseillerais à un ami

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E4. Note sur 10

(0-10)

E5. Tu préfères

☐ papier ☐ écran ☐ les deux

E6. Si tu pouvais changer une chose (ouverte)

_____

E7. J'aimerais l'utiliser dans d'autres matières

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E8. Le manuel m'a donné envie de lire le cours à la maison

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 pas du tout d'accord … 5 tout à fait d'accord)

E9. Pendant ces cinq semaines, à quelle fréquence as-tu relu ton cours (apparié C2-C1)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

E10. … fait des exercices (C2-C2)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

E11. … regardé des vidéos pour comprendre (C2-C3)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

E12. … cherché sur internet (C2-C4)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (1 jamais · 2 rarement · 3 une fois par semaine · 4 plusieurs fois par semaine · 5 tous les jours)

E3. Guide d'entretien enseignants, après l'usage, révision

Notice

Code : E3.

Statut : Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : l'enseignant participant (ENS01).

Passation : entretien semi-directif en visioconférence, le 5 novembre 2026, enregistré après consentement explicite ; enregistrement supprimé après vérification de la transcription (chapitre 7, 7.4.1 et 7.8).

Effectif obtenu : une transcription (chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « E3_Guide-entretien-enseignants-T1 », reproduit en entier, lignes d'en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section. La rubrique « Modalités » est vide dans le fichier.

Transcription : annexe I.

Notes de l'auteur : 1 note de l'auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l'instrument et non réalisées.

Instrument existant · recalibrage

Version 1 du 14 septembre 2026

Source : Boite outils - SIC / Phase 3 / 2- Entretien phase 3 - Enseignants.

Les six thèmes

Thème 1 · Le récit des cinq semaines · 10 min

Question ouvrante : « Racontez-moi ces cinq semaines, depuis la première séance. »

- à quel moment cela a-t-il changé, dans un sens ou dans l'autre
- y a-t-il eu une séance qui s'est mal passée, laquelle
- y a-t-il eu une séance où quelque chose s'est débloqué

> On commence par un récit libre et non par une évaluation. La chronologie que la personne construit spontanément est déjà un résultat : elle indique ce qui a fait événement.

Thème 2 · Ce qui a changé dans votre manière de faire · 12 min

Question ouvrante : « Ce chapitre, vous l'aviez déjà enseigné. Qu'avez-vous fait autrement cette fois ? »

- qu'avez-vous cessé de faire
- où vous placiez-vous dans la classe, et est-ce que cela a changé
- qui parlait, et à qui
- avez-vous modifié votre préparation, comment

> **Thème central pour H2.** Il se croise directement avec la question 3.2 de l'auto-observation D2 et avec le thème 1 de l'entretien C6, qui a établi le point de départ.
>
> *[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; l'entretien C6 n'a pas été conduit comme entretien de recherche ; il a été remplacé par un échange de prise en main ; voir chapitre 7, section 7.8.]*

Thème 3 · Ce que vous en avez fait que je n'avais pas prévu · 10 min

Question ouvrante : « Avez-vous utilisé le dispositif d'une manière que je n'avais pas prévue ? »

- avez-vous sauté quelque chose, quoi et pourquoi
- avez-vous ajouté quelque chose
- avez-vous contourné une limite, comment
- y a-t-il une fonctionnalité que vous avez utilisée pour autre chose

> **Thème décisif.** Le détournement est la marque de l'appropriation au sens de la sociologie des usages. Un dispositif dont on ne fait rien d'autre que ce qui était

prévu n’est pas approprié, il est exécuté. Ce thème se croise avec l’item C7 du questionnaire E1 et avec la partie 3.3 de l’auto-observation.

Thème 4 · Les élèves · 10 min

Question ouvrante : « Qu’est-ce qui a changé du côté des élèves ? »

- y a-t-il un élève dont l’attitude vous a surpris
- les élèves se sont-ils parlé différemment
- y a-t-il eu des élèves que cela a laissés de côté
- avez-vous vu quelque chose que vous ne voyez pas d’habitude

La troisième relance est celle qu’on oublie. Elle porte sur les élèves que le dispositif **n’a pas atteints**, et elle alimente directement les limites du chapitre 14 *[Note de l’auteur : numérotation antérieure ; chapitre 11 dans le présent manuscrit.]*.

Thème 5 · Ce qui a résisté · 10 min

Question ouvrante : « Qu’est-ce qui, dans tout cela, a été difficile ou pénible ? »

- techniquement
- dans la gestion de la classe
- dans votre organisation personnelle
- vis-à-vis de vos collègues ou de votre établissement
- qu’est-ce qui vous a fait douter

Poser cette question franchement, et laisser le silence s’installer. C’est le moment où la position de concepteur du chercheur pèse le plus, et où il faut la neutraliser en montrant que la difficulté est ce qu’on cherche.

Thème 6 · La suite · 8 min

Question ouvrante : « Est-ce que vous continuerez, et à quelles conditions ? »

- qu’est-ce qui devrait changer dans le dispositif
- qu’est-ce qui devrait changer autour, dans l’établissement
- que diriez-vous à un collègue qui vous demanderait si cela vaut la peine

Clôture

« Y a-t-il quelque chose que je ne vous ai pas demandé et que vous voulez me dire ? »

Puis : « Est-ce que vous voulez revenir sur quelque chose que vous m’avez dit ? »

Modalités

E4. Guide de focus group élèves, révision

Notice

Code : E4.

Statut : Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : six élèves de la classe utilisatrice (3AC-3). Ces élèves sont mineurs ; aucune autorisation parentale n'a été recueillie (chapitre 6).

Passation : en visioconférence, hors temps scolaire, l'enseignant étant présent à l'ouverture, le 4 novembre 2026 (chapitre 7, 7.4.1 et 7.8).

Effectif obtenu : une transcription (chapitre 9).

Exploitation : chapitre 9.

Version annexée : fichier « E4_Guide-focus-group-eleves », reproduit en entier, lignes d'en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section. La rubrique « Modalités » est vide dans le fichier.

Transcription : annexe I.

Notes de l'auteur : 1 note de l'auteur, en italique et entre crochets, signale les étapes prévues par l'instrument et non réalisées.

Instrument existant · recalibrage

Version 1 du 14 septembre 2026

Source : Boite outils - SIC / Phase 3 / 3- Entretien phase 3 - Élèves Focus Groupe.

Contraintes propres à ce dispositif

Le chapitre 7 a fixé les modalités : **groupes de cinq à six élèves, en visioconférence, hors temps scolaire, avec autorisation parentale écrite et présence de l'enseignant à l'ouverture**.

> *[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; aucune autorisation parentale n'a été recueillie ; voir chapitre 6, section 6.6.2, et chapitre 11, section 11.5.4.]*

Chacune de ces contraintes a un effet sur ce qui peut être dit, et il faut l'énoncer.

Contrainte	Effet sur la parole	Mesure prise
Visioconférence	Les tours de parole sont plus rigides, les silences plus lourds, les élèves timides disparaissent	Tours de parole nommés, temps de réflexion écrite avant les questions difficiles
Hors temps scolaire	Seuls les élèves les plus disponibles et les plus motivés participent	Biais de sélection **énoncé au chapitre 14** ***[Note de l'auteur : numérotation antérieure ; chapitre 11 dans le présent manuscrit.]***, et non corrigé
Présence de l'enseignant à l'ouverture	Un élève ne critique pas devant son professeur	**L'enseignant se retire après la présentation**, et cela est dit aux élèves
Groupe	Les avis convergent vers celui du premier qui parle	Le premier tour se fait par écrit dans le fil de discussion, avant toute prise de parole orale

> **La règle du retrait de l'enseignant est la plus importante.** Le chapitre 7 prévoit sa présence à l'ouverture, pour la mise en confiance et pour la conformité au cadre de consentement. Il doit être explicitement annoncé, devant les élèves, qu'il se retire ensuite et qu'il n'aura accès ni à l'enregistrement ni aux propos tenus.

Structure retenue · 60 minutes

Ouverture, en présence de l'enseignant · 5 min

L'enseignant présente le chercheur, rappelle que la participation est volontaire, que rien de ce qui sera dit ne remontera à lui ni n'aura d'effet sur les notes, **puis quitte la réunion devant les élèves**.

Le chercheur rappelle :

> « Personne ne saura ce que vous avez dit. Votre professeur n'entendra pas l'enregistrement. Il n'y a pas de bonne réponse, et ce qui m'intéresse le plus, c'est ce qui ne vous a pas plu. »

Déclencheur 1 · Le premier souvenir · 10 min

Tour d'écriture d'abord, deux minutes : chacun écrit dans le fil de discussion, sans lire les autres, sa réponse à :

> « Qu'est-ce qui vous revient en premier quand vous pensez à ces cinq semaines ? »

Puis tour de parole, chacun lit et développe.

Déclencheur 2 · Ce qui a aidé, ce qui a gêné · 15 min

> « Qu'est-ce qui vous a vraiment aidé à comprendre, et qu'est-ce qui vous a gêné ? »

- est-ce qu'il y a eu un moment où vous avez compris quelque chose que vous ne compreniez pas avant
- est-ce qu'il y a eu un moment où vous étiez perdus
- est-ce qu'il y avait trop de choses à la fois sur l'écran

Déclencheur 3 · Qui aidait qui · 10 min

> « Quand quelqu’un ne comprenait pas comment faire, que se passait-il ? »

- vous vous êtes entraidés
- vous demandiez au professeur
- vous cherchiez tout seuls

Déclencheur 4 · En dehors de la classe · 10 min

> « Est-ce que vous l’avez ouvert en dehors des heures de cours ? »

- sur quel appareil
- à quel moment
- est-ce que quelqu’un d’autre chez vous l’a regardé
- qu’est-ce qui vous en a empêchés

Déclencheur 5 · Si vous pouviez changer une chose · 8 min

> « Si vous pouviez changer une seule chose dans ce manuel numérique, ce serait quoi ? »

Tour complet, chacun s’exprime.

Clôture · 2 min

> « Est-ce que quelqu’un veut ajouter quelque chose que personne n’a dit ? »

Règles d’animation

Règle	Détail
Le silence	Attendre **sept secondes** avant de relancer. En visioconférence, la tentation de combler est forte et elle coupe les réponses réfléchies
Les élèves qui ne parlent pas	Les nommer une fois, sans insister. « Et toi, qu’est-ce que tu en penses ? » Puis passer si le silence persiste
Les avis divergents	Les chercher activement. « Est-ce que quelqu’un pense le contraire ? »
Ne jamais défendre le dispositif	Le chercheur en est le concepteur. Toute défense ferme la parole critique
Ne jamais corriger une erreur de contenu	Ce n’est pas une séance de cours
Reformuler sans interpréter	« Si je comprends bien, tu dis que… » et non « donc tu as trouvé ça difficile »

Modalités

Annexe G

Instruments de l’étude 4

Grille d’évaluation experte, constitution du panel

Versions de travail des instruments, conformes aux versions administrées sauf mise en forme

Table des matières

Note sur cette annexe.....150
F1. Grille d'évaluation experte du dispositif MANARA.....151
F3. Constitution et suivi du panel d'experts.....159

Note sur cette annexe

Version de travail de l'instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Cette annexe reproduit les fichiers des instruments tels qu'ils figurent dans le dossier des instruments de la thèse, en entier : lignes d'en-tête et de version, commentaires du concepteur, rubriques de conception et plans de dépouillement compris. Les retouches se limitent à la mise en forme : police Times New Roman, apostrophes typographiques, marges de 2,5 cm, largeur des tableaux ramenée à celle de la page, pagination. Le texte des consignes, des items et des modalités n'a pas été réécrit. Seule exception : l'adresse électronique du chercheur, lorsqu'elle figure dans un instrument, est remplacée par une mention entre crochets.

Lorsqu'un passage décrit une étape prévue par l'instrument qui n'a pas été réalisée, il est suivi d'une note de l'auteur, en italique et entre crochets, distincte du texte de l'instrument, qui renvoie au chapitre où le point est exposé. Ces notes ne font pas partie des instruments.

Les tableaux qui figurent à l'intérieur des instruments sont des pages reproduites : ils ne portent ni légende ni numéro et n'entrent pas dans la numérotation continue des tableaux du manuscrit. Les titres d'instrument et les notices encadrées ont été ajoutés pour l'annexe. Le nom de l'École normale supérieure de Tétouan, établissement du chercheur, est conservé là où il figure.

L'adresse électronique du chercheur, qui figurait dans la rubrique « Contact » du formulaire F1, a été retirée ; son nom est conservé. Le document F3 ne contient aucun nom ni aucune coordonnée d'expert.

La version fractionnée de la grille (F2), préparée pour le cas où le taux d'abandon du premier envoi dépasserait le tiers, n'a pas été utilisée : la grille a été envoyée en une seule fois (chapitre 7, 7.5.2). Elle ne figure pas ici. La note décrivant la conversion de la grille F1 en formulaire en ligne n'est pas reproduite.

F1. Grille d’évaluation experte du dispositif MANARA

Notice

Code : F1.

Statut : Version de travail de l’instrument, conforme à la version administrée sauf mise en forme.

Population : experts extérieurs à la conception du dispositif, répartis en profils : seize sollicités le 6 octobre 2026, treize ont accepté, dix ont achevé la grille (quatre enseignants, deux chercheurs en didactique, deux chercheurs en sciences de l’information et de la communication, deux concepteurs) ; aucun inspecteur (chapitre 7, 7.5.1 ; chapitre 14).

Passation : formulaire en ligne, envoi unique le 6 octobre 2026, grilles achevées du 7 au 29 octobre 2026, relances les 13 et 22 octobre ; soixante-seize critères cotés de 1 à 4, avec une modalité « non applicable » (chapitre 7, 7.5 et 7.8).

Exploitation : chapitre 14, jugement des experts.

Version annexée : fichier « F1_Grille-experte_formulaire_v1_2026-11-07 », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Retrait : l’adresse électronique du chercheur dans la rubrique « Contact », remplacée par une mention entre crochets ; le nom du chercheur est conservé.

Avertissement : la date de version portée en tête (7 novembre 2026) est postérieure à la passation d’octobre 2026.

Formulaire d’évaluation · 4 dimensions, 16 sous-dimensions, 76 critères Version 1 du 7 novembre 2026, établie par conversion de la grille de la phase 3 selon la note F1.

Cette version est le formulaire d’administration. Elle reprend sans modification le contenu de la grille source, dont la note de conversion établit qu’aucune révision n’était nécessaire, et elle y ajoute ce que la conversion imposait : le texte de consentement en tête, un espace de commentaire à la fin de chaque dimension, et trois questions de clôture.

Écran d’ouverture et consentement

Avant de commencer

Vous avez été sollicité comme **expert** pour évaluer un manuel numérique de SVT conçu dans le cadre d’une recherche doctorale menée à l’École normale supérieure de Tétouan.

Une déclaration que vous devez lire avant d’accepter

Le chercheur qui vous sollicite est **le concepteur du dispositif que vous allez évaluer**.

Il a donc un intérêt direct à ce qu'il soit bien noté. C'est précisément pourquoi cette évaluation vous est confiée : un dispositif jugé excellent par son seul concepteur n'aurait rien établi.

Votre sévérité est ce qui donne sa valeur à cet exercice. Une cotation complaisante le rendrait inutile, et le chercheur préfère un résultat défavorable à un résultat sans portée.

Ce qui vous est demandé

Objet	Un chapitre prototype du dispositif, accessible en ligne
Grille	76 critères, répartis en 4 dimensions et 16 sous-dimensions
Échelle	4 niveaux, de insuffisant à excellent, plus une modalité non applicable
Commentaires	Un espace libre à la fin de chaque dimension, **dont l'exploitation pèsera autant que les cotations**
Durée	45 à 60 minutes
Mode	en ligne, en une ou plusieurs fois, avec sauvegarde intermédiaire

L'échelle ne comporte pas de niveau médian. Ce choix est délibéré : il vous oblige à vous prononcer dans un sens ou dans l'autre plutôt qu'à vous réfugier dans une position moyenne.

Ce qui est fait de votre évaluation

- Vos cotations sont **agrégées avec celles des autres experts** et analysées par dimension et par profil.
- Vos commentaires peuvent être **cités de manière anonyme** dans le manuscrit et dans des publications.
- **Votre nom n'est jamais associé à une cotation.** Seul votre profil, enseignant, inspecteur, chercheur ou concepteur, apparaît.
- Les résultats vous sont **communiqués après la soutenance**, y compris les résultats défavorables.

Votre liberté

Votre participation est volontaire et non rémunérée. Vous pouvez interrompre à tout moment ; vos cotations partielles seront conservées uniquement si vous le demandez.

Une **attestation de participation à une évaluation scientifique** vous est remise si vous le souhaitez.

Conflit d'intérêts

Si vous avez participé, à un titre quelconque, à la conception du dispositif ou à sa documentation, vous ne pouvez pas figurer dans le panel. Merci de le signaler.

☐ Je déclare n'avoir pris **aucune part** à la conception du dispositif évalué.

Contact

Ayoub AIT OUAALI, doctorant, ERIPDS, ENS Tétouan [adresse électronique retirée de l'annexe]

☐ **J’ai lu ces informations et j’accepte de participer à cette évaluation.**

☐ J’accepte que des extraits anonymes de mes commentaires soient cités.

☐ Je souhaite recevoir une attestation de participation.

☐ Je souhaite recevoir les résultats de l’évaluation après la soutenance.

Mon profil ☐ Enseignant expérimenté du niveau concerné ☐ Inspecteur pédagogique ☐ Chercheur en didactique des sciences ☐ Chercheur en sciences de l’information et de la communication ☐ Concepteur de ressources numériques éducatives

Mon ancienneté dans ce profil ☐ moins de 5 ans ☐ 5 à 15 ans ☐ plus de 15 ans

Adresse électronique _____ *Conservée séparément de vos cotations, et utilisée uniquement pour les relances et l’envoi des résultats.*

L’échelle

Chaque critère se cote sur quatre niveaux, auxquels s’ajoute une modalité distincte pour les critères que vous jugez non applicables au dispositif évalué.

Niveau	Signification
1 · Insuffisant	Critère non satisfait, amélioration majeure nécessaire
2 · Acceptable	Critère partiellement satisfait, amélioration souhaitable
3 · Bien	Critère satisfait, quelques améliorations possibles
4 · Excellent	Critère pleinement satisfait, modèle de qualité
NA · Non applicable	Le critère ne s’applique pas au dispositif évalué

L’échelle ne comporte pas de niveau médian, et ce choix est délibéré : il vous oblige à vous prononcer dans un sens ou dans l’autre. La modalité « non applicable » n’est pas une position moyenne et ne doit pas en tenir lieu.

Aucun critère n’est obligatoire. Si vous préférez ne pas vous prononcer sur un critère, laissez-le vide : un critère laissé vide est une information, et il se distingue d’un critère coté « non applicable ».

Dimension 1 · Critères pédagogiques

1.1 Contenu pédagogique

Critère	Évaluation
1. Conformité au programme officiel marocain	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
2. Exactitude scientifique et rigueur des contenus	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
3. Clarté et qualité de l’écriture pédagogique	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
4. Adaptation au niveau des élèves (collège/lycée)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
5. Richesse et diversité des contenus	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
6. Actualisation et pertinence des contenus	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

1.2 Progression pédagogique

Critère	Évaluation
7. Cohérence de la progression des apprentissages	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

Critère	Évaluation
8. Articulation entre les chapitres et les notions	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
9. Gradation de la difficulté	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
10. Présence d'objectifs d'apprentissage explicites	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

1.3 Interactivité et engagement

Critère	Évaluation
11. Qualité des exercices interactifs	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
12. Diversité des types d'exercices (QCM, vrai/faux, glisser-déposer, etc.)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
13. Feedback immédiat et pertinent sur les exercices	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
14. Présence d'éléments ludiques et motivants	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
15. Qualité des ressources multimédias (vidéos, animations, simulations)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
16. Pertinence pédagogique des ressources multimédias	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

1.4 Différenciation pédagogique

Critère	Évaluation
17. Possibilité d'adaptation aux différents niveaux d'élèves	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
18. Présence de parcours différenciés	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
19. Ressources pour les élèves en difficulté	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
20. Ressources pour les élèves avancés (approfondissement)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

1.5 Évaluation

Critère	Évaluation
21. Présence d'outils d'évaluation formative	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
22. Qualité des exercices d'évaluation	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
23. Suivi des progrès des élèves	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
24. Feedback personnalisé aux élèves	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

Commentaire libre sur la dimension 1. Cet espace pèse autant que vos cotations dans l'analyse. Vous pouvez y signaler ce qu'une cotation ne rend pas, nuancer un niveau, ou nommer ce qui vous a manqué pour juger.

……
……

……
……

……
……

Dimension 2 · Critères techniques

2.1 Ergonomie et interface

Critère	Évaluation
25. Clarté et lisibilité de l'interface	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
26. Intuitivité de la navigation	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
27. Cohérence graphique et visuelle	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
28. Qualité typographique (polices, tailles, contrastes)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
29. Adaptation responsive (ordinateur, tablette, smartphone)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
30. Facilité d'apprentissage de l'interface	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

2.2 Accessibilité

Critère	Évaluation
31. Accessibilité pour les élèves en situation de handicap	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
32. Possibilité d'ajuster la taille du texte	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
33. Contraste et lisibilité pour les malvoyants	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
34. Compatibilité avec les lecteurs d'écran	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
35. Sous-titres pour les vidéos	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

2.3 Performance et fiabilité

Critère	Évaluation
36. Rapidité de chargement des pages	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
37. Stabilité de l'application (absence de bugs)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
38. Fiabilité des fonctionnalités	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
39. Qualité de l'affichage des contenus multimédias	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
40. Fonctionnement hors ligne	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

2.4 Compatibilité

Critère	Évaluation
41. Compatibilité avec différents navigateurs	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
42. Compatibilité avec différents systèmes d'exploitation	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
43. Compatibilité avec différents appareils (ordinateur, tablette, smartphone)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
44. Adaptation aux connexions Internet faibles	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

Commentaire libre sur la dimension 2. Cet espace pèse autant que vos cotations dans l'analyse. Vous pouvez y signaler ce qu'une cotation ne rend pas, nuancer un niveau, ou nommer ce qui vous a manqué pour juger.

……
……

……
……

……
……

Dimension 3 · Critères info-documentaires

3.1 Organisation de l'information

Critère	Évaluation
45. Structuration claire et logique des contenus	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
46. Hiérarchisation de l'information (titres, sous-titres, etc.)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
47. Présence d'une table des matières claire	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
48. Présence d'un index	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
49. Présence d'un glossaire	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

3.2 Navigation et recherche

Critère	Évaluation
50. Efficacité du moteur de recherche	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
51. Pertinence des résultats de recherche	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
52. Facilité de navigation entre les chapitres	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
53. Qualité des hyperliens internes	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
54. Qualité des hyperliens externes	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
55. Présence de fil d'Ariane (breadcrumb)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

3.3 Médiation documentaire

Critère	Évaluation
56. Qualité de la mise en forme de l'information	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
57. Utilisation pertinente des ressources multimédias	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
58. Présence de métadonnées (auteurs, dates, sources)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
59. Qualité des références bibliographiques	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

Commentaire libre sur la dimension 3. Cet espace pèse autant que vos cotations dans l'analyse. Vous pouvez y signaler ce qu'une cotation ne rend pas, nuancer un niveau, ou nommer ce qui vous a manqué pour juger.

……
……

……
……

……
……

Dimension 4 · Critères d'appropriation

4.1 Personnalisation

Critère	Évaluation
60. Possibilité de surligner et d'annoter	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
61. Possibilité de créer des signets/favoris	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
62. Possibilité de créer des fiches personnelles	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
63. Possibilité de personnaliser l'affichage (thème, police, etc.)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

Critère	Évaluation
64. Sauvegarde des personnalisations	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

4.2 Flexibilité d'usage

Critère	Évaluation
65. Possibilité d'utiliser le manuel de différentes manières (linéaire, hypertextuelle, etc.)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
66. Adaptation aux différents contextes d'usage (classe, maison, révision, etc.)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
67. Possibilité de sélectionner des ressources spécifiques	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
68. Possibilité de créer des parcours personnalisés	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

4.3 Collaboration et partage

Critère	Évaluation
69. Possibilité de partager des ressources	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
70. Possibilité de partager des annotations	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
71. Fonctionnalités de travail collaboratif	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
72. Communication enseignant-élèves via le manuel	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

4.4 Autonomie et maîtrise

Critère	Évaluation
73. Facilité d'apprentissage du manuel (courbe d'apprentissage)	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
74. Présence d'aide contextuelle et de tutoriels	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
75. Favorisation de l'autonomie des élèves	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA
76. Favorisation de l'autorégulation de l'apprentissage	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ NA

Commentaire libre sur la dimension 4. Cet espace pèse autant que vos cotations dans l'analyse. Vous pouvez y signaler ce qu'une cotation ne rend pas, nuancer un niveau, ou nommer ce qui vous a manqué pour juger.

……
……

……
……

……
……

Trois questions de clôture

1. Combien de temps cette évaluation vous a-t-elle réellement pris ?

☐ moins de 30 minutes ☐ de 30 à 45 minutes ☐ de 45 à 60 minutes ☐ de 1 h à 1 h 30 ☐ plus de 1 h 30

2. Un critère vous a-t-il paru mal formulé, redondant ou hors sujet ? Lequel, et pourquoi ?

……
……

……
……

3. Qu'auriez-vous voulu évaluer que la grille ne permet pas d'évaluer ?

……
……

……
……

……
……

Note d'administration, à ne pas transmettre à l'expert

Le formulaire en ligne doit respecter cinq règles que la note de conversion pose comme des interdits. Aucun niveau médian n'est ajouté à l'échelle. Aucun critère n'est rendu obligatoire. Aucune valeur n'est présélectionnée. Aucun score n'est affiché en cours de passation. Et le nombre de critères n'est pas réduit.

S'y ajoutent quatre exigences d'ergonomie : une sauvegarde intermédiaire et un lien personnel de reprise, une barre de progression indiquant la dimension en cours sur quatre, une durée annoncée de 45 à 60 minutes, et un champ de commentaire par dimension et jamais par critère.

La grille source comportait un tableau de report des scores par dimension, destiné à un usage sur papier. Il n'est pas repris ici : afficher un score en cours de passation orienterait les cotations suivantes. L'agrégation se fait à l'analyse.

La grille source mentionnait enfin une discussion collective pour consensus entre évaluateurs. Elle n'est pas reprise non plus : le devis prévoit une évaluation à distance et indépendante, et un désaccord entre profils d'experts est un résultat attendu plutôt qu'un défaut à résorber. Le critère d'infirmation de H4 retient explicitement cette possibilité.

F3. Constitution et suivi du panel d’experts

Notice

Code : F3.

Nature : document de constitution du panel, rédigé avant la sollicitation des experts. Il ne contient aucun nom ni aucune coordonnée d’expert.

Exploitation : chapitre 6 et chapitre 7, 7.5.1, qui rapportent l’effectif minimal opérationnel fixé par ce document.

Version annexée : fichier « F3_Panel-expert_profils-et-suivi », reproduit en entier, lignes d’en-tête et commentaires du concepteur compris ; le titre du fichier sert de titre à cette section.

Avertissement : la lettre d’invitation est attribuée à un instrument G6, version 4, qui ne figure pas dans le dossier des instruments.

Notes de l’auteur : 5 notes de l’auteur, en italique et entre crochets, signalent les étapes prévues par l’instrument et non réalisées.

Instrument créé · 12 à 15 experts, quatre profils

Version 1 du 14 septembre 2026

La lettre d’invitation figure à l’instrument **G6, version 4**. Ce document traite de la composition du panel, de la fiche de profil et du suivi.

Composition visée

Profil	Effectif visé	Ce que ce profil apporte
Enseignants expérimentés des niveaux concernés	4 à 5	Le jugement sur la praticabilité en classe réelle, que nul autre profil ne peut porter
Inspecteurs pédagogiques	3	Le jugement sur la conformité au cadre prescrit et sur la transférabilité
Chercheurs en didactique des sciences ou en sciences de l’information et de la communication	3 à 4	Le jugement sur la validité du modèle et sur la cohérence théorique
Concepteurs de ressources numériques éducatives	2 à 3	Le jugement sur la qualité technique et ergonomique, au regard de l’état de l’art
Total	**12 à 15**	

Pourquoi cette diversité est la condition de l’exercice. Un dispositif jugé excellent par les seuls concepteurs n’aurait rien établi. Et un dispositif jugé par les seuls chercheurs serait évalué sur sa cohérence théorique sans qu’on sache s’il tient en classe.

Critère d’exclusion

Toute personne ayant pris part, à un titre quelconque, à la conception du dispositif ou à sa documentation **ne peut pas figurer dans le panel**. La déclaration correspondante figure dans le formulaire de consentement G4.

Effectif minimal opérationnel

Dix experts, avec au moins deux par profil. En deçà, la comparaison entre profils n’est plus possible et le chapitre 13 *[Note de l’auteur : numérotation antérieure ; chapitre 14 dans le présent manuscrit.]* devra le signaler.

Fiche de profil

Recueillie dans le formulaire, avant les cotations. Aucune donnée nominative n’est associée aux cotations.

Champ	Modalités
Code expert	attribué, E01 à E15
Profil principal	enseignant / inspecteur / chercheur didactique / chercheur SIC / concepteur
Profil secondaire, le cas échéant	mêmes modalités, ou aucun
Ancienneté dans ce profil	moins de 5 ans / 5 à 15 ans / plus de 15 ans
Niveau d’enseignement pratiqué ou suivi	collégial / qualifiant / les deux / sans objet
Discipline	SVT / autre science / sciences de l’éducation / informatique / autre
Expérience personnelle de ressources numériques éducatives	aucune / occasionnelle / régulière / conception
Région	douze modalités, ou sans objet
A déjà évalué une ressource numérique éducative	oui / non

Le champ « expérience personnelle de ressources numériques » est important à l’analyse : un expert qui n’en a jamais utilisé ne cote pas comme un expert qui en conçoit. Ce n’est ni mieux ni moins bien, mais cela se rapporte.

[Note de l’auteur : prévu dans l’instrument, non réalisé ; le formulaire F1 n’a recueilli que le profil et l’ancienneté dans le profil ; voir le formulaire F1 dans cette annexe et le chapitre 7, section 7.5.1.]

Tableau de suivi du panel

Code	Profil	Invité le	Accepté	Envoi reçu	Relance 1	Relance 2	Achevé	Durée déclarée	Dimensions renseignées
E01									
E02									

Indicateurs à suivre

Indicateur	Seuil d'alerte
Taux d'acceptation	en deçà de 50 %, élargir la liste de sollicitation
Taux d'ouverture du formulaire	en deçà de 70 % des acceptants, relancer
Taux d'abandon à J+10	**au delà d'un tiers, déclencher la version fractionnée F2**
Équilibre des profils	moins de deux experts dans un profil, solliciter spécifiquement ce profil
Durée médiane déclarée	au delà de 75 minutes, le fractionnement s'impose pour les envois suivants

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; la version fractionnée F2 n'a pas été déclenchée ; voir chapitre 7, section 7.5.2.]

Liste de sollicitation

Constituer une liste d'au moins vingt-cinq personnes pour un panel visé de douze à quinze. Un taux d'acceptation de 50 à 60 % est réaliste pour une sollicitation non rémunérée d'une heure.

Vivier	Profils attendus
Réseau ERIPDS et laboratoires partenaires	chercheurs didactique et SIC
Réseau CREN, Le Mans Université	chercheurs SIC
Inspecteurs pédagogiques rencontrés lors de l'étude 1	inspecteurs
Enseignants du panel de l'étude 2 non retenus	enseignants expérimentés
Formateurs de CRMEF	enseignants et inspecteurs
Auteurs d'articles marocains sur les ressources numériques en SVT	chercheurs
Concepteurs identifiés, éditeurs et développeurs de ressources éducatives	concepteurs

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; seize experts ont été sollicités, et l'étude 2 ne comportait pas de panel d'enseignants ; voir chapitre 7, section 7.5.1, et chapitre 6, section 6.4.3.]

Une ressource sous-exploitée. Les enseignants qui ont accepté de participer à l'étude 2 mais n'ont pas été retenus dans le panel de quatorze constituent un vivier idéal pour le profil « enseignant expérimenté » : ils sont volontaires, disponibles, et n'ont pas utilisé le dispositif, ce qui préserve leur extériorité.

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; l'étude 2 porte sur un seul enseignant et ses deux classes, sans panel ; voir chapitre 6, section 6.4.3.]

Calendrier

Étape	Période
Constitution de la liste de sollicitation	décembre
Envoi des invitations, version G6-4	début janvier
Relances	mi-janvier
Ouverture du formulaire	**février**, une fois le dispositif gelé
Clôture	fin février
Analyse	mars

[Note de l'auteur : prévu dans l'instrument, non réalisé ; le calendrier tenu est celui du chapitre 7 ; voir chapitre 7, section 7.8.]

Contrainte technique. Le formulaire ne peut ouvrir que sur une **version gelée** du dispositif. Un expert qui évalue une version et un autre une version modifiée ne cotent pas le même objet. La date de gel est à fixer avec le développement, et à consigner.

Annexe H

Transcriptions d’entretiens (étude 3, guide B7)

Cinq entretiens semi-directifs avec des enseignants de SVT de 3AC, conduits entre le 24 mars et le 3 avril 2026

Réponses en arabe marocain traduites en français par le chercheur, transcriptions anonymisées

1. Notice

1.1. Conditions de recueil

Les cinq entretiens ont été conduits entre le 24 mars et le 3 avril 2026 avec des enseignants de SVT de 3AC volontaires, choisis parmi les répondants du questionnaire B2 qui avaient accepté d'être recontactés, pour la diversité de leurs situations : deux exercent en milieu rural, un en milieu semi-urbain et deux en milieu urbain. Ils ont suivi le guide B7, reproduit à l'annexe C, organisé en quatre thèmes (le chapitre sur les aliments, la digestion et l'éducation nutritionnelle tel qu'il est enseigné, le manuel, les conditions d'enseignement, le numérique) et clos par une question ouverte. Ils ont été conduits à distance, par téléphone ou en visioconférence, au moment choisi par l'enseignant, et ont duré de 24 à 36 minutes.

Comme les autres instruments de la thèse, ces entretiens ont été conduits sans autorisation de l'AREF et sans avis d'un comité d'éthique, ce que le chapitre 6 expose. Chaque enseignant a donné son consentement oralement, en début d'entretien, sans formulaire (chapitre 6, 6.6.2). Le tableau VN-3 décrit les cinq entretiens dans la limite de ce que l'anonymisation laisse paraître.

Tableau VN-3 : Les cinq entretiens enseignants de l'étude 3 (guide B7).

Entretien	Milieu d'exercice	Mode	Durée	Tours de l'enseignant (segments)
ENT-01	rural	appel téléphonique	26 min	24 (B7-01-001 à B7-01-024)
ENT-02	urbain	visioconférence	34 min	20 (B7-02-001 à B7-02-020)
ENT-03	semi-urbain	appel téléphonique	29 min	20 (B7-03-001 à B7-03-020)
ENT-04	rural	visioconférence	24 min	27 (B7-04-001 à B7-04-027)
ENT-05	urbain	visioconférence	36 min	25 (B7-05-001 à B7-05-025)
Total			149 min	116

Note. Les tours du chercheur ne sont pas numérotés ; ils sont au nombre de 116. Le milieu est celui que retient le chapitre 10.

1.2. Langue et traduction

Les questions ont été posées en français. Les enseignants ont répondu en arabe marocain, en passant au français pour les termes scientifiques. Le chercheur a traduit les réponses en français au moment de la transcription, puis vérifié chaque transcription par réécoute avant la suppression de l'enregistrement. Les mots de darija ont été conservés, translittérés en italique et suivis de leur traduction entre crochets. Le texte reproduit ici est donc une traduction : les nuances perdues entre l'oral et l'écrit ne sont pas récupérables, réserve que le chapitre 11 range parmi les limites de la thèse.

1.3. Suppression des enregistrements

Chaque enregistrement audio a été supprimé immédiatement après la vérification de sa transcription, dans les cinq jours qui ont suivi l'entretien. Le chercheur s'y était engagé, et plusieurs enseignants avaient fait de cette suppression la condition de leur accord (chapitres 6 et 7). Les transcriptions de travail consignent la date de suppression ; elle n'est pas reproduite ici. Le corpus n'existe plus que sous la forme de ces transcriptions, et c'est sur elles qu'a porté le codage rapporté au chapitre 10.

1.4. Règles d'anonymisation

Les transcriptions de travail remplaçaient déjà les noms de personnes et d'établissements par des repères entre crochets. Pour cette annexe, l'anonymisation a été renforcée : les lieux, les dates fines, les caractéristiques personnelles et tout détail qui permettrait de reconnaître un enseignant dans un groupe de cinq ont été retirés de l'en-tête de chaque transcription ou remplacés, dans le propos, par un repère neutre entre crochets. Seul le milieu d'exercice est conservé, parce que le chapitre 10 le mentionne. Le propos n'a pas été réécrit : hors ces repères, chaque tour est reproduit tel qu'il a été transcrit, à la typographie près (apostrophe typographique, espaces insécables).

Le tableau VN-4 recense chaque type d'élément retiré, sans reproduire l'élément lui-même. Les repères d'anonymisation sont [ville], [grande ville], [diplôme] et [jour] ; tout autre crochet est une traduction de la darija ou une indication de transcription.

Tableau VN-4 : Éléments retirés ou remplacés pour l'anonymisation des transcriptions.

Élément	Traitement	Nombre	Entretiens
Date et heure de chaque entretien	Supprimées ; seule la période de recueil est donnée	5	Tous
Jour de la semaine permettant de dater un entretien (propos du chercheur)	Remplacé par [jour]	1	ENT-03
Dates de vérification de la transcription et de suppression de l'enregistrement	Supprimées ; la règle de suppression est décrite en 1.3	10	Tous
Âge et sexe de l'enseignant	Supprimés de l'en-tête ; l'accord grammatical du propos est conservé	10	Tous
Ancienneté exacte, statut de recrutement, rang d'affectation	Supprimés de l'en-tête ; l'étendue de l'ancienneté figure au chapitre 10	7	Tous
Centre de formation initiale et diplôme	Supprimés de l'en-tête ; le diplôme cité dans le propos est remplacé par [diplôme]	11	Tous

Élément	Traitement	Nombre	Entretiens
Province ou ville d’exercice, académie	Supprimées de l’en-tête ; seul le milieu est conservé	10	Tous
Noms de villes dans le propos	Remplacés par [ville], ou par [grande ville] pour une ville citée en comparaison	5	ENT-01, ENT-02, ENT-04, ENT-05
Application ou plateforme employée et motif tiré de la connexion de l’enseignant	Ramenés à « appel téléphonique » ou « visioconférence »	2	ENT-01, ENT-02
Effectifs de classe dans l’en-tête	Supprimés de l’en-tête ; conservés dans le propos, où ils sont une donnée d’analyse	5	Tous
Noms de personnes, d’établissements et de collègues	Déjà remplacés à la transcription ; les trois repères [ville] alors posés sont conservés	0	ENT-01

Note. Ont aussi été retirés, sans être des éléments identifiants, les repères de temps qui renvoyaient à l’enregistrement supprimé, l’horodatage d’une coupure de connexion et la durée de transcription.

1.5. Conventions de transcription et numérotation des segments

Chaque tour de parole de l’enseignant porte un numéro de segment de la forme B7-01-018 : le guide (B7), l’entretien (01 à 05), puis le rang du tour de l’enseignant dans l’entretien, sur trois chiffres. Les tours du chercheur, notés CH, ne sont pas numérotés. C’est sous ces numéros que les chapitres de la thèse citent les entretiens. Les cinq transcriptions comptent 116 tours de l’enseignant.

Les indications entre crochets, [rires] ou [silence 3 s], décrivent l’oral ; (…) signale un passage inaudible ; les mots en italique sont de la darija translittérée, suivie de sa traduction entre crochets. Les tours de parole sont composés en interligne simple pour la lisibilité.

2. Entretien ENT-01

Milieu rural, appel téléphonique, 26 minutes. Segments B7-01-001 à B7-01-024.

CH : Merci d'avoir accepté, je sais que vous rentrez tard. Avant de commencer, je voudrais surtout que vous me disiez ce que vous constatez vraiment, pas ce qui est recommandé. Il n'y a pas de bonne réponse.

B7-01-001 ENT-01 : Oui, oui, pas de problème. Je viens d'arriver à la maison, le transport c'est une heure, parfois plus quand il pleut. Vous pouvez commencer.

CH : Alors on va parler du chapitre sur les aliments, la digestion et l'éducation nutritionnelle. Racontez-moi comment vous l'enseignez, d'habitude.

B7-01-002 ENT-01 : Bon, d'habitude… moi j'ai trois classes de troisième année, 42 élèves chacune, à peu près. Le chapitre je le fais en… je dirais sept ou huit séances, mais ça dépend. Les aliments c'est deux séances, la digestion c'est quatre, et l'éducation nutritionnelle je la fais vite, une séance, parfois une demi-séance parce qu'on est en retard. Toujours on est en retard.

CH : Pourquoi toujours en retard ?

B7-01-003 ENT-01 : Parce que… [rires] parce que tout. Le premier semestre on perd des semaines avec les inscriptions, les élèves ils arrivent tard, surtout ceux qui viennent des douars, il y a le transport scolaire qui ne marche pas au début. Et après il y a les absences. Donc quand j'arrive à la digestion, je suis déjà en retard par rapport à la progression.

CH : Et qu'est-ce qui est difficile pour vous, dans ce chapitre précisément ?

B7-01-004 ENT-01 : Pour moi ? Euh… le plus difficile c'est de leur faire comprendre que la digestion c'est pas seulement, comment dire, *t7an* [broyer]. Pour eux la digestion c'est les dents, et après l'estomac qui écrase. Ça c'est dans leur tête depuis le primaire. Quand je dis transformation chimique, les enzymes, ils me regardent comme ça. Ils n'ont pas la notion. Même en physique ils n'ont pas encore vu vraiment la transformation chimique, ou ils l'ont vue mais ils ne font pas le lien.

CH : Vous avez une réponse d'élève qui vous a marquée ?

B7-01-005 ENT-01 : Oui… il y en a beaucoup. Il y a une fille, l'année dernière, dans le contrôle j'ai demandé qu'est-ce qui se passe au pain dans la bouche. Elle a écrit, en arabe, « *lma3ida kat-t7an lkhobz w kat-sifto l-ddam* » [l'estomac broie le pain et l'envoie au sang]. Directement. La bouche, l'estomac, le sang. Pas d'intestin, pas de transformation, rien. Et c'est une bonne élève, elle a 15 de moyenne. Elle avait appris le cours par cœur mais dans sa tête c'est resté comme ça.

CH : Et pour l'enzyme, comment ils la voient ?

B7-01-006 ENT-01 : L'enzyme c'est un acide. [rires] Pour tous. Je dis l'amylase, ils disent c'est l'acide qui est dans la salive. Même quand je fais l'expérience… enfin, je ne peux pas faire l'expérience, je vais vous dire pourquoi après. Mais même quand je montre le schéma, pour eux l'enzyme *kat-dhiyeb* [elle fait fondre]. Comme l'acide dissout. Je leur dis non, c'est spécifique, l'amylase c'est pour l'amidon seulement, pas pour les protides. Ils répètent. Mais au contrôle ça revient, l'acide.

CH : Et quand ils expliquent le rôle d'un organe, comment ils le disent ?

B7-01-007 ENT-01 : Toujours avec le but. L'estomac *mkhlouq bach* [est créé pour] digérer, les dents sont faites pour couper. Pour eux c'est une réponse, ça. Je demande pourquoi l'estomac fabrique le suc gastrique, ils disent parce qu'il doit digérer. Et pour eux c'est fini, la question est répondue. Moi je veux qu'ils disent les cellules de la paroi fabriquent le suc, et le résultat c'est la digestion. Mais c'est… c'est une autre façon de penser. Même les adultes parlent comme ça. Même moi des fois, je me surprends à dire « le foie sert à ». Donc je ne peux pas trop leur en vouloir.

CH : Aliment et nutriment, ça pose problème ?

B7-01-008 ENT-01 : Beaucoup. Pour eux c'est le même mot. En arabe on dit *lghida* et *lmoghadiyat*, ça se ressemble aussi. Alors le pain c'est un nutriment, le glucose c'est un aliment, ils mélangent. Je fais un tableau, aliment à gauche, nutriment à droite, avec une flèche, la digestion au milieu. Ça aide un peu. Mais après deux semaines c'est perdu.

CH : Et le foie, le pancréas ?

B7-01-009 ENT-01 : Ah ça… ils pensent que les aliments passent dedans. Dans le foie. Parce que sur le schéma le foie est gros, il est à côté de l'estomac, alors pour eux la nourriture va dans le foie. Je dis non, le foie il envoie la bile, les aliments ne rentrent pas dans le foie. Ils disent alors à quoi il sert. Et là ça devient compliqué parce que la bile ils ne comprennent pas ce que c'est.

CH : Vous disiez que vous ne pouvez pas faire l'expérience. Dites-moi.

B7-01-010 ENT-01 : On n'a pas de laboratoire. *Makaynch* [il n'y a pas]. C'est un petit collège, il y a une salle qu'on appelle laboratoire mais c'est un dépôt, il y a des tables cassées et des cartons. Il n'y a pas d'eau iodée, il n'y a pas de tubes. Une fois j'ai acheté de l'eau iodée moi-même à la pharmacie de [ville], j'ai pris une pomme de terre de chez moi et j'ai fait devant eux. Ils étaient contents. Mais c'était une fois, avec une classe, parce que les autres classes c'était un autre jour et j'avais plus de pomme de terre [rires]. Non, je plaisante, mais vous comprenez, c'est pas organisé. Pour l'expérience de l'enzyme avec la salive, je l'ai jamais faite. Je la dessine au tableau. Tube 1, tube 2, 37 degrés. Ils copient.

CH : Et le manuel, dans tout ça ? Qu'est-ce que vous en faites ?

B7-01-011 ENT-01 : Le manuel… la plupart des élèves ils ne l'ont pas. Chez nous, les parents ils n'achètent pas, ou ils achètent seulement le manuel d'arabe et de maths. Sur 42 il y en a peut-être 10 ou 12 qui ont le manuel de SVT. Donc je ne peux pas dire ouvrez la page tant. Ce que je fais, c'est que j'utilise le manuel pour moi, pour préparer, et je prends les schémas, je les photographie avec mon téléphone et je les envoie sur le groupe WhatsApp des parents. Il y a un groupe pour chaque classe. Les parents ils montrent aux élèves ou ils impriment chez le libraire, ça coûte un dirham la page.

CH : Quelles parties du manuel vous utilisez, et lesquelles jamais ?

B7-01-012 ENT-01 : Les schémas, les documents, ça oui. Le texte du bilan, je le dicte, je le simplifie parce que c'est trop long et trop difficile en français. Ce que je n'utilise jamais c'est les activités, les manipulations, parce qu'on n'a pas le matériel. Et la situation de départ, en début de chapitre, je ne la fais pas, je commence directement par la question. Et les pages d'histoire

des sciences, jamais, on n'a pas le temps. Les exercices de fin de chapitre, je prends deux ou trois, les faciles.

CH : Qu'est-ce que vous ajoutez à côté du manuel ?

B7-01-013 ENT-01 : Mes propres fiches. Des schémas que je dessine moi-même, plus simples. Des fois une vidéo sur mon téléphone, je la montre à un petit groupe parce que le data show… le data show de l'établissement il est en panne depuis l'année dernière, la lampe. Le directeur dit qu'il n'y a pas de budget. Donc la vidéo c'est sur le téléphone, je passe entre les rangées, dix élèves regardent, les autres non. C'est pas sérieux mais c'est mieux que rien.

CH : Et la connexion ?

B7-01-014 ENT-01 : Dans l'établissement, non. Il y a le wifi de l'administration mais le mot de passe c'est pour le directeur et le surveillant général. Moi j'utilise ma 4G et la 4G dans [ville] ça coupe tout le temps. Je télécharge la vidéo à la maison avant.

CH : Avec 42 élèves, comment vous faites les activités pratiques, s'il y en a ?

B7-01-015 ENT-01 : Il n'y en a pas, honnêtement. Quarante-deux dans une salle prévue pour trente. Ils sont trois par table. Même le travail de groupe c'est difficile, ça fait du bruit, et le surveillant il vient voir ce qui se passe. Je fais du cours dialogué, je pose des questions, je dessine, ils copient. Je sais que ce n'est pas ce qu'on nous a appris au CRMEF, la démarche d'investigation et tout. Mais au CRMEF on avait 20 élèves dans la classe d'application, avec le matériel.

CH : L'inspecteur, il vous dit quoi là-dessus ?

B7-01-016 ENT-01 : L'inspecteur je l'ai vu une fois en trois ans. Il est venu, il a regardé le cahier de textes, il a dit il faut faire la démarche d'investigation, il faut les situations-problèmes. J'ai dit avec quoi. Il a dit débrouillez-vous, soyez créative. [rires] Il n'est pas méchant, hein, il a cinquante collèges dans la zone, lui aussi il court. Mais entre ce qu'on nous demande et ce qu'on a… il y a une montagne. Littéralement, chez nous il y a une montagne.

CH : Qu'est-ce que vous sacrifiez quand vous manquez de temps ?

B7-01-017 ENT-01 : L'éducation nutritionnelle. Toujours. La ration alimentaire, les carences, le calcul des calories. Je le fais en une séance, je donne le tableau et je dis apprenez-le. Alors que… c'est dommage, parce que c'est ce qui les concerne dans leur vie, le petit-déjeuner, le *msemen* avec le thé sucré tous les matins. Mais le contrôle il porte surtout sur la digestion, alors je privilégie la digestion.

CH : La langue, c'est un obstacle ?

B7-01-018 ENT-01 : C'est le premier obstacle. Mes élèves ils parlent darija à la maison, certains amazighe, et le cours c'est en français. Ils ne comprennent pas le mot « paroi », ils ne comprennent pas « absorption ». Alors je traduis tout le temps. *Lmi3a* [intestin], *l-imtisas* [absorption]. Et après au contrôle il faut écrire en français. Donc ils apprennent des phrases par cœur, sans comprendre. Vous savez, « les nutriments traversent la paroi intestinale », ils l'écrivent parfaitement et après, quand je demande en darija, c'est quoi la paroi, silence.

CH : Est-ce que vous utilisez déjà le numérique, d'une manière ou d'une autre ?

B7-01-019 ENT-01 : Le WhatsApp, comme je vous ai dit. Les vidéos sur le téléphone. Et à la maison je prépare sur l'ordinateur, je cherche des schémas sur Google. Il y a TelmidTICE, j'ai regardé une fois, il y a des choses mais c'est en arabe pour le collège, et moi j'enseigne en français, enfin, en français officiellement. Et puis les élèves ils n'ont pas de connexion pour y aller.

CH : Si un manuel numérique existait pour ce chapitre, qu'est-ce que vous en attendriez ?

B7-01-020 ENT-01 : Qu'il marche sans connexion. Ça c'est la première chose. Si ça demande internet, chez nous c'est fini. Deuxième chose, des animations pour la digestion, parce que c'est ce que je ne peux pas montrer : l'enzyme qui coupe la molécule, le passage dans le sang. Au tableau je ne peux pas montrer un mouvement. Et… des choses en arabe aussi, ou au moins les deux langues, pour que l'élève comprenne et après il apprend le mot en français. Et des exercices où l'élève voit tout de suite s'il a faux.

CH : Et qu'est-ce que vous craignez ?

B7-01-021 ENT-01 : [silence 3 s] Je crains que ça reste sur mon téléphone. C'est-à-dire que ce soit encore moi qui montre, à dix élèves, pendant que les trente autres font du bruit. Si l'élève ne peut pas l'ouvrir chez lui, c'est encore un outil pour l'enseignant, pas pour l'élève. Et je crains aussi… qu'on nous demande de l'utiliser sans nous donner le matériel. Comme d'habitude. On nous dit intégrez le numérique, et le data show est en panne depuis un an.

CH : Est-ce qu'il y a quelque chose que je ne vous ai pas demandé et que vous voulez me dire ?

B7-01-022 ENT-01 : Euh… oui, une chose. Les élèves ils ne sont pas bêtes. Quand j'ai fait l'expérience de la pomme de terre, celle que j'ai achetée, il y a un garçon qui ne parle jamais, il a dit « *w ila ma kanch l-amylase, lkhobz ghadi ibqa khobz* » [et s'il n'y a pas d'amylase, le pain va rester du pain]. Il avait compris. C'est la seule fois où j'ai vu ça. Avec le tableau et la craie, jamais. Donc le problème ce n'est pas eux. C'est ce qu'on a dans les mains.

CH : Merci. C'est exactement ce que je cherchais.

B7-01-023 ENT-01 : Merci à vous. Si vous faites quelque chose, pensez aux collèges comme le nôtre. Pas seulement à [ville] et à [grande ville].

CH : C'est noté. Je vous envoie le résumé des résultats quand ce sera terminé.

B7-01-024 ENT-01 : *Wakha* [d'accord], bonne soirée.

Fin de la transcription.

3. Entretien ENT-02

Milieu urbain, visioconférence, 34 minutes. Segments B7-02-001 à B7-02-020.

CH : Merci d'être là. Comme je vous l'ai dit par message, je voudrais surtout que vous me disiez ce que vous constatez vraiment, pas ce qui est recommandé. Vous pouvez être critique, c'est ce qui m'est utile.

B7-02-001 ENT-02 : Critique, ça je sais faire [rires]. Mes collègues vous le diront. Allez-y.

CH : Le chapitre aliments, digestion, éducation nutritionnelle. Comment vous l'enseignez ?

B7-02-002 ENT-02 : Alors moi je le fais en neuf séances, et je tiens à mes neuf séances. Je ne le coupe pas. Deux pour les aliments avec les tests, c'est important, quatre pour la digestion, deux pour l'absorption et une pour l'éducation nutritionnelle. Les collègues disent que c'est trop, que la progression dit six. Moi je dis la progression elle est écrite par des gens qui n'ont pas 38 élèves devant eux. Si tu fais la digestion en deux séances, tu as des élèves qui à la fin de l'année pensent encore que l'estomac c'est une machine à broyer. Donc je prends le temps ici et je rattrape ailleurs, sur la respiration, qui est plus simple.

CH : Qu'est-ce qui est difficile pour vous ?

B7-02-003 ENT-02 : Pour moi personnellement, le plus dur c'est l'enzyme. Parce que c'est abstrait, parce qu'ils ne voient rien, et parce que le manuel, excusez-moi, le manuel il explique l'enzyme en trois lignes et un schéma avec une clé et une serrure. La clé et la serrure, ça c'est bien, mais après il ne se passe rien, il n'y a pas d'expérience qui montre la spécificité. Alors moi je fais mon expérience : trois tubes, amidon plus salive, amidon plus eau, et amidon plus salive chauffée. Et là ils voient. Mais ça me prend une séance entière, avec le bain-marie qui marche une fois sur deux.

CH : Vous disiez que pour eux l'enzyme c'est…

B7-02-004 ENT-02 : Un acide. Un acide, un acide, un acide. Je le dis trois fois parce que c'est le mur. Vous savez d'où ça vient ? De la télé, des pubs, de tout ce qu'ils entendent sur l'acidité de l'estomac, *l7omoda* [l'acidité], les brûlures, le Rennie. Pour eux, l'estomac c'est de l'acide, l'acide ça fait fondre, donc la digestion c'est fondre. L'enzyme elle arrive là-dedans, et ils la mettent dans la même case. Moi je leur fais une chose : je leur demande, si c'est un acide, pourquoi l'amylase de la salive elle ne digère pas la viande ? Pourquoi tu peux garder un morceau de viande dans la bouche une heure, il ne se passe rien, et le pain, en deux minutes il devient sucré ? Et là il y a un silence. Il y a toujours quelqu'un qui dit « parce que la viande elle est dure ». [rires] Mais au moins ils réfléchissent.

CH : Et aliment, nutriment ?

B7-02-005 ENT-02 : Deuxième mur. Je vous dis, c'est le deuxième mur, et il est plus grave parce qu'il est dans le manuel lui-même. Le manuel dit « les aliments contiennent des nutriments ». Et ensuite dans l'exercice il dit « le glucose est un aliment simple ». Alors l'élève, qui n'est pas bête, il se dit : donc le glucose est un aliment et un nutriment, c'est pareil. Et après je lui dis non le pain c'est un aliment, le glucose c'est un nutriment, la digestion transforme l'un en l'autre. Et il me dit mais monsieur le manuel… Donc je me bats contre le manuel. Moi j'ai ma

définition : un nutriment c'est ce qui peut passer dans le sang. Point. Le pain ne passe pas dans le sang. Ça, ils retiennent.

CH : Une réponse d'élève qui vous a marqué ?

B7-02-006 ENT-02 : Celle-là, l'année dernière, au contrôle. Question : expliquez ce qui arrive au pain. Réponse d'un élève, je l'ai gardée en photo : « Le pain entre dans la bouche, les dents le coupent, ensuite il descend dans l'estomac où l'acide le fait fondre, ensuite il devient liquide et le sang le boit. » Le sang le boit. *Ddam kay-chrab* [le sang boit]. Tout est là-dedans : le broyage, l'acide, pas d'intestin, pas de paroi, pas d'absorption, le sang est un être vivant qui boit. Et pourtant cet élève il avait eu 12 sur 20 au contrôle précédent parce qu'il avait appris le résumé par cœur.

CH : Le foie et le pancréas, vous en faites quoi ?

B7-02-007 ENT-02 : Je les fais, mais je sais que ça ne reste pas. Le problème c'est le schéma. Sur tous les schémas, le foie est collé à l'estomac et le pancréas est derrière. L'élève il voit un circuit, pour lui la nourriture passe partout où il y a un organe dessiné. Je fais colorier le trajet en rouge, et je fais colorier le foie et le pancréas en vert, et je dis le rouge c'est le tube, le vert c'est les usines à côté, les usines envoient leur produit dans le tube par un tuyau. L'image de l'usine, ça marche un peu. Le mot « glande annexe », ça ne marche pas du tout, « annexe » ils ne savent pas ce que c'est.

CH : Et quand ils expliquent un organe par son but ?

B7-02-008 ENT-02 : Ah, « l'estomac est fait pour ». Ça c'est… vous savez, je ne me bats pas sur tous les fronts. Celui-là je le laisse un peu passer. Si l'élève me dit l'estomac est fait pour digérer, je corrige en disant « l'estomac digère », je retire le « est fait pour », et je passe. Je n'ai pas le temps d'expliquer la différence entre fonction et finalité à 38 élèves de quatorze ans. Peut-être au lycée.

CH : Parlons du manuel. Qu'est-ce que vous utilisez, et qu'est-ce que vous n'ouvrez jamais ?

B7-02-009 ENT-02 : J'utilise les documents, les photos, les schémas. Certains sont bien. Je n'ouvre jamais les activités. Jamais. Je vais vous dire pourquoi : les activités sont écrites pour un laboratoire qui n'existe pas. Il y a une activité qui demande de faire la digestion in vitro avec de la pepsine, de l'acide chlorhydrique dilué et un bain-marie à 37 degrés pendant deux heures. Deux heures ! Ma séance dure une heure. Et la pepsine, je l'ai jamais vue dans un collège marocain. Donc l'activité c'est du papier. Et le pire c'est que l'élève lit l'activité, il voit « on observe que », et il apprend le résultat par cœur comme s'il l'avait vu. C'est pire que de ne rien faire. Alors je saute.

CH : Et les autres parties ?

B7-02-010 ENT-02 : La situation de départ, je ne la fais pas, elle est… elle est bête, excusez-moi. C'est une photo d'un repas avec la question « que deviennent ces aliments ? ». Les élèves répondent « ils sont digérés », terminé, la situation est morte en dix secondes. Moi je commence autrement, je leur donne un morceau de pain et je dis mâchez pendant une minute sans avaler, qu'est-ce que vous sentez. Ils disent c'est sucré. Et là on a une vraie question : pourquoi le pain devient sucré. Ça c'est une situation. Les exercices de fin de chapitre, je prends ceux qui

ressemblent à l'examen. Le résumé je le réécris parce qu'il contient des phrases que les élèves ne peuvent pas comprendre, genre « l'hydrolyse enzymatique des macromolécules ». Hydrolyse ! En troisième année !

CH : Vous ajoutez quoi à côté ?

B7-02-011 ENT-02 : Mes diapos. J'ai un data show que j'ai acheté moi-même, 1 800 dirhams, parce que celui de l'établissement il est dans la salle multimédia et la salle multimédia est toujours prise par les profs d'informatique. Donc j'ai le mien, je le porte dans mon sac à dos, je le branche sur mon PC. Je passe des vidéos YouTube, il y a des chaînes françaises qui font des animations correctes sur la digestion, je coupe le son et je commente moi-même en darija et en français. Et je fais des concours : la classe en quatre groupes, une question, le premier groupe qui a la bonne réponse marque un point. Avec 38 c'est la seule façon de les tenir.

CH : Le laboratoire, chez vous ?

B7-02-012 ENT-02 : Il existe. Il y a une salle, il y a des paillasses, il y a de l'eau iodée, il y a du Fehling parfois. Pour les protides il n'y a rien, pas de biuret, pas d'acide nitrique. Donc je fais le test de l'amidon, le test du glucose quand il y a du Fehling, et les protides je dis « on observe une coloration violette » et je montre une photo. C'est le laboratoire partiel, quoi. Et il faut réserver la salle une semaine avant, et le préparateur… il n'y a pas de préparateur, c'est moi qui lave les tubes.

CH : L'effectif, le temps, la langue : qu'est-ce qui pèse le plus ?

B7-02-013 ENT-02 : L'effectif. Avec 38, la manipulation par les élèves c'est impossible, il y a six tubes pour toute la classe. Donc c'est moi qui manipule, ils regardent, les derniers rangs ne voient rien. Le temps, je vous ai dit, je le prends. La langue… à [ville] c'est un peu mieux qu'ailleurs, les élèves ont un peu de français, mais quand même. Ils comprennent « digestion », ils ne comprennent pas « transformation », ils ne comprennent pas « paroi ». Je traduis, *jdar* [paroi], et ils voient un mur. Un mur ! Alors comment les nutriments traversent un mur ? Vous voyez, même la traduction crée des obstacles.

CH : Qu'est-ce que vous sacrifiez ?

B7-02-014 ENT-02 : L'éducation nutritionnelle, comme tout le monde. Et l'histoire des sciences, Spallanzani, Réaumur, tout ça, j'aimerais bien mais non. Et la double correction des exercices, je corrige au tableau, pas copie par copie, sauf pour les contrôles.

CH : Le numérique, vous en faites déjà. Qu'est-ce qui marche et qu'est-ce qui ne marche pas ?

B7-02-015 ENT-02 : Ce qui marche : la vidéo, l'animation. Quand l'élève voit l'enzyme qui se fixe sur la molécule et qui la coupe, il comprend en dix secondes ce que je n'arrive pas à faire comprendre en une heure au tableau. Ce qui ne marche pas : tout ce qui demande que l'élève ait un appareil. J'ai essayé un quiz sur Kahoot une fois, la moitié n'avait pas de téléphone, l'autre moitié n'avait pas de connexion, et le surveillant est venu me dire que les téléphones sont interdits dans l'établissement. Donc le numérique chez moi c'est : moi, mon PC, mon data show, et eux qui regardent. C'est du cours magistral avec des images. Je ne me fais pas d'illusions.

CH : Un manuel numérique pour ce chapitre, vous en attendriez quoi ?

B7-02-016 ENT-02 : Premièrement qu'il soit fait pour le programme marocain et pas une traduction d'un truc français avec le fromage et le jambon. Nos élèves mangent du *khobz*, de la *harira*, du *lben*. Deuxièmement des animations, bonnes, avec le bon vocabulaire, qui montrent ce qu'on ne peut pas montrer : l'enzyme, la paroi, la villosité. Troisièmement des exercices où l'élève voit son erreur tout de suite, et où le distracteur est intelligent, c'est-à-dire si l'élève répond « l'enzyme est un acide », le manuel lui explique pourquoi c'est faux, il ne dit pas juste « faux ». Et quatrièmement, qu'il marche sur un téléphone, sans connexion, parce que c'est le seul appareil que nos élèves ont.

CH : Et ce que vous craignez ?

B7-02-017 ENT-02 : Que ce soit encore un truc qu'on nous impose d'en haut avec une formation d'une journée et après débrouillez-vous. On a eu GENIE, on a eu TelmidTICE, on a eu les tablettes qui sont restées dans les cartons. Je crains aussi que les élèves jouent avec au lieu de travailler, mais ça c'est à moi de gérer. Et je crains que le manuel numérique fasse les mêmes erreurs que le manuel papier, le glucose aliment simple et tout ça, mais avec des couleurs.

CH : Avez-vous déjà abandonné un outil ?

B7-02-018 ENT-02 : Kahoot, je vous ai dit. Et un cahier de textes numérique que l'établissement avait acheté, personne ne l'a utilisé après trois mois parce que le serveur était toujours en panne. Un outil que j'abandonne c'est un outil qui me fait perdre dix minutes au début de la séance. Dix minutes avec 38 élèves, c'est l'émeute.

CH : Y a-t-il quelque chose que je ne vous ai pas demandé ?

B7-02-019 ENT-02 : Oui. Demandez aux élèves. Pas seulement à nous. Parce que nous on vous dit ce qu'on fait, mais ce qu'ils comprennent, c'est autre chose. Moi je suis sûr que la moitié de mes élèves de l'année dernière, qui ont eu la moyenne, ils pensent encore que le sang boit. Si vous voulez savoir si un manuel marche, il faut interroger ceux qui sont passés par là, un an après, deux ans après. Et une autre chose : faites-le en darija aussi. Pas tout, mais les explications. Le français on le garde pour les mots, mais l'explication, si elle est en darija, elle rentre.

CH : C'est prévu, pour les élèves. Merci beaucoup pour votre temps.

B7-02-020 ENT-02 : De rien. Envoyez-moi le résultat, je suis curieux de voir si mes collègues disent la même chose que moi ou s'ils vous ont raconté la version officielle. [rires]

Fin de la transcription.

4. Entretien ENT-03

Milieu semi-urbain, appel téléphonique, 29 minutes. Segments B7-03-001 à B7-03-020.

CH : Bonjour, merci de me consacrer un [jour] matin. Je voudrais surtout que vous me disiez ce que vous constatez vraiment, pas ce qui est recommandé.

B7-03-001 ENT-03 : Bonjour. Oui, j'ai lu votre message, j'ai compris. Je vais essayer d'être honnête, même si des fois ce n'est pas très joli ce qu'on fait [rires].

CH : C'est ce qui m'intéresse. Commençons par le chapitre : aliments, digestion, éducation nutritionnelle. Comment vous le faites ?

B7-03-002 ENT-03 : Alors… je le fais en sept séances, à peu près. Je commence par les aliments, mais pas comme dans le manuel. Je commence par leur demander ce qu'ils ont mangé le matin. Ils disent le pain, le thé, *l-msemen*, parfois rien, il y en a qui ne mangent pas le matin, ça c'est un autre problème. Et à partir de ça on fait le tableau, aliments d'origine animale, végétale, et après on cherche ce qu'il y a dedans. J'apporte du vrai pain, du *lben*, un œuf. Le test de l'amidon on le fait sur le pain qu'ils ont apporté eux-mêmes. Ça change tout, quand c'est leur pain.

CH : Et la digestion ?

B7-03-003 ENT-03 : La digestion c'est quatre séances, et c'est là que ça se complique. Parce que pour comprendre la digestion, il faut deux choses que les élèves n'ont pas : la cellule, et la transformation chimique. La cellule ils l'ont vue en première année, mais c'est loin, et pour la plupart une cellule c'est un dessin avec un rond au milieu. Ils ne savent pas que la paroi de l'intestin c'est des cellules. Et la transformation chimique, ils sont censés la voir en physique-chimie, mais dans mon collège le prof de physique fait la chimie en fin d'année, donc quand j'arrive à la digestion en novembre, ils n'ont rien vu. Je dois tout réinstaller. Je perds une séance à expliquer ce que c'est qu'une molécule.

CH : Qu'est-ce que les élèves comprennent le moins ?

B7-03-004 ENT-03 : L'absorption. Pour moi c'est l'absorption. Le broyage, l'enzyme, à force ils finissent par dire les bons mots. Mais le passage dans le sang, ça reste magique pour eux. Les nutriments sont petits, donc ils passent. Comme s'il y avait un trou. Je demande, ils passent par où, ils disent par le sang. Non, ils passent de l'intestin vers le sang, à travers quoi ? Silence. Pour eux l'intestin et le sang c'est… c'est la même chose, c'est dedans. Et c'est là que la cellule manque : s'ils ne savent pas que la paroi c'est une couche de cellules, ils ne peuvent pas imaginer qu'il y a quelque chose à traverser.

CH : Une réponse d'élève qui vous a marquée ?

B7-03-005 ENT-03 : Oui, il y a une phrase que j'ai entendue cette année. Un élève, je lui demande où est le pain quand il est dans l'estomac, est-ce qu'il est dans le corps ou pas. Il me dit évidemment il est dans le corps, *rah f-lkerch* [il est dans le ventre]. Je lui dis, mais le tube digestif il est ouvert aux deux bouts, la bouche et… l'autre bout. Est-ce que le pain a traversé une paroi ? Il réfléchit, et il me dit « non, mais il est quand même dedans parce qu'on ne le voit plus ». [rires] Et vous voyez, pour lui, dedans c'est ce qu'on ne voit plus. C'est logique, à sa

façon. C'est ça qui m'a marquée, c'est que ce n'est pas une erreur, c'est une autre définition de « dedans ».

CH : Et l'enzyme, l'acide ?

B7-03-006 ENT-03 : L'acide, oui, comme tout le monde vous a dit sûrement. Mais chez moi, j'ai remarqué quelque chose : quand je fais l'expérience avec la salive chauffée, celle où l'amylase ne marche plus, ils comprennent que ce n'est pas un acide, parce qu'un acide chauffé il reste un acide, ils le savent. Donc cette expérience-là, celle de la salive chauffée, c'est la meilleure contre l'idée de l'acide. Le problème c'est que je ne peux la faire qu'avec une classe sur trois, parce que le laboratoire il est pris, ou il n'y a pas d'eau iodée ce jour-là.

CH : Aliment et nutriment, et les glandes annexes ?

B7-03-007 ENT-03 : Aliment et nutriment, c'est surtout une question de langue, je pense. En darija on n'a pas vraiment deux mots. *Lmakla* c'est tout. Alors ils voient deux mots français et ils pensent que c'est des synonymes, comme souvent en français il y a deux mots pour une chose. Je leur dis : nutriment, c'est après la digestion. Avant, c'est aliment. Je mets une ligne au tableau, avant, après. Ça tient à peu près. Le foie et le pancréas, je n'insiste pas beaucoup, je dis qu'ils fabriquent des liquides qui arrivent dans l'intestin. Est-ce qu'ils retiennent que les aliments ne passent pas dedans, honnêtement je ne sais pas, je ne l'évalue pas.

CH : Et l'explication par le but, « l'estomac est fait pour » ?

B7-03-008 ENT-03 : Ça c'est partout, dans toutes les matières. Le cœur est fait pour pomper, les poumons pour respirer. Je ne corrige pas vraiment. Je devrais, peut-être. Mais je me dis, à quatorze ans, s'ils savent que l'estomac fabrique un suc et que le suc transforme les protides, c'est déjà bien. Le « pourquoi » il est fait pour ça… c'est de la philosophie.

CH : Le manuel. Qu'est-ce que vous en faites ?

B7-03-009 ENT-03 : Je l'utilise, je ne vais pas dire le contraire. Mais pas comme il est prévu. Les documents, oui, surtout les photos d'expériences, parce que ça remplace celles que je ne peux pas faire. Le texte du cours, je ne le fais pas lire, il est trop difficile, le français est trop… lourd. Je l'utilise pour moi, pour préparer mon résumé, que j'écris en français simple et que je traduis oralement. Les activités, j'en fais une ou deux, les faisables : le test de l'amidon, l'observation du schéma. Celles avec la pepsine, non. Les exercices, je choisis. La situation de départ, non, j'ai la mienne avec le petit-déjeuner. L'histoire des sciences, jamais.

CH : Pourquoi jamais l'histoire des sciences ?

B7-03-010 ENT-03 : Parce que c'est deux pages de texte en français au niveau lycée, avec Spallanzani qui avale des sachets… c'est intéressant, moi j'aime bien, mais pour mes élèves c'est de la lecture impossible. Il faudrait que ce soit raconté, en darija, avec des images. Là c'est du texte. Alors je le raconte parfois, en deux minutes, comme une histoire, et ils aiment. Mais je n'utilise pas les pages.

CH : Qu'est-ce que vous ajoutez à côté du manuel ?

B7-03-011 ENT-03 : Les aliments réels, je vous ai dit. Des schémas que je refais plus simples, en grand, sur une feuille A3 que je colle au tableau. Un résumé bilingue, français et arabe, que je

distribue en photocopie. Et depuis l'année dernière une vidéo, quand la salle multimédia est libre, ce qui arrive une fois par chapitre.

CH : Parlons des conditions. Le laboratoire, l'effectif, le temps.

B7-03-012 ENT-03 : Le laboratoire est partiel. Il y a le matériel de base, mais il manque toujours quelque chose, et c'est une collègue qui a la clé, donc il faut s'organiser. L'effectif, 36, c'est… c'est gérable pour le cours, pas pour la manipulation. Je fais manipuler un groupe de quatre devant les autres, à tour de rôle. Le temps, c'est le vrai problème. Le programme est trop long pour deux heures par semaine. Et il y a les absences : en hiver, dans les douars autour, quand il pleut, la moitié de la classe n'est pas là. Donc je refais. Je refais la même séance deux fois, pour ceux qui n'étaient pas là, parce que sinon ils sont perdus pour tout le chapitre.

CH : La langue, vous l'avez évoquée plusieurs fois.

B7-03-013 ENT-03 : C'est mon sujet, oui. Mes élèves sont faibles en français, très faibles. Certains ne peuvent pas lire une phrase du manuel. Alors je fais comme ça : j'explique en darija, complètement, jusqu'à ce que je voie dans leurs yeux qu'ils ont compris, et après je reviens au français, je donne les mots, j'écris la phrase au tableau. Donc chaque notion je la fais deux fois. C'est long, mais si je fais seulement en français, ils apprennent des sons, pas des idées. Et au contrôle, je tolère. Si un élève écrit « les nutrimant travers le paroi », j'accepte, le sens est là. Mais à l'examen régional, je ne sais pas s'ils tolèrent.

CH : Qu'est-ce que vous sacrifiez ?

B7-03-014 ENT-03 : L'éducation nutritionnelle, la ration, les calculs. Et une partie de l'absorption, les villosités, la surface d'échange, je le dis vite. Et je sacrifie la démarche d'investigation, la vraie, celle où les élèves posent la question et cherchent. Je fais une investigation guidée, très guidée. L'inspecteur dirait que ce n'est pas une investigation. Mais l'inspecteur, je l'ai vu une fois en quatre ans, il est venu vingt minutes, il a regardé mes fiches, il est reparti. Donc je fais ce que je peux.

CH : Le numérique, chez vous, aujourd'hui ?

B7-03-015 ENT-03 : Dans ma salle il n'y a rien. Pas de data show, pas de prise qui marche sur le mur du fond. La salle multimédia a quinze ordinateurs, dont huit ou neuf qui démarrent, et une connexion qui marche le matin et pas l'après-midi. Je l'utilise une fois par chapitre, pour une vidéo projetée. Les élèves ne touchent pas aux ordinateurs, pas le temps. Chez moi, je prépare sur l'ordinateur, je cherche des images, j'ai regardé TelmidTICE, il y a des ressources en arabe pour le collège, j'en prends parfois. Et j'ai un groupe WhatsApp avec les élèves qui ont un téléphone, à peu près la moitié, j'envoie le résumé et parfois un lien vidéo.

CH : Un manuel numérique pour ce chapitre, vous en attendriez quoi ?

B7-03-016 ENT-03 : Deux langues. Ça c'est le premier point pour moi. L'explication en arabe, ou en darija, et les termes en français, avec la possibilité de passer de l'un à l'autre. Si l'élève peut lire l'explication dans sa langue et après voir le mot en français, il comprend et il apprend le mot. Deuxième point, des animations pour l'absorption, la paroi, les cellules, parce que c'est ce que je n'arrive pas à faire comprendre. Troisième, des exercices avec correction immédiate et

une explication quand c'est faux. Et quatrième… que ce soit utilisable sur un téléphone, parce que l'ordinateur à la maison, chez nous, c'est rare.

CH : Et ce que vous craignez ?

B7-03-017 ENT-03 : Je crains que ce soit en français seulement, comme le manuel papier. Alors ce sera le même mur, mais sur écran. Je crains aussi que mes élèves n'aient pas accès, et qu'on crée une différence entre ceux qui ont un téléphone et ceux qui n'en ont pas. Dans ma classe il y a des filles qui n'ont pas le droit d'avoir un téléphone. Et je crains… [silence 3 s] je crains que ça me demande du temps en plus, préparer, apprendre l'outil. On est déjà fatigués. Mais si ça m'enlève du temps de traduction, si l'explication en darija est déjà dedans, alors ça m'en fait gagner. Ça dépend de comment c'est fait.

CH : Avez-vous déjà abandonné un outil numérique ?

B7-03-018 ENT-03 : Pas vraiment abandonné, parce que je n'ai jamais vraiment commencé. J'ai essayé une application de quiz une fois, en salle multimédia, mais entre le temps de démarrage des ordinateurs et la connexion, on a fait trois questions en une heure. Je n'ai pas réessayé.

CH : Y a-t-il quelque chose que je ne vous ai pas demandé ?

B7-03-019 ENT-03 : Peut-être… vous n'avez pas demandé ce que les élèves aiment. Ils aiment quand c'est réel. Le pain, le *lben*, l'œuf. Le jour où j'apporte des aliments, ils sont tous là, même les derniers rangs. Donc le numérique, oui, mais il ne faut pas que ça remplace le réel. Il faut que ça complète. L'animation de l'enzyme, après avoir mâché le pain. Pas à la place.

CH : C'est une remarque importante. Merci beaucoup.

B7-03-020 ENT-03 : Merci à vous. Et bon courage pour la thèse, je sais ce que c'est, j'ai fait un [diplôme] [rires].

Fin de la transcription.

5. Entretien ENT-04

Milieu rural, visioconférence, 24 minutes. Segments B7-04-001 à B7-04-027.

CH : Bonsoir, merci d'avoir accepté, je sais que vous êtes rentré tard. Avant de commencer, je voudrais surtout que vous me disiez ce que vous constatez vraiment dans votre classe, pas ce qui est recommandé. Il n'y a pas de bonne réponse.

B7-04-001 ENT-04 : Bonsoir, oui *wakha* [d'accord], pas de problème. Excusez-moi pour la connexion, ici le soir c'est… ça coupe souvent. Si ça coupe je rappelle.

CH : Pas de souci. On commence par le chapitre sur les aliments et la digestion. Racontez-moi comment vous l'enseignez, d'habitude.

B7-04-002 ENT-04 : D'habitude… c'est ma deuxième année seulement, donc « d'habitude » c'est deux fois [rires]. L'année dernière je l'ai fait en, euh, je crois sept séances, cette année j'ai essayé huit mais j'ai pas fini l'éducation nutritionnelle, j'ai fait une séance et demie dessus. Le problème c'est pas le chapitre, le problème c'est les conditions. Je vous dirai après.

CH : On y viendra. Dans le chapitre lui-même, qu'est-ce qui est difficile pour vous ?

B7-04-003 ENT-04 : Pour moi, le plus difficile c'est de faire comprendre la transformation. Les élèves ils voient la digestion comme… comme une machine qui coupe. Tu manges le pain, les dents coupent, l'estomac coupe encore, et après ça sort. C'est tout. Quand je dis que le pain devient du glucose, ils me regardent. Un élève m'a dit, je me rappelle bien, « *a oustad, lkhobz kayb9a khobz, ghir kaysgher* » [monsieur, le pain reste du pain, il devient juste plus petit]. Et toute la classe elle était d'accord avec lui.

CH : Et vous avez fait quoi, à ce moment-là ?

B7-04-004 ENT-04 : J'ai essayé de dessiner au tableau la grosse molécule et les petites. Mais sans l'expérience, c'est des mots. Je leur ai dit : si vous gardez le pain longtemps dans la bouche, ça devient sucré. Certains ont essayé en classe [rires], et ça, ça a marché un peu. C'est la seule « expérience » que je peux faire, le pain dans la bouche.

CH : Et l'idée que l'enzyme serait un acide qui dissout, vous la rencontrez ?

B7-04-005 ENT-04 : Oui, ça c'est partout. Pour eux la salive, le suc gastrique, c'est de l'acide, et l'acide il fait fondre. Comme quand on met… comme l'eau de javel, ils disent. L'enzyme spécifique, qui agit sur l'amidon et pas sur la viande, ça, ils l'apprennent par cœur pour le contrôle et après ils l'oublient. Je sais qu'ils l'oublient parce que au deuxième contrôle, la question sur l'amylase, la moitié ils écrivent que l'amylase digère les protides aussi.

CH : Et la différence entre aliment et nutriment ?

B7-04-006 ENT-04 : Ça aussi. Pour eux c'est le même mot. En arabe on dit *lmakla* [la nourriture] pour les deux, et le mot *moghadiyat* [nutriments] ils le voient seulement en classe. Alors ils disent « le pain est un nutriment », « le lait est un nutriment ». J'ai arrêté de corriger à chaque fois, je corrige dans la trace écrite.

CH : Le foie et le pancréas, comment ils les placent ?

B7-04-007 ENT-04 : Ah ça, c'est drôle. Dans leurs schémas le foie il est sur le tube, comme si la nourriture passe dedans. Un élève a dessiné le foie comme une poche entre l'estomac et l'intestin. Je lui ai demandé pourquoi, il m'a dit « parce que le foie il nettoie la nourriture ». C'est ce qu'ils entendent à la maison, le foie nettoie. Donc pour eux la nourriture doit passer par le foie pour être nettoyée.

CH : Et la formule « l'estomac est fait pour digérer », elle vient souvent ?

B7-04-008 ENT-04 : Tout le temps. « Les dents sont faites pour couper, l'estomac est fait pour digérer. » Et moi aussi, honnêtement, des fois je parle comme ça, c'est plus facile. Je sais que c'est pas correct scientifiquement mais avec quarante-cinq élèves et une heure, euh… on va à l'essentiel.

CH : Quarante-cinq ?

B7-04-009 ENT-04 : Quarante-cinq dans une classe, quarante-trois dans l'autre. Ils viennent de douars, certains marchent une heure, une heure et demie. Le matin à huit heures ils dorment presque. Je fais la digestion le [jour] à [heure] [rires]. Donc la motivation… c'est pas la motivation de [grande ville].

CH : Parlons du manuel. Qu'est-ce que vous utilisez dedans ?

B7-04-010 ENT-04 : Le manuel… les documents, les schémas surtout. Le schéma du tube digestif, le tableau des aliments. Les élèves, la plupart ils n'ont pas le manuel. Dans une classe de quarante-cinq, peut-être douze ont le livre. Donc j'utilise mon exemplaire, je lis le document, je le dessine au tableau. C'est ça, le manuel pour moi : c'est un livre que moi je lis.

CH : Qu'est-ce que vous n'ouvrez jamais ?

B7-04-011 ENT-04 : Les activités expérimentales. Parce que… je peux pas les faire. Il y a une activité avec l'eau iodée, le tube à essai, le bain-marie. *Makaynch* [il n'y a pas]. Pas de laboratoire, pas d'eau iodée. L'année dernière j'ai acheté de la Bétadine à la pharmacie pour faire le test de l'amidon [rires], ça a marché à peu près. Et les pages de… les situations du début de chapitre, je les saute, la question de départ. Les élèves ne la comprennent pas, elle est en français difficile, il y a un texte long. Je pose ma question à moi en darija et après on passe.

CH : Vous ajoutez des choses à côté du manuel ?

B7-04-012 ENT-04 : Mon téléphone. C'est mon laboratoire. J'ai des images, des petites vidéos que j'ai téléchargées quand j'ai la connexion en ville le week-end. Je fais passer le téléphone entre les rangs, ou je marche avec entre les tables. Quarante-cinq élèves, un écran de six pouces. Vous imaginez. Mais ils aiment ça, quand le téléphone passe ils se réveillent.

CH : Et le data show ?

B7-04-013 ENT-04 : Il y en a un dans l'établissement, il est dans le bureau du directeur, il est en panne depuis… depuis que je suis arrivé je l'ai jamais vu marcher. Il y a une salle informatique avec quatre ordinateurs, pas de connexion, pas de courant stable. Le courant il coupe aussi.

CH : Les exercices de fin de chapitre, les évaluations du manuel, vous les utilisez ?

B7-04-014 ENT-04 : Un peu. Je prends deux ou trois exercices, je les écris au tableau parce qu'ils n'ont pas le livre. Les exercices avec un tableau de résultats, avec des chiffres, je les

laisse, c'est trop long à copier. Ce que j'utilise beaucoup c'est le résumé de fin de chapitre, je le dicte presque, parce que pour le contrôle les élèves ils veulent une chose fixe à apprendre. Je sais que c'est du par cœur, mais si je ne donne pas ça, les parents viennent me voir : « pourquoi mon fils n'a pas de cours dans le cahier ? ». Ici le cahier c'est la preuve que le prof travaille.

CH : Les parents suivent, donc.

B7-04-015 ENT-04 : Certains, ceux qui savent lire. Beaucoup ne savent pas lire le français. Ils regardent si le cahier est plein. *Safi* [c'est tout]. Donc un cours qui est seulement sur un écran, pour eux ça n'existe pas, il faut que je pense à ça aussi.

CH : Donc dans ces conditions, qu'est-ce que vous sacrifiez dans le chapitre ?

B7-04-016 ENT-04 : L'éducation nutritionnelle en premier, les rations, les calculs. Et les expériences, toutes. Je garde la digestion mécanique, chimique, l'absorption avec le schéma de la villosité. Les carences je fais vite, avec des exemples : le rachitisme, l'anémie, parce qu'ici il y a des cas, les élèves connaissent. Pour la ration équilibrée je leur dis seulement le principe.

CH : Et la langue, comment ça se passe ?

B7-04-017 ENT-04 : Le cours est en français, les élèves parlent darija, certains tamazight à la maison. Le niveau en français est très faible. Je dis la phrase en français, je la redis en darija, je l'écris en français. Ça prend double temps. Les mots comme « villosité », « absorption », ils les copient sans comprendre. Quand je demande « c'est quoi l'absorption ? » ils répètent la définition du cahier mot par mot, et si je change la question ils sont perdus.

CH : Vous avez une idée de ce qui les aiderait là-dessus ?

B7-04-018 ENT-04 : Des images qui bougent. Une animation où on voit le nutriment qui traverse. Même une animation sans son, en français simple ou en arabe. Je l'ai vue sur YouTube mais je peux pas la montrer à quarante-cinq élèves sur un téléphone.

CH : Justement, le numérique. Qu'est-ce que vous faites déjà avec ?

B7-04-019 ENT-04 : Le téléphone comme je vous ai dit. Et l'année dernière j'ai essayé une application de QCM, les élèves répondent sur le téléphone, ça donne les résultats tout de suite. J'avais vu ça au CRMEF. J'ai abandonné après deux séances.

CH : Pourquoi ?

B7-04-020 ENT-04 : Parce que sur quarante-cinq élèves, il y en a huit qui ont un téléphone, et c'est le téléphone du père qu'ils n'ont pas le droit d'apporter. Et pas de connexion. Donc huit élèves jouent et les autres regardent. Ça a créé des problèmes, des jalousies. J'ai arrêté. C'est ça la réalité : l'outil marche, mais pas chez nous. (…) Excusez-moi, je crois que ça a coupé ?

CH : Je vous entends de nouveau. Vous disiez que l'outil marche mais pas chez vous.

B7-04-021 ENT-04 : Oui. Et ce n'est pas seulement le matériel. C'est aussi que je suis seul. Je suis le seul prof de SVT du collège. Pas de collègue pour demander. L'inspecteur est venu une fois en deux ans. Quand j'ai un problème, je cherche sur les groupes WhatsApp des profs de SVT, c'est là que j'ai vu votre questionnaire d'ailleurs.

CH : Qu'est-ce que vous attendriez d'un manuel numérique, s'il existait ?

B7-04-022 ENT-04 : D'abord qu'il marche sans connexion. Vraiment, c'est la première chose. Que je puisse le mettre sur mon téléphone ou sur un ordinateur en ville, et l'utiliser en classe sans internet. Deuxième chose, des animations courtes, deux minutes, pas des vidéos de vingt minutes. Troisième, que ça soit en français simple avec… avec la possibilité de voir le mot en arabe. Et des exercices avec correction, parce que corriger quarante-cinq copies à la main [rires], je le fais mais…

CH : Et qu'est-ce que vous craignez ?

B7-04-023 ENT-04 : Je crains que ça soit encore une chose qu'on nous demande sans nous donner les moyens. On nous a demandé Massar, on nous a demandé les fiches, on nous demande le numérique. Si on me donne un manuel numérique et pas de data show, c'est comme me donner une voiture sans essence. Et je crains aussi pour les élèves qui n'ont rien. Si le manuel numérique est à la maison, ceux qui n'ont pas de téléphone, ils sont encore plus derrière. Ici c'est la majorité.

CH : Donc pour vous l'usage, ce serait en classe, collectif.

B7-04-024 ENT-04 : En classe, projeté, moi qui manipule, oui. Ou en petits groupes si un jour on a des tablettes. À la maison, non, pas ici. Peut-être dans dix ans.

CH : Et une formation, vous en auriez besoin, pour un outil comme ça ?

B7-04-025 ENT-04 : Une formation courte, oui, mais pas une formation de trois jours à [ville] où il faut payer le transport et l'hôtel de sa poche. Une vidéo de dix minutes qui montre comment on fait, et quelqu'un à qui écrire quand ça bloque. Au CRMEF on nous a montré des outils, mais sur des ordinateurs de salle, avec internet. Après, tu arrives dans ton collège et *walou* [rien]. La formation elle doit être faite pour nos conditions, pas pour les conditions du centre.

CH : Est-ce qu'il y a quelque chose que je ne vous ai pas demandé et que vous voulez dire ?

B7-04-026 ENT-04 : [silence 4 s] Juste… j'aime ce métier. Je dis beaucoup de choses négatives mais j'aime ce chapitre, la digestion, quand un élève comprend qu'il y a une transformation, qu'il me dit « *ah, donc lkhobz kayt7awwel l sokkar* » [ah, donc le pain se transforme en sucre], ça vaut la peine. Mais on est loin, dans tous les sens. Je voudrais que la recherche montre ça aussi, pas seulement les villes.

CH : C'est noté, et c'est précisément pour ça que je tenais à vous parler. Merci beaucoup pour votre temps.

B7-04-027 ENT-04 : Merci à vous. Si vous faites le manuel, envoyez-le-moi [rires].

Fin de la transcription.

6. Entretien ENT-05

Milieu urbain, visioconférence, 36 minutes. Segments B7-05-001 à B7-05-025.

CH : Bonsoir, merci d'avoir pris ce temps. Comme je vous l'ai écrit, je voudrais surtout que vous me disiez ce que vous constatez vraiment dans vos classes, pas ce qui est recommandé. Vous pouvez répondre en arabe si c'est plus simple.

B7-05-001 ENT-05 : Bonsoir. Oui je vais mélanger, c'est plus naturel. Allez-y.

CH : Commençons par le chapitre sur les aliments, la digestion et l'éducation nutritionnelle. Comment vous l'enseignez ?

B7-05-002 ENT-05 : Alors, je le fais en neuf séances normalement, parfois dix. Je commence par les aliments, deux séances, avec les tests d'identification. Ensuite la digestion, quatre séances, mécanique, chimique, l'absorption, et une séance de bilan. Et l'éducation nutritionnelle deux ou trois séances. Cette année j'ai dû couper, parce qu'on a perdu deux semaines en janvier avec… avec les examens et une grève. Donc l'éducation nutritionnelle j'ai fait une séance.

CH : Qu'est-ce qui est difficile pour vous, dans ce chapitre ?

B7-05-003 ENT-05 : Pour moi… ce qui est difficile ce n'est pas le contenu, c'est de passer de l'expérience à l'idée. On fait l'expérience, l'amidon avec la salive, l'eau iodée qui ne colore plus, les élèves sont contents, ils ont vu. Et après quand je demande « donc qu'est-ce qui s'est passé ? », ils disent « la salive a mangé l'amidon » ou « la salive a dissous l'amidon ». Ils ont vu quelque chose mais l'idée de transformation chimique, d'une molécule qui devient une autre molécule, elle n'est pas là. Parce qu'en physique-chimie, la transformation chimique ils la voient après, ou en même temps, pas avant. Donc je dois construire ça moi-même.

CH : Une réponse d'élève qui vous a marquée, sur ce point ?

B7-05-004 ENT-05 : Il y en a tellement [rires]. Celle qui revient chaque année, c'est « l'amylase digère tout ». Dans le contrôle je mets un tube avec de la viande et de l'amylase, et je demande ce qu'on observe. La moitié de la classe écrit que la viande est digérée. Parce que pour eux, l'enzyme c'est un acide, un produit qui attaque, et un produit qui attaque il attaque tout. La spécificité, ça c'est l'obstacle numéro un chez moi. Et l'autre, « les nutriments c'est les vitamines ». Ça, je ne comprends pas d'où ça vient, je crois que c'est la publicité, les yaourts, « riche en nutriments », et pour eux nutriments égale vitamines, quelque chose de bon pour la santé.

CH : Et la confusion aliment-nutriment en général ?

B7-05-005 ENT-05 : Oui, c'est lié. « Le lait est un nutriment. » Au début du chapitre je fais exprès un tableau à deux colonnes, aliment, nutriment, et on classe ensemble. Ça marche en classe. Mais au contrôle ça revient. Je pense que c'est la langue aussi, en darija *makla* c'est tout, et en français les deux mots se ressemblent.

CH : Le broyage, l'idée que digérer c'est seulement couper en petits morceaux ?

B7-05-006 ENT-05 : Elle est là au début, bien sûr. Ils arrivent avec ça. Chez moi elle cède, je dirais, chez les deux tiers, grâce aux expériences. Le tiers qui reste, c'est ceux qui apprennent par cœur. Avec quarante élèves je ne peux pas vérifier chacun. Ce qui résiste plus, c'est

l'absorption. Pour eux, une fois que c'est petit, ça passe. Point. L'idée d'une paroi qu'il faut traverser, d'une surface, des villosités, ils dessinent la villosité parce qu'elle est dans le manuel, mais si je demande « pourquoi des villosités ? », silence. Ou « pour que ça passe mieux », ce qui est… en fait c'est presque juste, mais c'est finaliste.

CH : Vous rencontrez souvent ce finalisme, « l'organe est fait pour » ?

B7-05-007 ENT-05 : Tout le temps, et chez les profs aussi, soyons honnêtes. « L'estomac sécrète le suc parce qu'il doit digérer. » Je ne le corrige plus systématiquement, je n'ai pas le temps. Je le corrige une fois, au moment des glandes, je dis « les cellules de l'estomac fabriquent le suc, et l'effet c'est la digestion », et je passe. Le foie et le pancréas, par contre, je passe du temps, parce que dans leurs schémas la nourriture traverse le foie. Je fais un schéma avec les canaux en couleur. Ça améliore mais ça ne règle pas.

CH : Passons au manuel. Qu'est-ce que vous utilisez dedans ?

B7-05-008 ENT-05 : Les documents, surtout les photos d'expériences et les schémas. Le tableau des groupes d'aliments. Et les exercices de fin de chapitre, mais pas tous, je choisis trois ou quatre. Le texte du cours, non, je fais ma propre trace écrite, plus courte. Mes élèves ont presque tous le manuel, c'est un collège de quartier, pas riche mais les parents achètent.

CH : Et ce que vous n'ouvrez jamais ?

B7-05-009 ENT-05 : Les situations de départ, les pages d'ouverture. Elles sont artificielles, un texte avec une famille qui mange, des questions qui n'ont pas de réponse claire. Les élèves ne lisent pas. Je préfère partir d'un vrai problème : j'apporte un sandwich et je demande « où est-il maintenant, dans trois heures ? ». Et les activités dites « d'investigation » du manuel, je ne les fais pas comme elles sont écrites, parce que l'activité donne déjà la réponse dans la consigne. Il n'y a rien à chercher. Je les transforme.

CH : Vous ajoutez quoi, à côté ?

B7-05-010 ENT-05 : Des simulations PhET, pour les molécules, les grosses et les petites, même si ce n'est pas exactement la digestion. Des vidéos courtes. Et mes propres fiches. Et surtout les expériences réelles, parce que j'ai un laboratoire.

CH : Équipé ?

B7-05-011 ENT-05 : Équipé oui, mais sans préparateur. Donc c'est moi qui prépare, la veille, après les cours. Pour quarante élèves je prépare huit postes, cinq élèves par poste, ce qui veut dire qu'un élève manipule et quatre regardent. Ou alors je fais l'expérience devant eux, au bureau, et je fais passer les tubes. C'est ce que je fais le plus souvent, parce que la séance d'une heure, avec l'installation et le rangement, l'expérience par groupes prend toute l'heure et il ne reste rien pour l'idée.

CH : Donc les conditions, l'effectif, le temps. Qu'est-ce que vous sacrifiez ?

B7-05-012 ENT-05 : L'éducation nutritionnelle, comme tout le monde je pense. C'est dommage, parce que c'est ce qui les concerne le plus, le sucre, les boissons, les carences. Et je sacrifie les expériences par groupes, je les remplace par la démonstration. Et les exercices de calcul de ration, je les donne à faire à la maison, et un tiers les fait.

CH : Le volume horaire, pour vous ?

B7-05-013 ENT-05 : Deux heures par semaine pour les SVT en 3AC. Pour ce chapitre c'est insuffisant si on veut faire la démarche d'investigation comme on nous le demande. Si on fait du cours dialogué, ça suffit. Donc l'horaire pousse vers le cours dialogué. C'est contradictoire avec les orientations, mais c'est l'arithmétique.

CH : Et la langue ?

B7-05-014 ENT-05 : À [ville], dans mon collège, le niveau de français est moyen, pas catastrophique. Mais les mots scientifiques, ils les mémorisent sans les comprendre. « Absorption » par exemple, ils connaissent le mot, ils ne savent pas ce qu'il veut dire. Je donne le mot en arabe, *imtissas* [absorption], et ça aide. Mon inquiétude c'est plutôt la lecture. Un document avec un paragraphe de dix lignes, ils ne lisent pas. Ils regardent l'image.

CH : Venons-en au numérique. Qu'est-ce que vous faites déjà ?

B7-05-015 ENT-05 : Le data show de l'établissement, il y en a trois pour vingt-quatre classes, il faut réserver. Je l'ai à peu près une séance sur deux pour ce chapitre. Je projette les simulations PhET, des vidéos, mes schémas. J'ai suivi la formation GENIE il y a quatre ans, c'était surtout de la bureautique, honnêtement, mais ça m'a donné l'habitude. Et j'utilise les QCM de Massar pour les évaluations, ça me donne les erreurs les plus fréquentes, c'est comme ça que je sais que « l'amylase digère tout » revient chez trente pour cent.

CH : La connexion ?

B7-05-016 ENT-05 : Dans l'établissement il y a une connexion, dans l'administration. Dans ma salle, non. Je partage avec mon téléphone quand il faut une vidéo en ligne, sinon je télécharge tout avant. Les élèves, à la maison, la plupart ont un téléphone, familial souvent. Les ordinateurs, c'est rare.

CH : Qu'est-ce que vous attendriez d'un manuel numérique de SVT ?

B7-05-017 ENT-05 : [silence 3 s] Pas une copie du manuel papier en PDF. Ça, ça existe déjà et ça ne sert à rien. J'attendrais des choses que le papier ne peut pas faire : une animation de l'enzyme qui agit sur une molécule et pas sur l'autre, qu'on peut arrêter, revenir en arrière. Des exercices qui me disent, à moi, quelle erreur l'élève a faite, pas seulement juste ou faux. Si l'élève choisit « l'amylase digère la viande », je veux que ça m'apparaisse. Et quelque chose de court. Les élèves ne lisent pas dix lignes sur écran non plus, c'est pire que sur papier.

CH : Et des contenus adaptés au contexte marocain ?

B7-05-018 ENT-05 : Oui, mais pas de façon décorative. Pas seulement mettre une photo de tajine. Partir de ce que les élèves mangent vraiment, le *msemen* le matin, les sodas, la *harira* au ramadan, et calculer avec ça. Ça, ce serait utile pour l'éducation nutritionnelle qu'on sacrifie justement.

CH : Qu'est-ce que vous craignez, si un tel manuel arrivait ?

B7-05-019 ENT-05 : Deux choses. La première, c'est que ça devienne une obligation de plus, avec un contrôle de plus, sans que les conditions suivent. Si je dois réserver le data show, partager ma connexion, et en plus remplir un rapport d'usage, non. La deuxième, c'est

l’attention. Dès qu’il y a un écran, les élèves regardent l’écran, ils ne m’écoutent plus, et ils ne pensent plus non plus. Ils consomment. J’ai vu ça avec les vidéos, ils sont très calmes, ils regardent, et à la fin ils n’ont rien retenu. Donc un manuel numérique, pour moi, il doit faire faire, pas faire regarder. Sinon c’est la télévision.

CH : Vous l’utiliseriez comment, idéalement ?

B7-05-020 ENT-05 : En classe, par moments courts. Cinq minutes d’animation, puis on discute, puis l’expérience réelle, puis un exercice sur l’écran pour vérifier. Pas une heure devant l’écran. Et à la maison, pour réviser, les exercices avec correction, ça oui, s’ils ont le téléphone.

CH : Vous avez déjà abandonné un outil numérique ?

B7-05-021 ENT-05 : Un tableau interactif, l’année où on l’a eu. Personne ne savait l’utiliser, le stylet s’est perdu, et maintenant c’est un tableau blanc très cher [rires]. Et une plateforme de classe virtuelle pendant le confinement, abandonnée après parce que les élèves ne se connectaient pas. Ce que je garde, c’est ce qui est simple et qui marche hors ligne.

CH : Si vous deviez dire ce que vos élèves comprennent le moins bien, en une phrase ?

B7-05-022 ENT-05 : Que digérer, c’est transformer, pas couper. Et que ce qui est transformé doit traverser quelque chose pour arriver dans le sang. Deux idées. Tout le reste, les noms des organes, l’ordre, ça ils l’ont. C’est les deux idées qui manquent, et c’est les deux que le manuel traite le moins bien, parce qu’il montre des photos et des noms, pas des mécanismes.

CH : Et de votre côté, qu’est-ce qui vous aiderait, vous, comme enseignante ?

B7-05-023 ENT-05 : Un préparateur [rires]. Sérieusement. Et une formation sur la didactique de ce chapitre, pas sur l’outil. On nous forme sur les outils, jamais sur les conceptions des élèves. Moi je les ai découvertes toute seule, en corrigeant. Si on m’avait dit en formation « voilà les sept erreurs que vous allez rencontrer », j’aurais gagné trois ans.

CH : Est-ce qu’il y a quelque chose que je ne vous ai pas demandé ?

B7-05-024 ENT-05 : Peut-être sur l’évaluation. On évalue ce chapitre avec des questions de restitution, parce que c’est rapide à corriger. Donc les élèves apprennent par cœur, et les conceptions restent dessous, intactes. Si un manuel numérique change quelque chose, ça devrait être ça : évaluer la compréhension, avec des situations, et me dire où ils se trompent. Le reste, les animations, c’est bien, mais c’est ça qui compte.

CH : C’est très clair. Merci beaucoup, vraiment.

B7-05-025 ENT-05 : Merci à vous. Et dites-moi quand c’est prêt, je testerai avec plaisir, à condition que ça marche sans connexion [rires].

Fin de la transcription.

Annexe I

Transcriptions de l’étude 2 (entretien E3 et focus group E4)

Entretien avec l’enseignant participant et focus group avec six élèves de la classe utilisatrice, conduits à l’issue des cinq semaines d’usage

Réponses en arabe marocain traduites en français par le chercheur, transcriptions anonymisées

1. Notice

1.1. Conditions de recueil

Les deux transcriptions de cette annexe appartiennent à l'étude 2, qui porte sur un enseignant de SVT de 3AC, codé ENS01, et sur ses deux classes, la classe utilisatrice 3AC-3 et la classe de comparaison 3AC-6 (chapitre 6, 6.4.3). L'entretien semi-directif E3 a été conduit avec l'enseignant, en visioconférence, à l'issue des cinq semaines d'usage, selon le guide E3 reproduit à l'annexe F. Le focus group E4 a réuni six élèves de la classe utilisatrice, en visioconférence et hors temps scolaire, selon le guide E4 reproduit à la même annexe ; l'enseignant était présent à l'ouverture, puis il s'est retiré. Le chercheur, concepteur du dispositif MANARA, conduisait les deux échanges.

Comme les autres instruments de la thèse, ces échanges ont été conduits sans autorisation de l'AREF et sans avis d'un comité d'éthique, ce que le chapitre 6 expose. L'enseignant a donné son consentement individuel après une information écrite, au moyen de la fiche G2 reproduite à l'annexe D (chapitre 6, 6.6.2). Les six élèves sont mineurs. Aucune autorisation parentale n'a été demandée ni recueillie, pour eux comme pour les autres élèves des deux classes : le chapitre 6 (6.6.2) expose ce choix et les protections réellement en place, et le chapitre 11 (11.5.4) le compte parmi les limites de la thèse. La transcription de travail du focus group porte en en-tête une mention contraire, qui est une erreur ; cet en-tête n'est pas reproduit. Cette annexe ne contient aucun nom d'élève. Le tableau VN-5 décrit les deux transcriptions dans la limite de ce que l'anonymisation laisse paraître.

Tableau VN-5 : Les deux transcriptions de l'étude 2.

Transcription	Participants	Mode	Durée	Tours numérotés (segments)
E3, entretien	ENS01 ; le chercheur	visioconférence	52 min	35 (E3-001 à E3-035)
E4, focus group	six élèves de 3AC-3, codés EL-A à EL-F ; ENS01 à l'ouverture ; le chercheur	visioconférence, hors temps scolaire	58 min	83 (E4-001 à E4-083)

Note. Les tours du chercheur ne sont pas numérotés. La numérotation est celle que le chapitre 9 emploie pour citer les deux transcriptions (9.5.3). Le complément VN-Ch09-12 (chapitre 9, section 9.5.1) rapporte 34 segments codés pour E3 et 78 pour E4 : un tour de E3 et cinq tours de E4 n'ont pas été codés.

1.2. Langue et traduction

Les questions ont été posées en français, en français simple pour les élèves. L'enseignant a répondu en arabe marocain, les élèves en arabe marocain et parfois en français. Le chercheur a traduit les réponses en français au moment de la transcription. Les mots de darija ont été

conservés, en italique, suivis de leur traduction entre crochets. Les messages que les élèves ont écrits dans le fil de discussion de la visioconférence sont reproduits tels qu'ils ont été écrits, sans correction, en italique et entre crochets, avec la mention « chat » ; l'un est en arabe, un autre en darija transcrite en lettres latines. Le texte reproduit ici est donc, pour l'essentiel, une traduction : les nuances perdues entre l'oral et l'écrit ne sont pas récupérables, réserve que le chapitre 11 range parmi les limites de la thèse (11.5.3).

1.3. Suppression des enregistrements

Les deux enregistrements ont été supprimés après la vérification de leur transcription (chapitre 6, 6.6.2 ; chapitre 7, 7.7.4). L'enseignant n'a eu accès ni à l'enregistrement ni à la transcription du focus group. Les transcriptions de travail consignent les dates de vérification et de suppression ; elles ne sont pas reproduites ici. Le corpus n'existe plus que sous la forme de ces transcriptions, et c'est sur elles qu'a porté le codage rapporté au chapitre 9.

1.4. Règles d'anonymisation

Les transcriptions de travail remplaçaient déjà les prénoms des élèves par les codes EL-A à EL-F, et les noms de personnes par des repères entre crochets. Pour cette annexe, l'anonymisation a été renforcée, avec une attention particulière pour les élèves, qui sont mineurs : l'en-tête de chaque transcription n'est pas reproduit, et les dates fines et les détails qui permettraient de reconnaître une personne sont remplacés, dans le propos, par un repère neutre entre crochets. Les codes de classe, 3AC-3 et 3AC-6, sont des pseudonymes de la fiche de codage, que le manuscrit emploie. Le propos n'a pas été réécrit : hors ces repères, chaque tour est reproduit tel qu'il a été transcrit, à la typographie près (apostrophe typographique, espaces insécables avant les signes doubles et dans les guillemets).

Le tableau VN-6 recense chaque type d'élément retiré ou remplacé, sans reproduire l'élément lui-même. Les repères d'anonymisation sont [date], [jour], [discipline], [ancienneté retirée], [élève 1, description retirée], [élève 2, description retirée], [membre de la famille], [précision retirée] et [lien de parenté retiré], ainsi que [chercheur] et [élève], posés à la transcription ; tout autre crochet est une traduction de la darija, un message écrit ou une indication de transcription.

Tableau VN-6 : Éléments retirés ou remplacés pour l'anonymisation des transcriptions de l'étude 2.

Élément	Traitement	Nombre	Transcription
Date et heure de l'entretien et du focus group	Supprimées ; seule la période d'usage est donnée	2	E3, E4
Dates de vérification de la transcription et de suppression de l'enregistrement	Supprimées ; la règle de suppression est décrite en 1.3	4	E3, E4
Profil de l'enseignant dans l'en-tête : type et milieu de l'établissement, direction provinciale, ancienneté	Supprimés ; le chapitre 6 décrit le collège comme public et périurbain	3	E3
Sexe et âge des élèves, lieu et appareil de connexion, horaires de présence de l'enseignant, dans l'en-tête	Supprimés	4	E4
Jour du mois des séances, dans le propos de l'enseignant	Remplacé par [date]	12	E3
Jour de la semaine des séances, qui donne l'emploi du temps de la classe	Remplacé par [jour]	11 et 3	E3, E4
Discipline d'un collègue	Remplacée par [discipline]	1	E3
Ancienneté de l'enseignant, dans son propos	Remplacée par [ancienneté retirée]	1	E3
Description de deux élèves par l'enseignant	Remplacée par [élève 1, description retirée] et [élève 2, description retirée]	2	E3
Membres de la famille des élèves, et précisions qui les situent (âge, scolarité, horaires)	Remplacés par [membre de la famille] ou [précision retirée]	12	E4
Lien de parenté entre un élève et un élève de l'autre classe	Remplacé par [lien de parenté retiré]	1	E4
Prénoms des élèves, nom du chercheur, noms d'élèves cités	Déjà remplacés à la transcription (EL-A à EL-F, [chercheur], [élève]) ; conservés	sans objet	E4

Note. Ont aussi été retirés, sans être des éléments identifiants, les repères de temps qui renvoyaient à l'enregistrement supprimé et la durée de transcription ; la mention « Fin de l'enregistrement » est remplacée par « Fin de la transcription ».

1.5. Conventions de transcription et numérotation des segments

Dans l'entretien, chaque tour de parole de l'enseignant porte un numéro de segment de la forme E3-012 : l'instrument (E3), puis le rang du tour de l'enseignant, sur trois chiffres. Dans le focus group, la numérotation E4-012 suit le rang de chaque tour de parole ou message écrit qui n'est pas du chercheur : elle compte le tour d'ouverture de l'enseignant et les messages du fil de discussion. Les tours du chercheur, notés CH, ne sont pas numérotés. C'est sous ces numéros que le chapitre 9 cite les deux transcriptions.

Les indications entre crochets, [rires], [silence 4 s] ou [micro qui grésille], décrivent l'oral ; (…) signale un passage inaudible ; les mots en italique sont de la darija translittérée, suivie de sa traduction entre crochets ; [chat EL-A : …] reproduit un message écrit. Les tours de parole sont composés en interligne simple pour la lisibilité.

2. Entretien E3 et focus group E4 : transcriptions non diffusées dans l'édition en ligne

Les transcriptions intégrales de l'entretien E3, conduit avec l'enseignant ENS01, et du focus group E4, conduit avec six élèves mineurs de la classe 3AC-3, figurent dans le volume déposé. Elles ne sont pas reproduites dans cette édition en ligne.

Deux raisons à cette exclusion. Le consentement de l'enseignant porte sur la citation d'extraits anonymisés, non sur la diffusion publique d'une transcription intégrale, et l'enseignant, seul participant de l'étude 2, reste reconnaissable par son entourage professionnel. Les élèves sont mineurs et aucune autorisation parentale n'a été recueillie.

La notice ci-dessus décrit les deux transcriptions (tableau VN-5) et les éléments retirés pour leur anonymisation (tableau VN-6). Les extraits cités au chapitre 9 de la thèse et dans les compléments VN-Ch09-8 et VN-Ch09-12 ne sont pas concernés.

Annexe J

Le cours de 3AC et les fiches pédagogiques

Cette annexe reproduit, sans réécriture, l'introduction générale et le chapitre 2 « La digestion » de la version du cours qui fait foi (version doctorale de juin 2026, dans sa transcription du 8 octobre 2026), en présente les chapitres 1 et 3 sous forme résumée, et reproduit les fiches ASIN des deux cours types de la plateforme, auxquels renvoie le chapitre 13. Seules des normalisations de forme ont été appliquées au texte reproduit (typographie, casse des intertitres, énumérations mises en listes, appels auteur-date) ; la bibliographie d'origine est retirée, les références citées figurant dans la bibliographie générale.

Table des matières

Le cours de 3AC : « La fonction de nutrition et l'éducation nutritionnelle », chapitres 1, 2 et 3 (version doctorale, juin 2026)..... 193
- Introduction générale à l'unité..... 194
  - Présentation de l'unité didactique..... 194
  - Cadre théorique : l'approche ASIN..... 195
  - Architecture pédagogique des chapitres..... 198
- Chapitre 1 : les aliments (présentation résumée)..... 199
  - Objet et organisation..... 199
  - Activités par phase du modèle ASIN..... 200
  - Obstacles visés..... 201
- Chapitre 2 : la digestion..... 201
  - 2.2. Situation-problème déclencheuse..... 201
  - 2.3. Questionnement et hypothèses..... 202
  - 2.4. Activités d'investigation..... 204
  - 2.5. Mise en commun et institutionnalisation..... 212
  - 2.6. Cours structuré..... 213
  - 2.7. Schémas et figures..... 221
  - 2.8. Évaluation différenciée..... 222
  - 2.9. Prolongements et ressources complémentaires..... 224
- Chapitre 3 : l'éducation nutritionnelle (présentation résumée)..... 224
  - Objet et organisation..... 224
  - Activités par phase du modèle ASIN..... 225
  - Obstacles visés..... 225

Les fiches ASIN des cours types..... 227
- J1. Fiche ASIN : alimentation et digestion (cours type)..... 227
- J2. Fiche ASIN : la respiration (cours type)..... 238

Les fiches pédagogiques qui accompagnaient le cours rédigé et les fiches ordinaires des cours types ne sont pas reproduites ; seules les fiches ASIN des deux cours types le sont, en niveaux de gris. Les fiches ordinaires sont disponibles auprès de l'auteur. Les parties reproduites le sont telles qu'elles ont été utilisées, sans correction. Les erreurs et les imprécisions qu'elles

comportent sont relevées au chapitre 13 (section 13.2), qui les retient comme corrections pour la version suivante du cours.

Le cours de 3AC : « La fonction de nutrition et l'éducation nutritionnelle », chapitres 1, 2 et 3 (version doctorale, juin 2026)

Les chapitres 1 et 3 du cours sont présentés sous forme résumée ; le texte complet du cours et ses fiches pédagogiques sont disponibles auprès de l'auteur.

Manuel numérique SVT 3AC, unité : la fonction de nutrition et l'éducation nutritionnelle

Chapitres 1, 2 et 3, approche ASIN (approche hybride socioconstructiviste par investigation numérique)

Niveau : 3ème année du cycle collégial (3AC)

Discipline : sciences de la vie et de la Terre (SVT)

Cadre référentiel : ministère de l'Éducation nationale (MEN)-Royaume du Maroc

Approche pédagogique : ASIN (approche hybride socioconstructiviste par investigation numérique)

Introduction générale à l'unité

Présentation de l'unité didactique

L'unité didactique « La fonction de nutrition et l'éducation nutritionnelle » constitue un pilier fondamental du curriculum de sciences de la vie et de la Terre (SVT) au niveau de la 3ème année du cycle collégial (3AC) dans le système éducatif marocain. Cette unité s'inscrit dans une progression curriculaire cohérente qui vise à développer chez les apprenants une compréhension scientifique rigoureuse des mécanismes biologiques fondamentaux tout en les sensibilisant aux enjeux de santé publique et d'éducation nutritionnelle dans le contexte marocain contemporain (Boulal, 2020, 2022).

Le choix de cette unité répond à plusieurs impératifs didactiques et sociétaux. D'une part, la nutrition représente une fonction vitale dont la compréhension nécessite la mobilisation de concepts biologiques, chimiques et physiologiques complexes, permettant ainsi le développement de compétences scientifiques transversales (El Mahmouhi et al., 2021). D'autre part, le Maroc fait face à une transition nutritionnelle caractérisée par la coexistence de problèmes de malnutrition (carences) et de surnutrition (obésité, maladies chroniques), particulièrement chez les adolescents, ce qui confère à l'éducation nutritionnelle une dimension de santé publique prioritaire.

L’analyse des dysfonctionnements curriculaires identifiés dans le système éducatif marocain révèle plusieurs obstacles à l’efficacité didactique de l’enseignement de la nutrition (Mouaheb et al., 2024 ; Seghir et al., 2021). Parmi ces dysfonctionnements, on note :

1. *Une transposition didactique inadéquate des pratiques expérimentales* : Les manuels scolaires traditionnels présentent souvent les expériences de reconnaissance des nutriments et de digestion de manière décontextualisée, sans lien explicite avec les situations de vie réelle des apprenants (Aidoun et al., 2016 ; Boulal, 2020).
2. *Un déséquilibre dans les modes didactiques des expériences scientifiques* : La recherche montre une focalisation excessive sur le mode de construction conceptuelle au détriment de la familiarisation pratique et de l’investigation empirique (Bouzit et al., 2020).
3. *Des difficultés d’apprentissage liées aux conceptions erronées* : Les élèves marocains manifestent des conceptions alternatives persistantes concernant les échanges nutritifs, la transformation des aliments et le rôle des organes digestifs.
4. *Un écart significatif entre les prescriptions curriculaires et les pratiques enseignantes réelles* : Les enseignants, confrontés à des contraintes de temps, de matériel et de formation, tendent à privilégier une approche transmissive au détriment de la démarche d’investigation préconisée par les orientations pédagogiques officielles (Ait El Mokhtar et al., 2026 ; Boulal, 2022).
5. *Une exploitation insuffisante des technologies numériques* : Malgré les investissements dans le programme GENIE (généralisation des technologies de l’information et de la communication dans l’enseignement), l’intégration effective des ressources numériques interactives dans l’enseignement des SVT reste limitée (Ettazarini, 2017 ; Maouni et al., 2014).

Pour répondre à ces dysfonctionnements, le présent manuel numérique adopte l’approche hybride socioconstructiviste par investigation numérique (ASIN), une approche pédagogique innovante qui intègre les principes du constructivisme piagétien, du socioconstructivisme vygotskien, de la démarche d’investigation scientifique et de l’exploitation didactique des affordances numériques.

Cadre théorique : l’approche ASIN

L’approche hybride socioconstructiviste par investigation numérique (ASIN) constitue le fondement théorique et méthodologique de ce manuel numérique. Cette approche s’appuie sur une synthèse critique des recherches en didactique des sciences, en psychologie cognitive et

en technologies éducatives, adaptée au contexte spécifique du système éducatif marocain (Conseil supérieur de l'éducation, de la formation et de la recherche scientifique [CSEFRS], 2015).

Fondements théoriques de l'ASIN

1. Le constructivisme piagétien

Le constructivisme piagétien postule que l'apprentissage résulte d'une construction active des connaissances par l'apprenant à travers des processus d'assimilation et d'accommodation (Piaget, 1970). Dans le contexte de l'enseignement de la nutrition, cela implique que les élèves doivent être placés en situation de conflit cognitif face à leurs conceptions initiales (souvent erronées) concernant les aliments, la digestion et les besoins nutritionnels. Les activités d'investigation proposées dans ce manuel visent précisément à créer ces situations de déséquilibre cognitif, permettant aux apprenants de reconstruire leurs représentations mentales sur des bases scientifiquement valides.

2. Le socioconstructivisme vygotskien

Le socioconstructivisme vygotskien complète le constructivisme piagétien en soulignant le rôle central des interactions sociales et du langage dans la construction des connaissances (Vygotski, 1934/1997). La notion de « zone proximale de développement » (ZPD) est particulièrement pertinente pour l'enseignement de concepts complexes comme les transformations enzymatiques ou l'absorption intestinale. L'approche ASIN intègre systématiquement des phases de travail collaboratif (en binômes ou en petits groupes) et de mise en commun collective, permettant aux élèves de bénéficier de l'étayage de leurs pairs et de l'enseignant. Les ressources numériques interactives jouent ici un rôle d'outil de médiation sémiotique, facilitant l'élaboration et la communication des raisonnements scientifiques (Bruner, 1996).

3. La démarche d'investigation scientifique

La démarche d'investigation scientifique, promue par les orientations pédagogiques du MEN marocain, constitue le troisième pilier de l'ASIN (Calmettes et Matheron, 2015 ; Iwzane et al., 2025). Cette démarche, inspirée des pratiques authentiques de la recherche scientifique, se structure en plusieurs phases : (1) situation déclencheuse et questionnement, (2) formulation d'hypothèses, (3) investigation (expérimentale, documentaire ou numérique), (4) structuration des connaissances, et (5) évaluation. Cependant, la recherche montre que la mise en œuvre effective de cette démarche dans les classes marocaines se heurte à de nombreux obstacles (Boulal, 2022 ; Kouchou et al., 2025). L'approche ASIN propose une opérationnalisation

concrète de la démarche d'investigation en s'appuyant sur des ressources numériques spécifiquement conçues pour guider les élèves dans chaque phase du processus investigatif.

4. L'exploitation didactique des affordances numériques

Le quatrième fondement de l'ASIN réside dans l'exploitation didactique des affordances spécifiques des technologies numériques pour l'apprentissage des sciences (R. E. Mayer, 2001 ; Sweller, 1988). Les recherches sur l'efficacité des ressources numériques en biologie identifient plusieurs affordances pédagogiques majeures :

- *La visualisation de phénomènes invisibles ou inaccessibles* : Les animations et modèles 3D permettent de rendre visibles des processus biologiques microscopiques (action des enzymes, absorption au niveau des villosités intestinales) ou inaccessibles à l'observation directe (trajet des aliments dans le tube digestif) (Bouziani et al., 2024).
- *L'interactivité et la manipulation virtuelle* : Les simulations interactives permettent aux élèves de manipuler des variables, de tester des hypothèses et d'observer les conséquences de leurs actions dans un environnement sécurisé et contrôlé.
- *La différenciation pédagogique* : Les ressources numériques offrent des possibilités de parcours personnalisés, d'étayage adaptatif et de feedback immédiat, facilitant ainsi la prise en compte de l'hétérogénéité des élèves (Perrenoud, 1997).
- *L'engagement et la motivation* : Les environnements numériques ludifiés (jeux sérieux, quiz interactifs) favorisent l'engagement cognitif et affectif des apprenants (Gee, 2003).

Cependant, l'efficacité pédagogique des ressources numériques n'est pas automatique et dépend de leur qualité de conception, de leur intégration dans une séquence didactique cohérente et de l'accompagnement pédagogique de l'enseignant (Ettazarini, 2017). L'approche ASIN accorde une attention particulière à ces conditions d'efficacité.

Architecture pédagogique en 7 phases

L'approche ASIN se concrétise dans une architecture pédagogique structurée en 7 phases complémentaires, appliquée de manière systématique à chacun des trois chapitres de cette unité :

Phase 1 : Situation-problème déclencheuse

Chaque chapitre débute par une situation-problème ancrée dans le contexte de vie réel des élèves marocains (alimentation locale, pratiques culturelles, enjeux de santé publique). Cette situation vise à susciter la curiosité, à mobiliser les conceptions initiales et à générer un questionnement authentique.

Phase 2 : Questionnement et formulation d'hypothèses

Les élèves, guidés par l'enseignant, formulent des questions scientifiques et proposent des hypothèses explicatives. Cette phase développe les compétences de problématisation et de raisonnement hypothético-déductif (Calmettes et Matheron, 2015).

Phase 3 : Investigation multimodale

Les élèves mènent des investigations combinant expérimentation réelle (tests chimiques de reconnaissance des nutriments), observation (documents scientifiques), et exploration numérique (animations, simulations, modèles 3D). Cette multimodalité permet de répondre à la diversité des profils d'apprentissage (Gardner, 1983).

Phase 4 : Mise en commun et confrontation

Les résultats des investigations sont partagés, comparés et discutés collectivement. Cette phase favorise l'argumentation scientifique et la co-construction des savoirs (Dillenbourg, 1999).

Phase 5 : Institutionnalisation et structuration

L'enseignant guide la synthèse des apprentissages et formalise les connaissances scientifiques validées. Le cours structuré est co-construit avec les élèves à partir de leurs découvertes (Astolfi, 1992).

Phase 6 : Application et transfert

Des activités d'application permettent de consolider les acquis et de les transférer à de nouveaux contextes (résolution de problèmes, études de cas) (Tardif, 1999).

Phase 7 : Évaluation différenciée

Une évaluation formative continue et une évaluation sommative différenciée permettent de vérifier l'atteinte des objectifs d'apprentissage et d'identifier les besoins de remédiation (Scallon, 2004).

Architecture pédagogique des chapitres

Les trois chapitres de cette unité s'articulent selon une progression didactique cohérente, respectant les principes de progressivité et de complexification conceptuelle :

Chapitre 1 : Les aliments, Ce chapitre introductif vise à construire les concepts fondamentaux de nutriment, de groupe alimentaire et de valeur nutritive. Les élèves apprennent à distinguer les aliments des nutriments, à identifier les principales catégories de nutriments

(glucides, lipides, protides, vitamines, minéraux, eau) et à utiliser des tests chimiques simples pour les reconnaître. Ce chapitre pose les bases nécessaires à la compréhension de la digestion et de l'éducation nutritionnelle.

Chapitre 2 : La digestion, Ce chapitre central aborde les transformations mécaniques et chimiques que subissent les aliments dans le tube digestif. Les élèves découvrent l'anatomie du système digestif, le rôle des enzymes digestives et le processus d'absorption intestinale. Ce chapitre établit le lien entre les aliments (niveau macroscopique) et les nutriments absorbés (niveau microscopique), préparant ainsi la compréhension de la nutrition cellulaire.

Chapitre 3 : L'éducation nutritionnelle, Ce chapitre applicatif mobilise les connaissances acquises dans les deux chapitres précédents pour aborder les enjeux de santé publique liés à l'alimentation. Les élèves analysent les besoins nutritionnels selon l'âge, construisent des repas équilibrés adaptés au contexte marocain, et étudient les troubles nutritionnels (obésité, dénutrition, carences) ainsi que les stratégies de prévention.

Cette progression respecte les principes didactiques de l'approche ASIN en assurant :

- Une ancrage contextuel permanent dans la réalité marocaine
- Une articulation étroite entre connaissances scientifiques et compétences transversales
- Une exploitation optimale des ressources numériques interactives
- Une différenciation pédagogique systématique
- Une évaluation formative continue

Les sections suivantes présentent le développement exhaustif de chacun des trois chapitres, avec l'ensemble des ressources pédagogiques, scientifiques et numériques nécessaires à leur mise en œuvre effective dans les classes marocaines.

Chapitre 1 : les aliments (présentation résumée)

Objet et organisation

Selon l'introduction de l'unité, ce chapitre introductif construit les notions de nutriment, de groupe alimentaire et de valeur nutritive. Les élèves y apprennent à distinguer les aliments des nutriments, à reconnaître les grandes catégories de nutriments (glucides, lipides, protides, vitamines, minéraux, eau) et à les identifier par des tests chimiques simples ; le chapitre prépare ainsi l'étude de la digestion et celle de l'éducation nutritionnelle.

Il s'ouvre sur la situation « Le mystère du petit-déjeuner de Fatima » : une élève de 3AC de Casablanca lit sur un paquet de biscuits les mots glucides, protéines et lipides, et se demande

si son petit-déjeuner traditionnel les contient aussi. La classe en tire la problématique du chapitre : « Quelle est la composition des aliments que nous consommons quotidiennement, et comment peut-on identifier les différents nutriments qu'ils contiennent ? »

Durée et séances : huit heures, en quatre séances de deux heures (séance 1 : situation-problème, questionnement et premiers tests ; séance 2 : suite des tests et exploration numérique ; séance 3 : mise en commun, cours structuré et étiquettes ; séance 4 : application, jeu sérieux et évaluation sommative).

Activités par phase du modèle ASIN

Le tableau VN-7 range les activités du chapitre selon les sept phases du modèle ASIN, avec les durées que le cours leur donne.

Tableau VN-7 : Activités du chapitre 1 du cours, par phase du modèle ASIN.

Phase du modèle ASIN	Activités prévues par le cours	Durée indiquée
1. Situation-problème	Situation « Le mystère du petit-déjeuner de Fatima » : lecture collective, photographie du petit-déjeuner, courte vidéo en darija sous-titrée en français, discussion collective	3 min (vidéo) ; 10 min (discussion)
2. Questionnement et hypothèses	Recueil des questions spontanées, classement selon trois axes (définition, méthode, fonction), formulation de la problématique ; hypothèses sur trois sous-questions, consignées dans un tableau de synthèse repris à la mise en commun	35 min
3. Investigation	Tests chimiques de reconnaissance des nutriments sur des aliments marocains, en binôme au laboratoire (eau iodée, liqueur de Fehling, Sudan III, biuret, chaleur) ; structure moléculaire des nutriments (animation) ; laboratoire virtuel des tests ; quiz adaptatif de classification des aliments ; analyse d'étiquettes alimentaires marocaines, en groupe de quatre	90 min ; 30 min ; 25 min ; 20 min ; 40 min
4. Mise en commun et institutionnalisation	Présentation des résultats expérimentaux, des découvertes numériques et de l'analyse des étiquettes, puis validation des hypothèses à partir du tableau de synthèse	60 min
5. Structuration	Cours structuré en dix parties (aliments et nutriments, glucides, lipides, protides, vitamines, minéraux, eau, tests chimiques, classification des aliments, valeur nutritive et énergétique) et huit schémas décrits	Non indiquée
6. Application et transfert	Pas de rubrique propre : jeu sérieux « Mission Nutriments », rangé parmi les activités d'investigation et placé en séance 4 ; exercice d'expertise de l'évaluation sommative ; quatre prolongements (carnet alimentaire, enquête sur les étiquettes, extraction de l'ADN d'un aliment, débat entre aliments traditionnels et industriels)	30 min (jeu sérieux)

Phase du modèle ASIN	Activités prévues par le cours	Durée indiquée
7. Évaluation différenciée	Évaluation diagnostique (dix questions, en début de séance 1) ; évaluation formative continue (observation, questionnement oral, quiz, tableaux de résultats) ; évaluation sommative en trois niveaux (10, 6 et 4 points), avec corrigé ; remédiation d'une heure sous 10 sur 20	15 min ; 60 min ; 1 h

Obstacles visés

Le cours ne nomme pas les obstacles O1 à O7 de l'étude 3. Le chapitre 1 travaille l'obstacle O3, la confusion entre aliment et nutriment : la distinction fait l'objet de la première sous-question, l'hypothèse « Il n'y a pas de différence, c'est la même chose » figure parmi les réponses attendues des élèves, et le cours structuré s'ouvre sur la définition de l'aliment et celle du nutriment. Les six autres obstacles portent sur la digestion et relèvent du chapitre 2.

Chapitre 2 : la digestion

2.2. Situation-problème déclencheuse

Contexte et accroche motivante

Titre de la situation : « Le mystère du couscous disparu »

Mise en situation :

Youssef, élève de 3AC, adore le couscous que prépare sa grand-mère chaque vendredi. Un jour, après avoir mangé une grande assiette de couscous (semoule, légumes, viande, pois chiches), il se demande : « Où va tout ce que je viens de manger ? Comment mon corps peut-il utiliser ce couscous pour me donner de l'énergie et me faire grandir ? »

Sa petite sœur Amina, qui a 6 ans, lui dit : « C'est simple ! Le couscous va directement dans ton ventre, et après il sort quand tu vas aux toilettes. » Mais Youssef n'est pas convaincu. Il sait, grâce au chapitre précédent, que les aliments contiennent des nutriments (glucides, lipides, protéines) dont le corps a besoin. Mais comment ces nutriments passent-ils des aliments dans le sang pour nourrir toutes les cellules du corps ?

En classe de SVT, Youssef partage ses questions avec ses camarades. L'enseignant propose alors de mener une investigation pour comprendre ce qui se passe entre le moment où nous mangeons un aliment et le moment où ses nutriments arrivent dans nos cellules.

Ancrage dans le contexte marocain

Cette situation-problème est ancrée dans la réalité marocaine :

1. *Aliment emblématique* : Le couscous est un plat traditionnel marocain consommé dans toutes les familles, favorisant l'identification des élèves.
2. *Questionnement authentique* : Les questions de Youssef correspondent aux interrogations réelles des adolescents sur le fonctionnement de leur corps.
3. *Conception erronée* : La réponse d'Amina reflète une conception enfantine courante (le tube digestif comme un simple tuyau) que les élèves doivent dépasser.
4. *Lien avec le chapitre précédent* : La situation établit explicitement le lien entre les nutriments identifiés au chapitre 1 et leur devenir dans l'organisme.

Objectifs de la situation-problème

1. *Susciter la curiosité* sur le fonctionnement du système digestif
2. *Mobiliser les conceptions initiales* (souvent erronées) sur la digestion
3. *Générer un questionnement scientifique* sur les transformations des aliments
4. *Créer un besoin de savoir* sur l'anatomie et la physiologie digestives
5. *Introduire la problématique centrale* : Comment les aliments sont-ils transformés en nutriments absorbables ?

Modalités de présentation

1. *Lecture collective* du récit (projection au tableau)
2. *Photographie* d'une assiette de couscous marocain traditionnel
3. *Courte vidéo d'introduction* (3 minutes) : Animation montrant Youssef mangeant du couscous, puis des points d'interrogation apparaissant sur son corps (bouche, estomac, intestins)
4. *Discussion collective* (10 minutes) : Recueil des représentations initiales des élèves sur la digestion

2.3. Questionnement et hypothèses

Phase de questionnement guidé

Temps 1 : Recueil des questions spontanées (10 minutes)

Exemples de questions spontanées attendues :

- Où vont les aliments après qu'on les a avalés ?
- Qu'est-ce qui se passe dans l'estomac ?

- Comment les nutriments passent-ils dans le sang ?
- Pourquoi faut-il mâcher les aliments ?
- Quel est le rôle de l'intestin ?
- Combien de temps dure la digestion ?
- Pourquoi certains aliments sont-ils plus difficiles à digérer ?

Temps 2 : Catégorisation des questions (15 minutes)

Axe 1 : Questions d'anatomie

- Quels sont les organes du système digestif ?
- Quel est le trajet des aliments dans le corps ?

Axe 2 : Questions de transformation

- Comment les aliments sont-ils transformés ?
- Quelle est la différence entre digestion mécanique et digestion chimique ?
- Quel est le rôle des enzymes ?

Axe 3 : Questions d'absorption

- Comment les nutriments passent-ils dans le sang ?
- Où se fait l'absorption ?
- Que deviennent les nutriments après l'absorption ?

Temps 3 : Formulation de la problématique centrale (10 minutes)

Problématique : « Comment les aliments que nous consommons sont-ils transformés en nutriments simples capables de passer dans le sang pour nourrir nos cellules ? »

Phase de formulation d'hypothèses

Sous-question 1 : Quels sont les organes du système digestif et quel est le trajet des aliments ?

Hypothèses des élèves :

- H1a : « Les aliments passent par la bouche, l'estomac, l'intestin, puis sortent »
- H1b : « Il y a beaucoup d'organes : bouche, œsophage, estomac, intestins, foie »
- H1c : « Le trajet est direct de la bouche à l'estomac, puis à l'intestin »

Sous-question 2 : Comment les aliments sont-ils transformés ?

Hypothèses des élèves :

- H2a : « Les aliments sont broyés par les dents et dissous par les sucs digestifs »
- H2b : « L'estomac mélange les aliments comme un mixeur »

- H2c : « Des produits chimiques dans l'estomac cassent les aliments en petits morceaux »
- H2d : « Les enzymes coupent les grosses molécules en petites molécules »

Sous-question 3 : Comment les nutriments passent-ils dans le sang ?

Hypothèses des élèves :

- H3a : « Les nutriments traversent la paroi de l'intestin »
- H3b : « Il y a des petits trous dans l'intestin qui laissent passer les nutriments »
- H3c : « Les nutriments sont absorbés par des petites structures dans l'intestin »
- H3d : « L'absorption se fait dans l'estomac »

Tableau de synthèse des hypothèses

Question scientifique	Hypothèses formulées	Méthode d'investigation	Résultats	Validation
Quels sont les organes du système digestif ?	H1a, H1b, H1c	Observation (schémas, visite VR)	À compléter	À compléter
Comment les aliments sont-ils transformés ?	H2a, H2b, H2c, H2d	Expérimentation (digestion in vitro), animation	À compléter	À compléter
Comment les nutriments passent-ils dans le sang ?	H3a, H3b, H3c, H3d	Observation (modèle 3D villosités), documentation	À compléter	À compléter

2.4. Activités d'investigation

Activité d'investigation 1 : Anatomie du tube digestif et visite virtuelle VR (investigation documentaire et numérique)

Objectifs spécifiques

- Identifier les organes du tube digestif et leur position anatomique
- Comprendre le trajet des aliments de la bouche à l'anus
- Visualiser l'anatomie du système digestif de manière immersive
- Construire un schéma fonctionnel du tube digestif

Organisation

- *Durée* : 60 minutes
- *Modalité* : Travail en binôme
- *Lieu* : Salle de classe avec tablettes ou casques VR

Déroulement détaillé

Étape 1 : Observation de documents anatomiques (20 minutes)

Chaque binôme reçoit un corpus documentaire comprenant :

- Schéma simplifié du tube digestif (vue d'ensemble)

- Radiographie du système digestif (avec produit de contraste)
- Photographies d'organes digestifs (modèles anatomiques)

Les élèves complètent un schéma muet en identifiant et légendant les organes suivants : 1. Bouche (cavité buccale) 2. Pharynx 3. Œsophage 4. Estomac 5. Intestin grêle (duodénum, jéjunum, iléon) 6. Gros intestin (côlon) 7. Rectum 8. Anus 9. Glandes annexes : glandes salivaires, foie, vésicule biliaire, pancréas

Étape 2 : Visite virtuelle VR « Voyage dans le tube digestif » (30 minutes)

Chaque binôme accède à la visite virtuelle VR (casque VR ou mode 360° sur tablette). Le parcours immersif comprend 8 étapes :

Étape 1 : La bouche

- Observation : Dents (incisives, canines, molaires), langue, glandes salivaires
- Information : « La digestion commence dans la bouche. Les dents broient les aliments (digestion mécanique) et la salive les humidifie et commence la digestion de l'amidon (digestion chimique). »
- Durée : 2 minutes

Étape 2 : L'œsophage

- Observation : Tube musculaire, mouvements péristaltiques (contractions)
- Information : « L'œsophage est un tube qui transporte les aliments de la bouche à l'estomac grâce à des contractions musculaires appelées péristaltisme. »
- Durée : 2 minutes

Étape 3 : L'estomac

- Observation : Poche musculeuse, paroi plissée, suc gastrique
- Information : « L'estomac est une poche qui stocke les aliments et les brasse (digestion mécanique). Il sécrète le suc gastrique contenant de l'acide chlorhydrique et de la pepsine qui digèrent les protéines (digestion chimique). »
- Durée : 4 minutes

Étape 4 : Le duodénum (début de l'intestin grêle)

- Observation : Arrivée de la bile (vésicule biliaire) et du suc pancréatique (pancréas)
- Information : « Le duodénum reçoit la bile qui émulsionne les lipides et le suc pancréatique qui contient des enzymes digestives (amylase, lipase, protéases). »

- Durée : 4 minutes

Étape 5 : Le jéjunum et l'iléon (intestin grêle)

- Observation : Paroi interne couverte de villosités intestinales, absorption des nutriments
- Information : « L'intestin grêle est le principal site d'absorption des nutriments. Sa paroi est couverte de millions de villosités qui augmentent la surface d'échange. »
- Durée : 5 minutes

Étape 6 : Le côlon (gros intestin)

- Observation : Tube plus large, absorption d'eau
- Information : « Le côlon absorbe l'eau et les minéraux. Les résidus non digérés forment les matières fécales. »
- Durée : 3 minutes

Étape 7 : Le rectum et l'anus

- Observation : Stockage et évacuation des matières fécales
- Information : « Le rectum stocke temporairement les matières fécales avant leur évacuation par l'anus. »
- Durée : 2 minutes

Étape 8 : Vue d'ensemble

- Récapitulation du trajet complet avec schéma animé
- Durée : 3 minutes

Étape 3 : Synthèse et construction d'un schéma fonctionnel (10 minutes)

À l'issue de la visite VR, chaque binôme complète un schéma fonctionnel du tube digestif en indiquant :

- Le nom de chaque organe
- Le type de digestion (mécanique/chimique)
- Les sécrétions digestives
- Les nutriments absorbés

Activité d'investigation 2 : Expérience de digestion in vitro de l'amidon (investigation expérimentale)

Objectifs spécifiques

- Mettre en évidence l'action de l'amylase salivaire sur l'amidon

- Comprendre le rôle des enzymes dans la digestion chimique
- Développer des compétences expérimentales (protocole, observation, interprétation)

Organisation

- *Durée* : 60 minutes
- *Modalité* : Travail en binôme
- *Lieu* : Laboratoire de SVT

Déroulement détaillé

Étape 1 : Présentation du protocole expérimental (10 minutes)

L'enseignant présente l'expérience :

Problème : L'amidon du pain est-il digéré dans la bouche ? Si oui, quel est le rôle de la salive ?

Hypothèse : La salive contient une enzyme (amylase) qui transforme l'amidon en sucres simples.

Protocole :

Tube 1 (témoin) : Empois d'amidon + eau distillée

Tube 2 (test) : Empois d'amidon + salive

1. Préparer 2 tubes à essai contenant chacun 5 mL d'empois d'amidon
2. Ajouter 2 mL d'eau distillée dans le tube 1
3. Ajouter 2 mL de salive dans le tube 2
4. Placer les deux tubes au bain-marie à 37 °C pendant 15 minutes
5. Prélever 1 mL de chaque tube et tester avec l'eau iodée (test de l'amidon)
6. Prélever 1 mL de chaque tube et tester avec la liqueur de Fehling (test des sucres réducteurs)
7. Observer et interpréter les résultats

Étape 2 : Réalisation de l'expérience (40 minutes)

Les élèves réalisent l'expérience en suivant le protocole. Ils consignent leurs observations dans un tableau :

Tube	**Contenu**	**Test eau iodée (amidon)**	**Test Fehling (sucres réducteurs)**	**Interprétation**
Tube 1 (témoin)	Amidon + eau			
Tube 2 (test)	Amidon + salive			

Résultats attendus :

Tube	Test eau iodée	Test Fehling	Interprétation
Tube 1	Bleu-violet (amidon présent)	Bleu (pas de sucres réducteurs)	L'amidon n'a pas été transformé
Tube 2	Jaune-brun (amidon absent ou diminué)	Rouge-brique (sucres réducteurs présents)	L'amidon a été transformé en sucres simples par la salive

Étape 3 : Analyse et conclusion (10 minutes)

Les élèves répondent aux questions : 1. Que s'est-il passé dans le tube 2 ? 2. Quel est le rôle de la salive ? 3. Pourquoi le tube 1 est-il nécessaire (témoin) ? 4. Que se passerait-il si on plaçait les tubes à 0 °C ou à 100 °C ?

Conclusion : La salive contient une enzyme appelée amylase salivaire qui transforme l'amidon (glucide complexe) en maltose et glucose (glucides simples). Cette transformation est une digestion chimique. L'enzyme fonctionne de manière optimale à 37 °C (température du corps).

Activité d'investigation 3 : Animation « Digestion de l'amidon étape par étape » (investigation numérique)

Objectifs spécifiques

- Visualiser le mécanisme d'action de l'amylase au niveau moléculaire
- Comprendre la transformation de l'amidon en glucose
- Établir le lien entre observation macroscopique (expérience) et processus moléculaire

Organisation

- *Durée* : 15 minutes
- *Modalité* : Travail en binôme
- *Lieu* : Salle informatique

Déroulement

Les élèves explorent l'animation interactive en 3 niveaux de zoom :

Niveau 1 (macroscopique) : Morceau de pain dans la bouche, mastication, mélange avec la salive

Niveau 2 (tissulaire) : Glandes salivaires sécrétant l'amylase, enzyme se mélangeant aux aliments

Niveau 3 (moléculaire) : Molécules d'amidon (longues chaînes de glucose) coupées par l'amylase en maltose (2 glucose), puis en glucose (1 glucose)

Les élèves complètent un schéma bilan montrant la transformation :

Amidon (polymère de glucose) + Amylase salivaire → Maltose (2 glucose) → Glucose (monomère)

Activité d'investigation 4 : Simulation « Action des enzymes digestives » (investigation numérique)

Objectifs spécifiques

- Comprendre la spécificité des enzymes digestives
- Étudier l'influence des conditions physico-chimiques (température, pH) sur l'activité enzymatique
- Développer le raisonnement expérimental

Organisation

- *Durée* : 25 minutes
- *Modalité* : Travail en binôme
- *Lieu* : Salle informatique

Déroulement

Les élèves utilisent la simulation interactive pour tester l'action de 3 enzymes sur 3 substrats :

Enzymes disponibles : 1. Amylase (digère l'amidon) 2. Pepsine (digère les protéines) 3. Lipase (digère les lipides)

Substrats disponibles : 1. Amidon 2. Protéines 3. Lipides

Expérience 1 : Spécificité enzymatique

Les élèves testent chaque enzyme sur chaque substrat et observent que :

- L'amylase ne digère que l'amidon
- La pepsine ne digère que les protéines
- La lipase ne digère que les lipides

Conclusion : Chaque enzyme est spécifique d'un substrat (principe clé-serrure).

Expérience 2 : Influence de la température

Les élèves testent l'amylase sur l'amidon à différentes températures (0 °C, 20 °C, 37 °C, 60 °C, 100 °C) et observent que :

- À 0 °C : activité très faible

- À 37 °C : activité maximale
- À 100 °C : activité nulle (enzyme dénaturée)

Conclusion : Les enzymes fonctionnent de manière optimale à la température du corps (37 °C).

Expérience 3 : Influence du pH

Les élèves testent la pepsine (enzyme de l'estomac) à différents pH (pH 2, pH 7, pH 9) et observent que :

- À pH 2 (acide) : activité maximale
- À pH 7 (neutre) : activité faible
- À pH 9 (basique) : activité nulle

Conclusion : Chaque enzyme fonctionne de manière optimale à un pH spécifique (pepsine → pH acide de l'estomac).

Activité d'investigation 5 : Modèle 3D « Villosités intestinales » et absorption (investigation numérique)

Objectifs spécifiques

- Comprendre la structure des villosités intestinales
- Visualiser le processus d'absorption des nutriments
- Établir le lien entre structure (grande surface d'échange) et fonction (absorption efficace)

Organisation

- *Durée* : 20 minutes
- *Modalité* : Travail en binôme
- *Lieu* : Salle informatique

Déroulement

Les élèves explorent le modèle 3D interactif d'une villosité intestinale :

Observation 1 : Structure de la villosité

- Forme : repli en doigt de gant
- Épithélium : couche de cellules absorbantes
- Capillaires sanguins : réseau dense de vaisseaux
- Vaisseau lymphatique central (chylifère)

Observation 2 : Animation de l'absorption

L’animation montre le passage des nutriments de la lumière intestinale vers le sang :

- *Glucose et acides aminés* : traversent l’épithélium → entrent dans les capillaires sanguins → transportés vers le foie par la veine porte hépatique
- *Acides gras et glycérol* : traversent l’épithélium → entrent dans le vaisseau lymphatique central → transportés vers le sang par le canal thoracique

Question de réflexion : Pourquoi l’intestin grêle est-il couvert de millions de villosités ?

Réponse : Les villosités augmentent considérablement la surface d’échange (environ 200 m² pour l’intestin grêle, soit la surface d’un terrain de tennis), permettant une absorption efficace des nutriments.

Activité d’investigation 6 : Jeu sérieux « Digestion Quest » (investigation ludique)

Objectifs spécifiques

- Consolider la compréhension du trajet des aliments et de l’absorption
- Mobiliser les connaissances dans un contexte ludique
- Corriger les conceptions erronées

Organisation

- *Durée* : 30 minutes
- *Modalité* : Travail individuel
- *Lieu* : Salle informatique

Déroulement

Les élèves jouent à « Digestion Quest », un jeu de parcours où ils incarnent un nutriment (glucose, acide aminé, ou acide gras) qui doit traverser le tube digestif pour atteindre le sang.

Niveau 1 : La bouche

- Défi : « Le glucose peut-il être absorbé dans la bouche ? » → Non, il doit attendre l’intestin grêle
- Obstacle : Dents qui broient (éviter d’être « broyé »)

Niveau 2 : L’œsophage

- Défi : « Comment le glucose traverse-t-il l’œsophage ? » → Par péristaltisme (contractions musculaires)

Niveau 3 : L'estomac

- Défi : « Le glucose peut-il être absorbé dans l'estomac ? » → Non, l'estomac n'absorbe pas les nutriments (sauf l'alcool et certains médicaments)
- Obstacle : Acide gastrique (éviter d'être « dégradé »)

Niveau 4 : L'intestin grêle

- Défi : « Comment le glucose traverse-t-il la paroi intestinale ? » → Par les villosités intestinales
- Réussite : Le glucose entre dans un capillaire sanguin

Niveau 5 : Le sang

- Défi : « Où va le glucose après l'absorption ? » → Vers le foie, puis vers toutes les cellules du corps
- Victoire : Le glucose atteint une cellule et fournit de l'énergie

2.5. Mise en commun et institutionnalisation

Déroulement de la mise en commun (60 minutes)

Étape 1 : Présentation de l'anatomie du tube digestif (15 minutes)

Des binômes volontaires présentent leur schéma fonctionnel du tube digestif au tableau. L'enseignant guide la construction collective d'un schéma de référence en intégrant les contributions des élèves.

Synthèse collective :

- Le tube digestif est un long tube (environ 9 mètres) qui va de la bouche à l'anus
- Il comprend plusieurs organes : bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin
- Des glandes annexes (glandes salivaires, foie, pancréas) sécrètent des sucs digestifs

Étape 2 : Présentation des résultats expérimentaux (15 minutes)

Des binômes présentent les résultats de l'expérience de digestion in vitro de l'amidon. L'enseignant anime la discussion sur le rôle des enzymes.

Synthèse collective :

- La salive contient une enzyme (amylase) qui transforme l'amidon en sucres simples
- Les enzymes sont des protéines qui accélèrent les réactions chimiques
- Chaque enzyme est spécifique d'un substrat
- Les enzymes fonctionnent de manière optimale à 37 °C et à un pH spécifique

Étape 3 : Présentation de l'absorption intestinale (15 minutes)

Des binômes présentent leurs observations du modèle 3D des villosités intestinales. L'enseignant explique le processus d'absorption.

Synthèse collective :

- L'absorption des nutriments se fait principalement dans l'intestin grêle
- Les villosités intestinales augmentent la surface d'échange
- Les nutriments traversent l'épithélium intestinal et entrent dans le sang ou la lymphe
- Le glucose et les acides aminés vont dans le sang, les acides gras dans la lymphe

Étape 4 : Validation des hypothèses (15 minutes)

L'enseignant reprend le tableau des hypothèses et guide la validation collective.

2.6. Cours structuré

Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons découvert que les aliments contiennent des nutriments (glucides, lipides, protéines, vitamines, minéraux, eau). Mais comment ces nutriments passent-ils des aliments dans notre sang pour nourrir toutes nos cellules ? Ce chapitre répond à cette question en explorant le processus de digestion et d'absorption.

I. Le tube digestif : anatomie et trajet des aliments

1.1. Définition

Le tube digestif (ou appareil digestif) est l'ensemble des organes qui assurent la transformation des aliments en nutriments absorbables et l'élimination des résidus non digestibles.

1.2. Les organes du tube digestif

Le tube digestif est un long tube creux d'environ 9 mètres qui traverse le corps de la bouche à l'anus. Il comprend les organes suivants, dans l'ordre du trajet des aliments :

1. La bouche (cavité buccale) :

- *Rôle* : Ingestion des aliments, mastication (digestion mécanique), insalivation (digestion chimique)
- *Structures* : Dents (incisives, canines, prémolaires, molaires), langue, glandes salivaires

2. Le pharynx :

- *Rôle* : Carrefour entre les voies digestives et respiratoires, déglutition (passage des aliments de la bouche à l'œsophage)

3. L’œsophage :

- *Rôle* : Transport des aliments de la bouche à l’estomac par péristaltisme (contractions musculaires)
- *Longueur* : Environ 25 cm

4. L’estomac :

- *Rôle* : Stockage temporaire des aliments, brassage (digestion mécanique), sécrétion de suc gastrique (digestion chimique)
- *Capacité* : Environ 1,5 litre

5. L’intestin grêle :

- *Rôle* : Digestion chimique (fin de la digestion), absorption des nutriments
- *Longueur* : Environ 6 mètres
- *Subdivisions* : Duodénum (25 cm), jéjunum (2,5 m), iléon (3,5 m)

6. Le gros intestin (côlon) :

- *Rôle* : Absorption d’eau et de minéraux, formation des matières fécales
- *Longueur* : Environ 1,5 mètre

7. Le rectum :

- *Rôle* : Stockage temporaire des matières fécales

8. L’anus :

- *Rôle* : Évacuation des matières fécales (défécation)

1.3. Les glandes annexes

En plus du tube digestif, plusieurs glandes annexes sécrètent des sucs digestifs qui sont déversés dans le tube digestif :

1. Les glandes salivaires :

- *Localisation* : Bouche (3 paires : parotides, sous-maxillaires, sublinguales)
- *Sécrétion* : Salive (contient l’amylase salivaire)
- *Rôle* : Humidification des aliments, début de la digestion de l’amidon

2. Le foie :

- *Localisation* : Abdomen, sous le diaphragme, à droite

- *Sécrétion* : Bile (stockée dans la vésicule biliaire)
- *Rôle* : Émulsification des lipides (transformation en fines gouttelettes)

3. Le pancréas :

- *Localisation* : Abdomen, derrière l'estomac
- *Sécrétion* : Suc pancréatique (contient amylase pancréatique, lipase, protéases)
- *Rôle* : Digestion des glucides, lipides et protéines

1.4. Trajet des aliments

Les aliments suivent un trajet unidirectionnel de la bouche à l'anus :

Bouche → Pharynx → Œsophage → Estomac → Intestin grêle (duodénum, jéjunum, iléon) → Gros intestin (côlon) → Rectum → Anus

La durée totale du transit digestif est d'environ 24 à 72 heures selon les individus et les aliments consommés.

II. La digestion : transformations mécaniques et chimiques

2.1. Définition

La digestion est l'ensemble des transformations que subissent les aliments dans le tube digestif pour être réduits en nutriments simples, absorbables par l'organisme.

La digestion comprend deux types de transformations complémentaires :

1. La digestion mécanique : Fragmentation physique des aliments en petits morceaux (mastication, brassage)

2. La digestion chimique : Transformation chimique des macromolécules (glucides complexes, lipides, protéines) en molécules simples (glucides simples, acides gras, acides aminés) grâce aux enzymes digestives

2.2. La digestion dans la bouche

Digestion mécanique :

- *Mastication* : Les dents broient les aliments en petits morceaux
- *Insalivation* : La langue mélange les aliments avec la salive, formant le bol alimentaire

Digestion chimique :

- *Amylase salivaire* : Enzyme contenue dans la salive qui commence la digestion de l'amidon en maltose
- *Réaction* : Amidon + Amylase salivaire → Maltose

Durée : Quelques secondes à quelques minutes (selon la mastication)

2.3. La digestion dans l'œsophage

Pas de digestion dans l'œsophage. Cet organe assure uniquement le transport des aliments de la bouche à l'estomac par péristaltisme (contractions musculaires en vagues).

Durée : Environ 10 secondes

2.4. La digestion dans l'estomac

Digestion mécanique :

- *Brassage* : Les contractions musculaires de la paroi stomacale mélangent les aliments avec le suc gastrique, formant le chyme (bouillie acide)

Digestion chimique :

- *Suc gastrique* : Liquide sécrété par les glandes gastriques, contenant :
- *Acide chlorhydrique (HCl)* : Acidifie le milieu (pH 2), tue les bactéries, dénature les protéines
- *Pepsine* : Enzyme qui digère les protéines en peptides
- *Réaction* : Protéines + Pepsine → Peptides

Durée : 2 à 4 heures (selon la composition du repas)

Remarque : La digestion de l'amidon s'arrête dans l'estomac car l'amylase salivaire est inactive en milieu acide.

2.5. La digestion dans l'intestin grêle

L'intestin grêle est le principal site de la digestion chimique. Il reçoit les sécrétions de deux glandes annexes :

A. La bile (sécrétée par le foie, stockée dans la vésicule biliaire) :

- *Rôle* : Émulsification des lipides (transformation en fines gouttelettes), facilitant l'action de la lipase
- *Remarque* : La bile ne contient pas d'enzymes, mais des sels biliaires qui agissent comme des détergents

B. Le suc pancréatique (sécrété par le pancréas) :

- *Composition* : Contient plusieurs enzymes digestives :
- *Amylase pancréatique* : Digère l'amidon en maltose
- *Lipase pancréatique* : Digère les lipides (triglycérides) en acides gras et glycérol

- *Protéases pancréatiques* (trypsine, chymotrypsine) : Digèrent les peptides en acides aminés
- *pH* : Le suc pancréatique est basique (pH 8), neutralisant l'acidité du chyme provenant de l'estomac

C. Le suc intestinal (sécrété par les glandes de la paroi intestinale) :

- *Composition* : Contient des enzymes qui achèvent la digestion :
- *Maltase* : Transforme le maltose en glucose
- *Peptidases* : Transforment les peptides en acides aminés

Réactions dans l'intestin grêle :

Nutriment initial	Enzyme	Produit final
Amidon	Amylase pancréatique	Maltose
Maltose	Maltase	Glucose
Lipides (triglycérides)	Lipase pancréatique	Acides gras + Glycérol
Protéines / Peptides	Protéases / Peptidases	Acides aminés

Durée : 3 à 5 heures

2.6. Le gros intestin (côlon)

Pas de digestion dans le gros intestin. Cet organe assure :

- *Absorption d'eau et de minéraux* : Les résidus liquides provenant de l'intestin grêle sont déshydratés
- *Formation des matières fécales* : Les résidus non digestibles (fibres, cellulose) forment les matières fécales
- *Fermentation bactérienne* : Les bactéries intestinales (flore intestinale) fermentent certaines fibres, produisant des vitamines (vitamine K, vitamine B12)

Durée : 12 à 48 heures

III. Les enzymes digestives : catalyseurs biologiques

3.1. Définition

Une enzyme est une protéine qui accélère une réaction chimique sans être elle-même transformée. Les enzymes sont des catalyseurs biologiques.

3.2. Propriétés des enzymes

1. Spécificité : Chaque enzyme est spécifique d'un substrat (principe clé-serrure)

- L'amylase ne digère que l'amidon
- La lipase ne digère que les lipides
- La pepsine ne digère que les protéines

2. Sensibilité à la température : Les enzymes fonctionnent de manière optimale à 37 °C (température du corps). À 0 °C, leur activité est très faible. À 100 °C, elles sont dénaturées (détruites).

3. Sensibilité au pH : Chaque enzyme fonctionne de manière optimale à un pH spécifique :

- Amylase salivaire : pH 7 (neutre)
- Pepsine : pH 2 (acide)
- Enzymes pancréatiques : pH 8 (basique)

3.3. Principales enzymes digestives

Enzyme	Lieu de sécrétion	Lieu d'action	Substrat	Produit	pH optimal
Amylase salivaire	Glandes salivaires	Bouche	Amidon	Maltose	7
Pepsine	Estomac	Estomac	Protéines	Peptides	2
Amylase pancréatique	Pancréas	Intestin grêle	Amidon	Maltose	8
Lipase pancréatique	Pancréas	Intestin grêle	Lipides	Acides gras + Glycérol	8
Protéases pancréatiques	Pancréas	Intestin grêle	Peptides	Acides aminés	8
Maltase	Intestin grêle	Intestin grêle	Maltose	Glucose	8
Peptidases	Intestin grêle	Intestin grêle	Peptides	Acides aminés	8

IV. L'absorption intestinale : passage des nutriments dans le sang

4.1. Définition

L'absorption est le passage des nutriments de la lumière intestinale (intérieur du tube digestif) dans le sang ou la lymphe, à travers la paroi de l'intestin grêle.

4.2. Lieu de l'absorption

L'absorption se fait principalement dans l'intestin grêle, et plus précisément au niveau des villosités intestinales.

4.3. Structure des villosités intestinales

Les villosités intestinales sont des replis en forme de doigts de gant qui tapissent la paroi interne de l'intestin grêle. Chaque villosité mesure environ 1 mm de hauteur. L'intestin grêle contient environ 4 à 5 millions de villosités, ce qui augmente considérablement la surface d'échange (environ 200 m², soit la surface d'un terrain de tennis).

Structure d'une villosité :

- *Épithélium* : Couche de cellules absorbantes (entérocytes) qui tapissent la surface de la villosité

- *Capillaires sanguins* : Réseau dense de vaisseaux sanguins qui collectent les nutriments hydrosolubles (glucose, acides aminés)
- *Vaisseau lymphatique central (chylifère)* : Vaisseau qui collecte les nutriments liposolubles (acides gras, glycérol)

4.4. Mécanisme de l'absorption

Les nutriments traversent l'épithélium intestinal et entrent dans le sang ou la lymphe selon leur nature :

A. Absorption des glucides :

- *Forme absorbée* : Glucose (et autres monosaccharides : fructose, galactose)
- *Trajet* : Lumière intestinale → Entérocytes → Capillaires sanguins → Veine porte hépatique → Foie → Circulation générale

B. Absorption des protides :

- *Forme absorbée* : Acides aminés
- *Trajet* : Lumière intestinale → Entérocytes → Capillaires sanguins → Veine porte hépatique → Foie → Circulation générale

C. Absorption des lipides :

- *Forme absorbée* : Acides gras et glycérol
- *Trajet* : Lumière intestinale → Entérocytes → Vaisseau lymphatique central → Canal thoracique → Circulation sanguine

D. Absorption de l'eau, des vitamines et des minéraux :

- *Eau* : Absorbée dans l'intestin grêle et le côlon
- *Vitamines hydrosolubles* (B, C) : Absorbées dans l'intestin grêle, passent dans le sang
- *Vitamines liposolubles* (A, D, E, K) : Absorbées avec les lipides, passent dans la lymphe
- *Minéraux* : Absorbés dans l'intestin grêle et le côlon, passent dans le sang

4.5. Devenir des nutriments après l'absorption

Après l'absorption, les nutriments sont transportés par le sang vers toutes les cellules du corps :

1. Glucose : Utilisé par les cellules pour produire de l'énergie (respiration cellulaire), ou stocké sous forme de glycogène dans le foie et les muscles

2. Acides aminés : Utilisés par les cellules pour synthétiser de nouvelles protéines (croissance, réparation des tissus), ou transformés en énergie si nécessaire

3. Acides gras et glycérol : Utilisés par les cellules pour produire de l'énergie, ou stockés sous forme de triglycérides dans le tissu adipeux (réserve énergétique)

4. Vitamines et minéraux : Utilisés comme cofacteurs d'enzymes, régulateurs métaboliques, constituants structuraux

V. Lien entre digestion et nutrition cellulaire

5.1. De l'aliment à la cellule : vue d'ensemble

Le processus complet de la nutrition peut être résumé en 4 étapes :

Étape 1 : Ingestion → Nous consommons des aliments complexes (pain, viande, lait)

Étape 2 : Digestion → Les aliments sont transformés en nutriments simples (glucose, acides aminés, acides gras) dans le tube digestif

Étape 3 : Absorption → Les nutriments traversent la paroi de l'intestin grêle et passent dans le sang

Étape 4 : Nutrition cellulaire → Les nutriments sont transportés par le sang vers toutes les cellules du corps, où ils sont utilisés pour produire de l'énergie, construire de nouvelles molécules, et assurer les fonctions vitales

5.2. Pourquoi la digestion est-elle nécessaire ?

Les aliments que nous consommons contiennent des macromolécules (amidon, protéines, lipides) qui sont trop grosses pour traverser la paroi intestinale et entrer dans le sang. La digestion transforme ces macromolécules en molécules simples (glucose, acides aminés, acides gras) suffisamment petites pour être absorbées.

Analogie : La digestion est comme un puzzle géant (aliment) qui doit être démonté en petites pièces (nutriments) pour pouvoir passer à travers une porte étroite (paroi intestinale).

Conclusion du chapitre

La digestion est un processus complexe qui transforme les aliments en nutriments absorbables. Elle se déroule dans le tube digestif grâce à des transformations mécaniques (mastication, brassage) et chimiques (action des enzymes). L'absorption des nutriments se fait principalement dans l'intestin grêle, au niveau des villosités intestinales. Les nutriments absorbés sont ensuite transportés par le sang vers toutes les cellules du corps pour assurer la nutrition cellulaire.

Dans le chapitre suivant, nous étudierons comment utiliser ces connaissances pour construire une alimentation équilibrée et prévenir les troubles nutritionnels.

2.7. Schémas et figures

Schéma 1 : Anatomie du tube digestif (vue d'ensemble)

Type : Schéma anatomique légendé

Description :

- Vue latérale du corps humain montrant le tube digestif et les glandes annexes
- Organes représentés : bouche, pharynx, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, rectum, anus
- Glandes annexes : glandes salivaires, foie, vésicule biliaire, pancréas
- Code couleur : tube digestif en beige, glandes annexes en vert

Légende : « Figure 2.1 : Anatomie du tube digestif. Le tube digestif est un long tube qui va de la bouche à l'anus. Les glandes annexes (glandes salivaires, foie, pancréas) sécrètent des sucs digestifs. »

Schéma 2 : Trajet des aliments et transformations successives

Type : Schéma fonctionnel avec flèches

Description :

- Représentation simplifiée du tube digestif avec flèches indiquant le trajet des aliments
- À chaque étape, indication des transformations (mécaniques/chimiques) et des sécrétions
- Évolution de la taille des particules alimentaires (de grosses à petites)

Légende : « Figure 2.2 : Trajet des aliments et transformations successives dans le tube digestif. »

Schéma 3 : Structure d'une villosité intestinale

Type : Schéma anatomique détaillé avec coupe transversale

Description :

- Vue en coupe d'une villosité intestinale
- Structures représentées : épithélium, capillaires sanguins, vaisseau lymphatique central
- Flèches montrant le passage des nutriments (glucose → sang, acides gras → lymphe)

Légende : « Figure 2.3 : Structure d'une villosité intestinale. Les villosités augmentent la surface d'absorption. Les nutriments traversent l'épithélium et entrent dans le sang ou la lymphe. »

Schéma 4 : Digestion de l'amidon (schéma moléculaire)

Type : Schéma moléculaire simplifié

Description :

- Représentation de la molécule d'amidon (chaîne de glucose)
- Action de l'amylase (ciseaux symboliques coupant la chaîne)
- Produits de la digestion : maltose, puis glucose

Légende : « Figure 2.4 : Digestion de l'amidon par l'amylase. L'amidon (polymère de glucose) est coupé en maltose, puis en glucose (monomère). »

Schéma 5 : Tableau récapitulatif des enzymes digestives

Type : Tableau synthétique

Légende : « Figure 2.5 : Principales enzymes digestives et leurs actions. »

2.8. Évaluation différenciée

2.8.1. Évaluation diagnostique

Question 1 : Dessine le trajet que suit un morceau de pain depuis la bouche jusqu'à sa sortie du corps.

Question 2 : Selon toi, que se passe-t-il dans l'estomac ?

Question 3 : Comment les nutriments passent-ils dans le sang ?

2.8.2. Évaluation sommative (60 minutes)

NIVEAU 1 : ACQUISITION (10 points)

Exercice 1 : Légender un schéma du tube digestif (3 points)

Exercice 2 : Vrai ou Faux (2 points)

1. La digestion commence dans l'estomac. ☐ Vrai ☐ Faux
2. Les enzymes sont des protéines qui accélèrent les réactions chimiques. ☐ Vrai ☐ Faux
3. L'absorption se fait principalement dans l'estomac. ☐ Vrai ☐ Faux
4. Les villosités intestinales augmentent la surface d'absorption. ☐ Vrai ☐ Faux

Exercice 3 : Compléter un tableau (3 points)

Enzyme	Substrat	Produit
Amylase salivaire		
Pepsine		
Lipase pancréatique		

Exercice 4 : QCM (2 points)

1. Où se fait principalement l’absorption des nutriments ?
    1. Estomac
    2. Intestin grêle
    3. Gros intestin
    4. Œsophage
2. Quel est le rôle de la bile ?
    1. Digérer les protéines
    2. Émulsifier les lipides
    3. Digérer l’amidon
    4. Absorber l’eau

NIVEAU 2 : APPROFONDISSEMENT (6 points)

Exercice 5 : Analyse de résultats expérimentaux (3 points)

On réalise l’expérience suivante :

- Tube 1 : Amidon + salive à 37 °C
- Tube 2 : Amidon + salive à 0 °C
- Tube 3 : Amidon + salive à 100 °C

Après 15 minutes, on teste avec l’eau iodée :

- Tube 1 : Jaune-brun
- Tube 2 : Bleu-violet
- Tube 3 : Bleu-violet

1. Interprète les résultats de chaque tube.
2. Quelle conclusion peux-tu tirer sur l’influence de la température sur l’activité enzymatique ?

Exercice 6 : Schéma fonctionnel (3 points)

Construis un schéma fonctionnel montrant le trajet du glucose depuis un morceau de pain jusqu'à une cellule musculaire. Indique les organes traversés et les transformations subies.

NIVEAU 3 : EXPERTISE (4 points)

Exercice 7 : Résolution de problème (4 points)

Ahmed souffre d'une maladie qui détruit les villosités intestinales (maladie cœliaque). Explique : 1. Pourquoi Ahmed a-t-il des difficultés à absorber les nutriments ? 2. Quelles conséquences cela peut-il avoir sur sa santé ? 3. Propose des solutions pour améliorer son absorption des nutriments.

2.9. Prolongements et ressources complémentaires

Activités de prolongement

Activité 1 : Dissection virtuelle

Exploration d'une dissection virtuelle du tube digestif (logiciel ou application)

Activité 2 : Enquête « Troubles digestifs »

Recherche documentaire sur les troubles digestifs courants au Maroc (gastrite, ulcère, constipation) et leurs causes

Activité 3 : Projet « Hygiène digestive »

Création d'une affiche de sensibilisation sur les bonnes pratiques d'hygiène digestive

Fin du chapitre 2

Chapitre 3 : l'éducation nutritionnelle (présentation résumée)

Objet et organisation

Selon l'introduction de l'unité, ce chapitre applicatif mobilise les connaissances des deux chapitres précédents pour aborder les enjeux de santé publique liés à l'alimentation. Les élèves y analysent les besoins nutritionnels selon l'âge, construisent des repas équilibrés adaptés au contexte marocain et étudient les troubles nutritionnels (obésité, dénutrition, carences) ainsi que leur prévention.

Il s'ouvre sur la situation « Les deux amis : Karim et Mehdi » : deux élèves de 3AC de Rabat, du même âge, l'un en surpoids, l'autre très mince et mal nourri, apprennent lors d'une visite médicale scolaire les risques que leur alimentation fait peser sur leur santé. La problématique du chapitre est : « Comment construire une alimentation équilibrée adaptée aux besoins des adolescents marocains pour prévenir les troubles nutritionnels ? »

Durée et séances : huit heures, en quatre séances de deux heures ; le chapitre ne répartit pas ses activités entre les séances.

Activités par phase du modèle ASIN

Le tableau VN-8 range les activités du chapitre selon les sept phases du modèle ASIN. Le chapitre ne donne pas la durée de ses activités, hormis celle de l'évaluation sommative.

Tableau VN-8 : Activités du chapitre 3 du cours, par phase du modèle ASIN.

Phase du modèle ASIN	Activités prévues par le cours	Durée indiquée
1. Situation-problème	Situation « Les deux amis : Karim et Mehdi »	Non indiquée
2. Questionnement et hypothèses	Six questions spontanées attendues et problématique centrale ; le chapitre ne formule pas d'hypothèses attendues	Non indiquée
3. Investigation	Calcul des besoins nutritionnels (calculateur interactif) ; construction de repas équilibrés pour Karim et Mehdi (jeu sérieux « Construis ton repas équilibré ») ; analyse des troubles nutritionnels au Maroc (infographie interactive) ; quiz de prévention « Vrai ou Faux sur la nutrition » ; exploration de l'alimentation régionale marocaine (carte interactive)	Non indiquée
4. Mise en commun et institutionnalisation	Une phrase : les élèves partagent leurs découvertes et construisent les principes de l'équilibre alimentaire et de la prévention des troubles nutritionnels ; ni déroulé ni durée	Non indiquée
5. Structuration	Cours structuré en cinq parties (besoins nutritionnels de l'adolescent, équilibre alimentaire et pyramide alimentaire marocaine, troubles nutritionnels, prévention et hygiène alimentaire, alimentation durable) et trois schémas décrits	Non indiquée
6. Application et transfert	Pas de rubrique propre : exercice d'expertise de l'évaluation sommative (campagne de prévention de l'obésité au collège) ; quatre prolongements (journal alimentaire, enquête sur les cantines scolaires, débat sur la publicité alimentaire, atelier de recettes marocaines équilibrées)	Non indiquée
7. Évaluation différenciée	Évaluation sommative seule, en trois niveaux (10, 6 et 4 points)	60 min

Obstacles visés

Le chapitre 3 ne travaille aucun des obstacles O1 à O7, qui portent sur la digestion. Il vise des idées reçues sur l'alimentation, que le quiz de prévention doit aider à déconstruire.

Fin du manuel numérique, chapitres 1, 2, 3

Date de rédaction : 15 avril 2026

Niveau : Doctoral (thèse de doctorat)

Cadre référentiel : ministère de l'Éducation nationale (MEN), Royaume du Maroc

Approche pédagogique : ASIN (approche hybride socioconstructiviste par investigation numérique)

Ce manuel numérique constitue une contribution originale à la didactique des sciences de la vie et de la Terre au Maroc. Il propose une approche pédagogique innovante, fondée sur des preuves empiriques issues de la recherche en didactique, et adaptée au contexte spécifique du système éducatif marocain. Les trois chapitres développés (Les aliments, La digestion, L'éducation nutritionnelle) offrent aux enseignants et aux élèves un ensemble complet de ressources pédagogiques, scientifiques et numériques pour un enseignement-apprentissage efficace de la fonction de nutrition.

L'approche ASIN, en intégrant les principes du constructivisme, du socioconstructivisme, de la démarche d'investigation et de l'exploitation didactique des technologies numériques, répond aux dysfonctionnements curriculaires identifiés dans le système éducatif marocain et contribue au développement des compétences du 21ème siècle chez les apprenants.

Ce travail s'inscrit dans la Vision stratégique de la réforme 2015-2030 du Conseil supérieur de l'éducation, de la formation et de la recherche scientifique, et dans les orientations pédagogiques du ministère de l'Éducation nationale pour l'enseignement des SVT au cycle collégial.

Les fiches ASIN des cours types

J1. Fiche ASIN : alimentation et digestion (cours type)

Fiche ASIN, SVT
Thème : Alimentation et digestion (cours type)

Démarche ASIN en sept phases. | Durée estimée : 835 min (13 h 55). | 24 activités
Règle d'ordre (ADR-595) : aucun résultat n'est donné avant l'activité où l'élève le produit.
Images : Premier écran de travail de chaque labo, tel que l'élève le voit (après les consignes de sécurité quand il y en a) ; pour une capsule ou un geste filmé, une image prise vers 40 % de sa durée. Les personnages sont fictifs.

L'enchaînement

Information ou situation → question → hypothèses → protocole et prédiction → labo ou expérience (l'élève obtient le résultat) → résultats → déduction → institutionnalisation par l'enseignant (phase 4) → structuration → transfert → évaluation

1. Situation-problème Activités 1 à 4, 75 min

1. Ce que je pense avant de commencer (10 min)
- *Élève :* Seul : répond seul aux questions, sans retour ni correction
- *Enseignant :* Fait passer la sonde seul, avant tout échange ; ne commente ni ne corrige.

2. Le ftour de Fatima (20 min)
- *Élève :* En classe entière : regarde, écoute, puis écrit et dessine ce qu'il pense dans son cahier
- *Enseignant :* Projette la capsule ; recueille quelques réponses ; ne tranche rien.
- *Supports :* Capsule « Le mystère du petit-déjeuner »

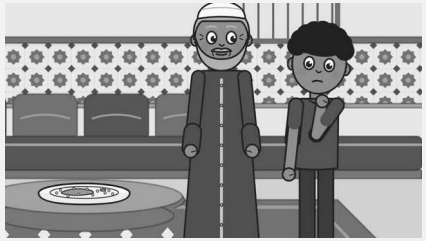


Le mystère du petit-déjeuner
Capsule · activité 2, phase 1

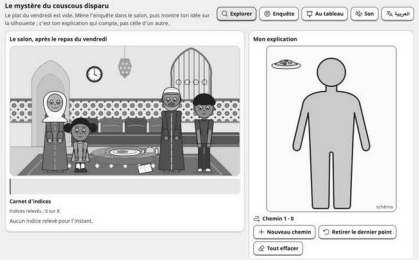
1. Situation-problème Activités 1 à 4, 75 min

3. Le couscous du vendredi : où est-il passé ? (30 min)

- *Élève :* En classe entière : Mène l'enquête
- *Enseignant :* Projette la capsule, lance l'enquête ; recueille quelques réponses ; ne tranche rien.
- *Supports :* Capsule « Le couscous disparu » ; Labo « Enquête : le mystère du couscous disparu »



Le couscous disparu
Capsule · activité 3, phase 1



Enquête : le mystère du couscous disparu
Labo jouable · activité 3, phase 1

4. Rim et Anas, la même assiette (15 min)

- *Élève :* En classe entière : regarde, écoute, puis écrit et dessine ce qu'il pense dans son cahier
- *Enseignant :* Projette la situation ; recueille quelques réponses ; ne tranche rien.

2. Questionnement et hypothèses Activité 5, 45 min

5. Nos questions, nos hypothèses (45 min)

- *Élève :* En groupe : Trois familles de questions → Nos hypothèses
- *Enseignant :* Groupes de quatre : classement des questions, une hypothèse par question et par élève, mise en commun dans le tableau d'hypothèses en projection. Ensuite seulement, vous pouvez projeter depuis la médiathèque les capsules « Quatre hypothèses » et « Le couscous : hypothèses », pour comparer.

3. Investigation Activités 6 à 16, 455 min

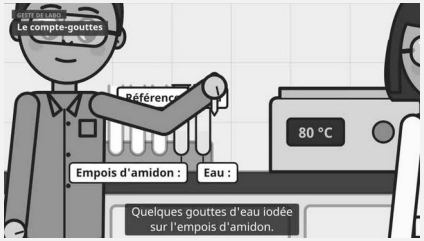
6. Reconnaître un nutriment (60 min)

Question : Comment savoir si un aliment contient de l'amidon, des sucres simples, des lipides ou des protides, puisque rien n'est écrit dessus ?

- *Élève :* En binôme : La question → Le protocole → Ta prédiction → Observer les tests sur les substances connues → Tester les aliments toi-même → Déduire
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Montre les gestes filmés avant la manipulation. Lance le labo en binômes (Labo : la paillasse des aliments) ; circule. Projette la capsule d'expérience au moment prévu, jamais avant la prédiction. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Geste filmé « Lunettes et gants » ; Geste filmé « Le compte-gouttes » ; Capsule « Cinq tests, cinq réponses » ; Labo « Labo : la paillasse des aliments »
- *Exercices :* 2 exercices balisés



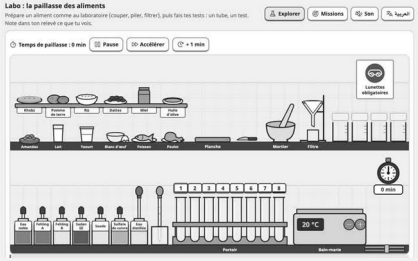
Lunettes et gants
Geste filmé · activité 6, phase 3



Le compte-gouttes
Geste filmé · activité 6, phase 3



Cinq tests, cinq réponses
Capsule · activité 6, phase 3

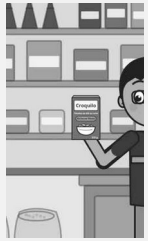


Labo : la paillasse des aliments
Labo jouable · activité 6, phase 3

7. Ce que disent les étiquettes (30 min)

Question : Les tests disent quels nutriments un aliment contient. Une étiquette nous apprend-elle autre chose ?

- *Élève :* En binôme : La question → Lire une étiquette
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Projette la capsule d'expérience au moment prévu, jamais avant la prédiction. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Capsule « Au hanout »
- *Exercices :* 1 exercice balisé



Au hanout
Capsule · activité 7, phase 3

3. Investigation Activités 6 à 16, 455 min

8. Par où passe le couscous ? (45 min)
Question : Par où passe le couscous, de la bouche jusqu'à la sortie ? Passe-t-il par tous les organes du ventre ?
- *Élève :* En binôme : La question → Ta prédiction → Piloter une bouchée → Ce que tu as obtenu
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Lance le labo en binômes (Labo : le trajet d'une bouchée) ; circule. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Labo « Labo : le trajet d'une bouchée »
- *Exercices :* 2 exercices balisés



Labo : le trajet d'une bouchée
Labo jouable · activité 8, phase 3

9. Le dedans du tube est-il dans le corps ? (25 min)
- *Élève :* En binôme : Une manipulation simple → Comparer au tube digestif
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Exercices :* 1 exercice balisé

10. Broyer suffit-il ? (40 min)
Question : Dans la bouche, les dents écrasent le pain : c'est une transformation mécanique. Écraser très finement suffit-il à transformer l'amidon ?
- *Élève :* En binôme : La question → Ta prédiction → Au mortier, puis à la loupe → Déduire
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Lance le labo en binômes (Monde : du pain à la molécule) ; circule. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Labo « Monde : du pain à la molécule »
- *Exercices :* 1 exercice balisé

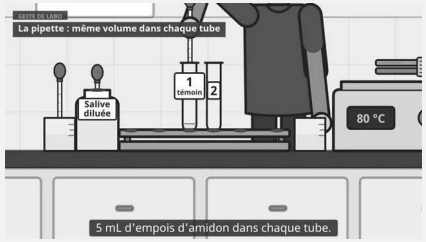


Monde : du pain à la molécule
Labo jouable · activité 10, phase 3

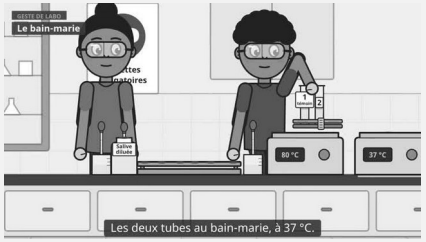
3. Investigation Activités 6 à 16, 455 min

11. Digestion in vitro de l’amidon (60 min)
Question : L’amidon est-il transformé dès la bouche ? Et si oui, par quoi ?

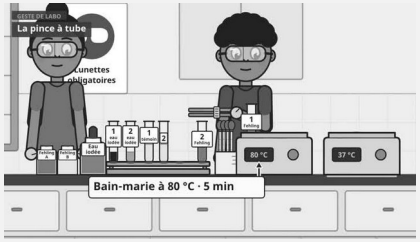
- *Élève :* En binôme : La question → Le protocole → Ta prédiction → Faire l’expérience → Déduire
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Montre les gestes filmés avant la manipulation. Lance le labo en binômes (Labo : l’empois d’amidon et la salive (pilote)) ; circule. Projette la capsule d’expérience au moment prévu, jamais avant la prédiction. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Geste filmé « La pipette : même volume dans chaque tube » ; Geste filmé « Le bain-marie » ; Geste filmé « La pince à tube » ; Capsule « Deux tubes au bain-marie » ; Labo « Labo : l’empois d’amidon et la salive (pilote) »
- *Exercices :* 2 exercices balisés



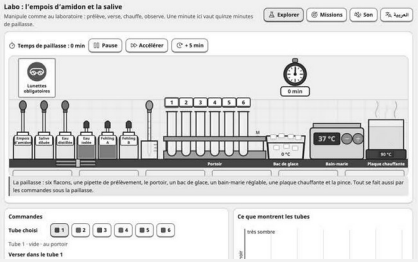
La pipette : même volume dans chaque tube
Geste filmé · activité 11, phase 3



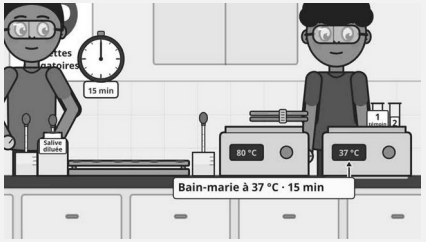
Le bain-marie
Geste filmé · activité 11, phase 3



La pince à tube
Geste filmé · activité 11, phase 3



Labo : l’empois d’amidon et la salive (pilote)
Labo jouable · activité 11, phase 3

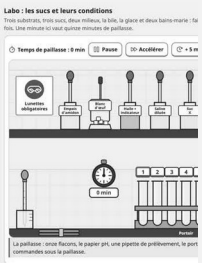


Deux tubes au bain-marie
Capsule · activité 11, phase 3

3. Investigation Activités 6 à 16, 455 min

12. Un suc pour chaque aliment ? (45 min)
Question : La salive transforme l'amidon. Agit-elle sur tous les aliments, comme un acide qui attaque ? Et dans n'importe quelles conditions ?

- *Élève :* En binôme : La question → Ta prédiction → Sur la paillasse des sucs → Déduire
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Lance le labo en binômes (Labo : les sucs et leurs conditions) ; circule. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Labo « Labo : les sucs et leurs conditions »
- *Exercices :* 1 exercice balisé



Labo : les sucs et leurs conditions
Labo jouable · activité 12, phase 3

13. Franchir une paroi (40 min)
Question : L'amidon a été transformé en sucres simples. Être transformé suffit-il pour rejoindre le sang ? Qu'est-ce qui sépare le contenu du tube digestif du reste du corps ?

- *Élève :* En binôme : La question → Le protocole → Ta prédiction → Faire l'expérience → Déduire
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Lance le labo en binômes (Labo : le boudin de cellulose dans l'eau) ; circule. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Labo « Labo : le boudin de cellulose dans l'eau »
- *Exercices :* 1 exercice balisé

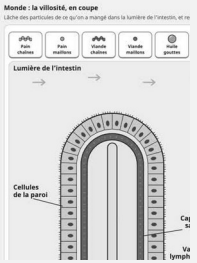


Labo : le boudin de cellulose dans l'eau
Labo jouable · activité 13, phase 3

3. Investigation Activités 6 à 16, 455 min

14. La villosité, et ce qui change le long du tube (40 min)
Question : Où, dans le tube, les nutriments franchissent-ils la paroi ? Et le passage est-il automatique ?

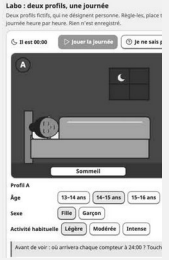
- *Élève :* En binôme : La question → Ta prédiction → Lâcher des particules contre la paroi → Ce que tu as obtenu
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Lance le labo en binômes (Monde : la villosité, en coupe) ; circule. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Labo « Monde : la villosité, en coupe »
- *Exercices :* 2 exercices balisés



Monde : la villosité, en coupe
Labo jouable · activité 14, phase 3

15. Deux profils, une journée (40 min)
Question : Deux profils fictifs, de l'âge de la classe, vivent chacun une journée. Un compteur relève leurs kilocalories (kcal, l'unité qu'on lit aussi sur les étiquettes) heure par heure, de 00:00 à 24:00. Les deux compteurs arrivent-ils au même niveau à 24:00 ? Et sinon, quel réglage fait l'écart ?

- *Élève :* En binôme : La question → Le protocole → Ta prédiction → Jouer la journée → Ce que tu as relevé
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Lance le labo en binômes (Labo : deux profils, une journée) ; circule. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Labo « Labo : deux profils, une journée »



Labo : deux profils, une journée
Labo jouable · activité 15, phase 3

3. Investigation Activités 6 à 16, 455 min

16. Les plats de nos régions (30 min)
Question : Chaque région du Maroc a ses spécialités, et certains plats se préparent dans tout le pays. Qu'y a-t-il dans le plat d'une région ? Deux plats de deux régions différentes ont-ils quelque chose en commun ?

- *Élève :* En binôme : La question → Un outil pour ranger → Ta prévision → Le voyage → Ce que tu as relevé
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Lance le labo en binômes (Voyage : les spécialités des régions) ; circule. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* Labo « Voyage : les spécialités des régions »



Voyage : les spécialités des régions
Labo jouable · activité 16, phase 3

4. Mise en commun et institutionnalisation Activité 17, 60 min

17. Ce que la classe a établi (60 min)

- *Élève :* En classe entière : Chaque groupe présente → Nos hypothèses, une à une
- *Enseignant :* Cinq présentations, puis le tableau d'hypothèses : confirmée, infirmée, pas encore tranchée. Validez la synthèse en mode projection quand la classe l'a construite.

5. Structuration Activités 18 à 19, 55 min

18. Aliments, digestion et absorption (40 min)

- *Élève :* En classe entière : lit la trace écrite, la recopie, complète le schéma
- *Enseignant :* Faites lire la synthèse partie par partie. Le tableau des tests et le schéma aliments-nutriments viennent ici, après les manipulations. Lisez à voix haute l'encadré « Une fonction n'est pas une intention ».

19. Le schéma fonctionnel (15 min)

- *Élève :* Seul : lit la trace écrite, la recopie, complète le schéma
- *Enseignant :* Faites lire la synthèse partie par partie. Le tableau des tests et le schéma aliments-nutriments viennent ici, après les manipulations. Lisez à voix haute l'encadré « Une fonction n'est pas une intention ».

6. Application et transfert Activités 20 à 22, 110 min

20. Un goûter sans étiquette (35 min)

- *Élève :* Seul : travaille seul
- *Enseignant :* Projetez la capsule de la situation, puis laissez chaque élève travailler seul au labo et aux exercices ; au souk, les élèves travaillent en binôme. Les relances viennent de la plateforme. Circulez.
- *Supports :* Capsule « Un goûter sans étiquette » ; Labo « Labo : des échantillons sans étiquette »



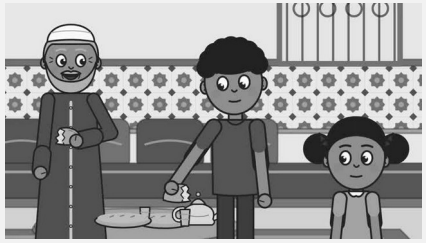
Un goûter sans étiquette
Capsule · activité 20, phase 6



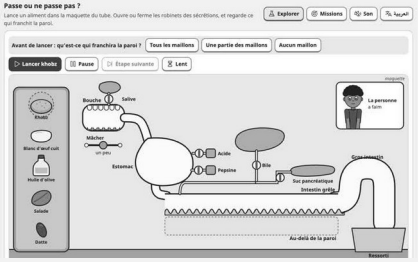
Labo : des échantillons sans étiquette
Labo jouable · activité 20, phase 6

21. Passe ou ne passe pas ? (45 min)

- *Élève :* Seul : Sur la maquette du tube → Trois situations nouvelles
- *Enseignant :* Projetez la capsule de la situation, puis laissez chaque élève travailler seul au labo et aux exercices ; au souk, les élèves travaillent en binôme. Les relances viennent de la plateforme. Circulez.
- *Supports :* Capsule « Le khobz de Lalla Laaziza » ; Labo « Labo : passe ou ne passe pas ? »
- *Exercices :* 3 exercices balisés



Le khobz de Lalla Laaziza
Capsule · activité 21, phase 6

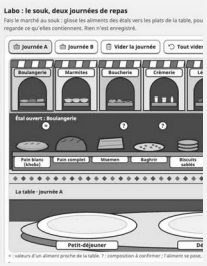


Labo : passe ou ne passe pas ?
Labo jouable · activité 21, phase 6

6. Application et transfert Activités 20 à 22, 110 min

22. Deux journées de repas au souk (30 min)
Question : Rim et Anas composent chacun une journée de repas au souk. Que contient une journée ? Deux journées qui ne partagent aucun aliment peuvent-elles se rejoindre sur une ligne, et s'écarter sur une autre ?

- *Élève :* En binôme : La question → Au souk → À comparer entre binômes
- *Enseignant :* Projetez la capsule de la situation, puis laissez chaque élève travailler seul au labo et aux exercices ; au souk, les élèves travaillent en binôme. Les relances viennent de la plateforme. Circulez.
- *Supports :* Labo « Labo : le souk, deux journées de repas »



Labo : le souk, deux journées de repas
Labo jouable · activité 22, phase 6

7. Évaluation différenciée Activités 23 à 24, 35 min

23. Où en est la classe ? (25 min)

- *Élève :* Seul : travaille seul
- *Enseignant :* Lisez le tableau de bord par obstacle. Reprenez en classe l'obstacle le plus fréquent avec l'activité de phase 3 qui le traite.
- *Exercices :* 5 exercices balisés

24. Mon bilan (10 min)

- *Élève :* Seul : travaille seul
- *Enseignant :* Lisez le tableau de bord par obstacle. Reprenez en classe l'obstacle le plus fréquent avec l'activité de phase 3 qui le traite.
- *Exercices :* 1 exercice balisé

Points de vigilance	
• *Exiger* la prédiction écrite avant chaque labo ou expérience ; ne lire aucun résultat à voix haute avant. • *Les* capsules d'hypothèses (« Quatre hypothèses », « Le couscous : hypothèses ») ne se projettent qu'après les hypothèses de la classe. • *La* synthèse reste « à valider en classe » tant que l'enseignant ne l'a pas institutionnalisée (phase 4). • *Aucun* verbe d'intention pour les organes (« l'intestin prend », « le corps veut »).	• *Activités du chapitre 3 :* profils fictifs seulement, ne jamais demander à un élève ses propres valeurs ; aucun jugement d'un plat ou d'une journée, aucun mot sur le corps (ADR-474). • *Le* labo des deux profils montre ce qu'évalue un item du questionnaire de l'étude : ne pas le faire jouer à une classe de l'étude avant le premier test (ADR-596). • *Les* plats des régions et leurs ingrédients sont une proposition à valider par l'enseignant. • *Les* six groupes d'aliments sont un outil de rangement fourni à l'élève avant la prévision : ce n'est pas le résultat attendu ; la prévision porte sur les groupes présents dans un plat.

J2. Fiche ASIN : la respiration (cours type)

Fiche pédagogique, SVT, fiche ASIN
Thème : La respiration (cours type)

Niveau : 3AC | Discipline : SVT | Unité : à préciser | Durée : 295 min (4 h 55)
Support : Labo : l'eau de chaux et le souffle ; Monde : l'alvéole, en coupe · Compétence visée : à préciser
Démarche ASIN en sept phases. Durée estimée : 295 min (4 h 55). Règle d'ordre (ADR-595) : aucun résultat n'est donné avant l'activité où l'élève le produit.

L'enchaînement	**Points de vigilance**
Information ou situation → question → hypothèses → protocole et prédiction → labo ou expérience (l'élève obtient le résultat) → résultats → déduction → institutionnalisation par l'enseignant (phase 4) → structuration → transfert → évaluation	• *L'eau de chaux* est donnée comme fiche de matériel ; le résultat sur l'air expiré, jamais avant l'expérience. • *Si la salle a de l'eau de chaux,* faire aussi l'expérience réelle, avec un flacon témoin. • *Le labo de l'alvéole* simplifie : le diazote n'y traverse jamais la paroi [à valider scientifiquement].

Tableau détaillé par activité

1. Situation-problème, 2. Questionnement et hypothèses		
1 · Ce que je pense avant de commencer (10 min) • *Élève :* Seul : répond seul aux questions, sans retour ni correction • *Enseignant :* Fait passer la sonde seul, avant tout échange ; ne commente ni ne corrige.	*2 · Chaïmae, après la course (20 min)* • *Élève :* En classe entière : regarde, écoute, puis écrit et dessine ce qu'il pense dans son cahier • *Enseignant :* Projette la situation ; recueille quelques réponses ; ne tranche rien.	*3 · Nos questions, nos hypothèses (30 min)* • *Élève :* En groupe : Trois questions • *Enseignant :* Groupes de quatre, une hypothèse par question et par élève, tableau d'hypothèses en projection.

3. Investigation

4 · L'air expiré est-il le même que l'air inspiré ? (45 min)

- *Question :* L'air que l'on rejette est-il le même que l'air que l'on inspire ?
- *Élève :* En binôme : La question → Le protocole → Ta prédiction → Faire l'expérience → Déduire
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Lance le labo en binômes (Labo : l'eau de chaux et le souffle) ; circule. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.

Supports : Labo « Labo : l'eau de chaux et le souffle » ; 1 exercice balisé

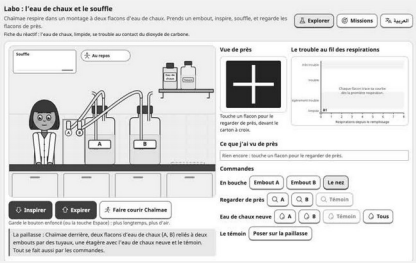
5 · Le trajet de l'air (30 min)

- *Question :* Par où passe l'air, de la bouche ou du nez jusqu'au plus profond des poumons ?
- *Élève :* En binôme : La question → Ta prédiction → Observer le schéma
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.
- *Supports :* 1 exercice balisé

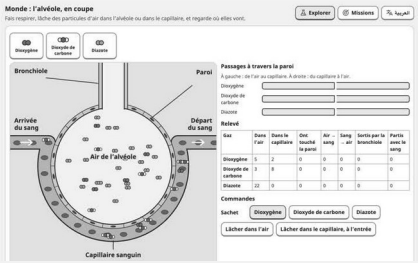
6 · Où l'air rencontre-t-il le sang ? (40 min)

- *Question :* L'air arrive jusqu'aux alvéoles. Passe-t-il tout entier dans le sang ? Et qu'est-ce qui passe, dans quel sens ?
- *Élève :* En binôme : La question → Ta prédiction → L'alvéole, en coupe → Déduire
- *Enseignant :* Fait reformuler la question ; vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation. Lance le labo en binômes (Monde : l'alvéole, en coupe) ; circule. Ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation.

Supports : Labo « Monde : l'alvéole, en coupe » ; 1 exercice balisé



Labo : l'eau de chaux et le souffle
Labo jouable · activité 4, phase 3



Monde : l'alvéole, en coupe
Labo jouable · activité 6, phase 3

Premier écran de travail de chaque labo, tel que l'élève le voit (après les consignes de sécurité quand il y en a). Les personnages sont fictifs.

4. Mise en commun et institutionnalisation, 5. Structuration

7 · Ce que la classe a établi (40 min)

- *Élève :* En classe entière : travaille seul
- *Enseignant :* Présentations, puis tableau d'hypothèses ; validez la synthèse en projection.

8 · La respiration (30 min)

- *Élève :* En classe entière : lit la trace écrite, la recopie, complète le schéma
- *Enseignant :* Lecture de la synthèse, schéma recopié, encadré « fonction et intention » lu à voix haute.

6. Application et transfert, 7. Évaluation différenciée

9 · Trois situations nouvelles (30 min)

- *Élève :* Seul : travaille seul
- *Enseignant :* Travail individuel ; les relances viennent de la plateforme.
- *Supports :* 3 exercices balisés

10 · Où en est la classe ? (20 min)

- *Élève :* Seul : travaille seul
- *Enseignant :* Lecture du tableau de bord par obstacle.
- *Supports :* 3 exercices balisés

Partie 2. Compléments des chapitres

Chapitre 1. La numérisation éducative au Maroc : politiques, état des lieux et statut du manuel

VN-Ch01-1 : Programmes et dispositifs de numérisation éducative au Maroc, de la Charte nationale à la feuille de route 2022-2026

Complément du chapitre 1, section 1.2

1.2.1. De la Charte nationale au programme GENIE : l'âge de l'équipement

La Charte nationale d'éducation et de formation, élaborée par la Commission spéciale éducation formation et rendue publique par le Royaume du Maroc (1999), ouvre la séquence de réforme dont le système marocain relève encore. Elle s'organise en six espaces de rénovation, prévoit la création des académies régionales d'éducation et de formation (AREF), engage la décentralisation de la gestion et fixe des orientations pour l'enseignement des sciences. Le numérique y figure, mais comme une intention parmi d'autres : la Charte prescrit l'intégration des technologies de l'information et de la communication sans définir de programme opérationnel. C'est le propre de cet âge, qui pose un cadre sans encore l'instrumenter.

L'instrumentation vient avec le programme GENIE (généralisation des technologies d'information et de communication dans l'enseignement), validé en 2005 et lancé au début de 2006, que finance en partie le fonds du service universel des télécommunications. Sa première phase a d'abord équipé plus de deux mille établissements en salles multimédias. Une feuille de route quinquennale, adoptée en 2009 pour la période 2009-2013, lui a ensuite fixé cinq objectifs : équiper 9 260 établissements, former 210 000 enseignants et cadres administratifs, développer et acquérir des contenus pédagogiques numériques, connecter les établissements à Internet et développer les usages. Le fonds du service universel devait en assurer 42,1 % du coût (Cour des comptes, 2015).

Le programme d'urgence 2009-2012 reprend cette ambition et inscrit l'intégration des technologies parmi ses projets transversaux. L'évaluation qu'en a conduite la Cour des comptes (2018) donne la mesure du décalage entre l'ambition et l'exécution : sur des crédits ouverts de 43,12 milliards de dirhams pour l'ensemble du programme, 25,12 milliards ont été payés, soit un taux d'exécution de 58,2 %, la part relevant de l'administration centrale n'atteignant que 10,2 %. Ce chiffre ne concerne pas le seul volet numérique, mais il indique le régime d'exécution dans lequel ce volet s'est déployé.

Le bilan quantitatif de GENIE, tel que l'UNESCO (2023b) le rapporte à l'occasion du suivi du prix qui lui avait été décerné en 2017, est réel : un taux d'équipement de 87 % sur les onze mille écoles que compte alors le pays, dont 40 % en zone rurale ; environ 260 000 personnels d'encadrement et d'enseignement formés, soit 87 % de l'effectif visé, appuyés par 900 formateurs principaux et 148 centres de formation ; plus de trois cents ressources éducatives libres produites. Le programme INJAZ, validé en 2009, financé lui aussi par le fonds du service universel et repris dans le plan Maroc Numeric 2013, relève d'un autre périmètre : il subventionne l'acquisition d'un ordinateur portable connecté à Internet par les étudiants de l'enseignement supérieur public, et plus de 105 000 d'entre eux en avaient bénéficié à la fin de 2014 (Cour des comptes, 2015). Il appartient à l'âge de l'équipement, mais il ne concerne pas l'enseignement scolaire et reste hors du périmètre de cette thèse.

Le bilan qualitatif est plus sévère, et il est établi de longue date par des travaux marocains. Benfaress et al. (2016) montrent, à partir d'une analyse multidimensionnelle des facteurs d'intégration conduite sur le programme GENIE lui-même, que la disponibilité des équipements ne suffit pas à en expliquer l'usage. Maouni et al. (2014) documentent, pour l'enseignement des SVT, une conjonction d'obstacles que l'on retrouve à chaque étape de ce chapitre : équipements en nombre insuffisant et vieillissants, connectivité intermittente, maintenance absente, et pénurie de ressources de qualité en arabe et en français. Ettazarini (2017) analyse les ressources numériques effectivement disponibles pour les SVT au Maroc et conclut à leur faible interactivité et à la faible autonomie qu'elles laissent à l'élève, jugement qui porte sur la conception des ressources, non sur l'équipement. L'âge de l'équipement a donc produit un parc et des effectifs formés, sans que l'usage suive, et ce diagnostic, établi par des travaux marocains, n'est pas récent.

1.2.2. La Vision stratégique 2015-2030 et le levier 12

La Vision stratégique de la réforme 2015-2030, élaborée en 2015 par le Conseil supérieur de l'éducation, de la formation et de la recherche scientifique (CSEFRS), opère un déplacement de statut plutôt qu'un changement de moyens. Organisée en vingt-trois leviers répartis sur quatre axes, elle inscrit le renforcement de l'intégration des technologies éducatives dans son levier 12, consacré au développement d'un modèle pédagogique ouvert, diversifié, performant et novateur (CSEFRS, 2015). Le numérique cesse d'y être un projet parallèle conduit par un programme dédié pour devenir une composante de la qualité, au même titre que la rénovation des curricula ou le renforcement des compétences enseignantes.

Ce déplacement compte pour cette thèse, car il fournit le vocabulaire dans lequel un manuel numérique peut être défendu auprès de l'institution. Sa portée reste toutefois limitée : la Vision énonce des orientations sans se doter d'un dispositif d'exécution propre. La loi-cadre n° 51-17 relative au système d'éducation, de formation et de recherche scientifique, promulguée par le Royaume du Maroc (2019), lui donne force de loi et engage l'État sur ses orientations, sans descendre au niveau des supports d'enseignement.

1.2.3. La rupture de 2020

La fermeture des établissements décidée au printemps 2020 marque, pour le numérique éducatif marocain, une rupture d'un autre ordre que les précédentes, parce qu'elle a converti en obligation ce qui restait une orientation. Le passage à l'enseignement à distance a été imposé pour assurer la continuité pédagogique, et il s'est appuyé sur les dispositifs dont le ministère disposait, dont la plateforme nationale TelmidTICE, ainsi que sur des cours diffusés à la télévision (Outoukarte et al., 2023).

Les travaux marocains consacrés à cet épisode convergent. Bachiri et Sahli (2020) décrivent l'improvisation dans laquelle l'enseignement à distance a été installé. Mounjid et al. (2021) recueillent les perceptions des enseignants et documentent l'ampleur du recours à l'autoformation et aux outils grand public. Outoukarte et al. (2023) établissent que la continuité et la qualité de l'enseignement à distance ont dépendu étroitement de l'accès aux équipements, de la connectivité et de la capacité des enseignants à adapter leurs pratiques. Moundy et al. (2021) rapportent, pour l'usage du manuel numérique pendant cette période, une augmentation de 57,1 % de l'engagement des élèves ; ce résultat a été obtenu dans une situation où le manuel numérique n'avait pas de concurrent, et il ne se transpose pas tel quel à la classe ordinaire.

L'épisode de 2020 montre ainsi un numérique éducatif marocain qui fonctionne sous contrainte, et qui révèle la fracture au moins autant qu'il la comble. Le constat rejoint celui que van de Werfhorst et al. (2022) établissent sur données comparatives, selon lequel les différences socioéconomiques de compétences numériques des élèves conditionnent leur capacité à tirer parti de l'enseignement en ligne et peuvent amplifier les inégalités lorsque ces compétences ne sont pas explicitement travaillées.

1.2.4. La feuille de route 2022-2026 et les établissements pionniers

La feuille de route en vigueur marque le quatrième âge. Publiée par le ministère de l'Éducation nationale, du Préscolaire et des Sports (MENPS, 2022) sous le titre de douze engagements pour

une école publique de qualité, elle s'organise autour de trois axes, l'élève, l'enseignant et l'établissement, et elle part d'un diagnostic chiffré : trois cent mille élèves quittent l'école chaque année, 30 % seulement maîtrisent le programme en fin de primaire et 10 % en fin de collège. La même feuille de route projette un budget du secteur passant de 69 milliards de dirhams en 2023 à 88 milliards en 2027 (MENPS, 2022).

La place qu'y tient le numérique est modeste, et cette modestie est significative. Le neuvième engagement porte sur des établissements accueillants et utilisant le numérique, le deuxième sur des programmes et des manuels favorisant les compétences fondamentales, avec la mention de ressources numériques associées et d'un espace national d'expérimentation, le Digital Lab Éducation. Le numérique y devient une caractéristique de l'établissement et un accompagnement du manuel, et non plus un objectif en soi. On peut y lire un progrès de formulation plutôt qu'un recul, puisque les apprentissages redeviennent la finalité.

Le programme des établissements pionniers en est l'application la plus visible. Engagé en 2023-2024 sur 626 écoles primaires accueillant 320 000 élèves, il couvre en 2025-2026 quelque 4 626 écoles primaires, soit environ 54 % du parc, plus de deux millions d'élèves, 75 000 enseignants et 960 inspecteurs ; l'extension au collège, engagée à titre pilote en 2024-2025, en concerne 786 et environ 678 000 élèves (Banque mondiale, 2026). Selon la même source, le modèle associe un mois de remédiation intensive organisé chaque année en septembre, selon la méthode de l'enseignement au niveau approprié, des cours structurés appuyés sur des fiches pédagogiques destinées aux enseignants et un renforcement de la gouvernance locale de l'éducation ; les écoles y reçoivent aussi des infrastructures modernisées et des équipements numériques. Le numérique y figure donc comme un équipement de l'établissement, et la source ne décrit aucun support d'apprentissage destiné à l'usage autonome de l'élève.

Une évaluation préliminaire indique que les élèves des établissements pionniers dépasseraient, après une année de mise en œuvre, 82 % de leurs camarades d'établissements comparables en progrès de lecture, d'écriture et de calcul (Banque mondiale, 2026). Nous le rapportons avec une réserve : il émane de l'institution qui cofinance le programme, et aucune évaluation indépendante n'en était disponible à la date de notre consultation, en septembre 2026. Il n'entre donc pas dans l'argumentation de cette thèse autrement que comme une indication.

D'autres dispositifs complètent cet âge. Le passeport de compétences numériques JawazTICE, ouvert en 2023, certifie les compétences des cadres pédagogiques ; la caravane d'initiation au codage, à la robotique et à l'intelligence artificielle vise 600 000 élèves de 2023 à 2026 dans huit mille écoles et treize mille écoles satellites ; le portail TaalimTICE diffuse plus de mille cent

ressources numériques sous licence, représentant environ trois mille trois cents unités pédagogiques, et la plateforme TelmidTICE a été refondue en 2024 avec un accès hors ligne et une option de connexion non décomptée (MENPS, 2026).

Les résultats du Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) de 2022, publiés par l'OCDE (2023) après la feuille de route, en confirment le diagnostic : les performances des élèves marocains de quinze ans y demeurent nettement inférieures aux moyennes de l'organisation en mathématiques, en compréhension de l'écrit et en sciences. Le recentrage de la politique éducative sur les apprentissages fondamentaux répond donc à un problème qui ne relève pas d'abord du numérique.

Le tableau VN-9 récapitule ces dispositifs en confrontant, pour chacun, l'objectif affiché et le bilan documenté.

Tableau VN-9 : Programmes et dispositifs de numérisation éducative au Maroc, objectifs affichés et bilans documentés.

Dispositif et période	Objectif affiché	Bilan documenté	Source du bilan
GENIE, validé en 2005, lancé en 2006, feuille de route 2009-2013	Équiper, connecter, former, produire des contenus, développer les usages	87 % d'établissements équipés, environ 260 000 personnels formés, plus de 300 ressources libres ; ressources jugées peu interactives et laissant peu d'autonomie à l'élève	UNESCO (2023b) ; Ettazarini (2017)
INJAZ, à partir de 2009 (enseignement supérieur, hors périmètre)	Subventionner l'ordinateur portable connecté des étudiants du supérieur public	Plus de 105 000 étudiants subventionnés à la fin de 2014 ; aucun renseignement sur l'effet pédagogique	Cour des comptes (2015)
Programme d'urgence, 2009-2012	Intégration des technologies comme projet transversal	Taux d'exécution de 58,2 % sur l'ensemble du programme, 10,2 % pour l'administration centrale	Cour des comptes (2018)
Vision stratégique 2015-2030, levier 12	Intégrer le numérique comme levier de la qualité	Orientation donnée sans dispositif d'exécution propre ; force de loi acquise en 2019	CSEFRS (2015) ; Royaume du Maroc (2019)
TelmidTICE, mobilisée en 2020, refondue en 2024	Plateforme nationale de ressources et d'enseignement à distance	Continuité assurée sous contrainte ; dépendance forte à l'accès aux équipements et à la connectivité	Outoukarte et al. (2023)
Feuille de route 2022-2026	Établissements utilisant le numérique ; manuels et programmes révisés	En cours ; le numérique y est un équipement de salle et un accompagnement du manuel, non un support autonome	MENPS (2022)
Établissements pionniers, depuis 2023	Remédiation, cours structurés, gouvernance locale	4 626 écoles et 786 collèges en 2025-2026 ; effet d'apprentissage annoncé mais sans évaluation indépendante	Banque mondiale (2026)

Lecture : la colonne des bilans ne reprend que des constats documentés par une source identifiée, distincte de l'organisme qui conduit le dispositif lorsque cela était possible.

Le tableau VN-9 fait apparaître une régularité. Les objectifs affichés portent sur l'équipement, l'accès ou l'organisation, et les bilans documentés mesurent surtout des dotations, des effectifs formés ou des taux d'exécution ; ils décrivent les ressources davantage que l'usage qui en est fait en classe. Il faut donc quitter les programmes pour les données, et examiner ce qu'elles permettent d'établir sur l'état réel du système.

VN-Ch01-2 : Le système éducatif public marocain en 2024-2025 et le périmètre de la recherche

Complément du chapitre 1, section 1.3.1

Le système éducatif marocain scolarise, pour l'année 2024-2025, environ 8,112 millions d'élèves, dont 6,976 millions dans l'enseignement public. La répartition par cycle place 3,716 millions d'élèves au primaire, 2,025 millions au secondaire collégial et 1,235 million au secondaire qualifiant, ces deux derniers cycles enregistrant des hausses de 5,5 % et de 12,7 % qui traduisent la progression des cohortes issues de la généralisation du primaire. Le pays compte environ 12 300 établissements scolaires, dont 56 % en milieu rural, et plus de 288 000 enseignants (MENPS, 2024).

Ces chiffres délimitent le périmètre de la thèse. Le dispositif MANARA vise le secondaire, soit 3,26 millions d'élèves dans le public. Ses prototypes de contenu portent sur les deux paliers d'examen de ce cycle, la troisième année du cycle secondaire collégial (3AC) et la deuxième année du baccalauréat (2BAC). Le second n'intervient que dans la conception : le terrain empirique de la recherche est celui de la 3AC, et aucun recueil n'a porté sur la 2BAC (chapitre 6). Le tableau VN-10 présente cette répartition et situe chaque cycle par rapport au périmètre de la recherche.

Tableau VN-10 : Le système éducatif public marocain en 2024-2025 et le périmètre de la recherche.

Cycle	Effectif d'élèves (enseignement public)	Évolution annuelle	Position dans la recherche
Enseignement primaire	3,716 millions	− 1,3 %	Hors périmètre
Secondaire collégial	2,025 millions	+ 5,5 %	Dans le périmètre ; niveau 3AC : terrain empirique et prototype nutrition
Secondaire qualifiant	1,235 million	+ 12,7 %	Dans le périmètre de conception ; niveau 2BAC retenu pour le prototype de contenu bioénergétique et muscle, sans recueil empirique sur ce niveau

Ensemble public	**6,976 millions**	**Secondaire : 3,26 millions d'élèves**

Source : MENPS (2024). Le système compte en outre environ 12 300 établissements, dont 56 % en milieu rural, et plus de 288 000 enseignants.

VN-Ch01-3 : Indicateurs d'équipement, de connectivité et de formation

Complément du chapitre 1, section 1.3.4

Le troisième pilier des politiques examinées est la formation. Les chiffres publiés par le ministère font état de plus de 300 000 personnels ayant bénéficié d'une formation continue au numérique, de plus de 120 000 certifications bureautiques et de plus de 5 000 certifications en technologies éducatives, ainsi que de dix mille cadres pédagogiques inscrits en 2024 sur la plateforme de certification JawazTICE ouverte l'année précédente (MENPS, 2026). Ces volumes sont cohérents avec ceux que l'UNESCO (2023b) rapportait pour le cycle GENIE.

Le tableau VN-11 rassemble l'ensemble des indicateurs mobilisés dans cette section, avec leur source, leur date et la réserve qui les accompagne.

Tableau VN-11 : Indicateurs d'équipement, de connectivité et de formation, valeurs, sources et portée.

Indicateur	Valeur	Source et date	Portée et réserve
Établissements raccordés à un accès Internet filtré	Plus de 11 800, soit plus de 94 %	MENPS, données publiées, consultées en 2026	Raccordement de l'établissement, non disponibilité en salle de classe
Établissements dotés d'une infrastructure numérique de base	Plus de 90 %	MENPS, consulté en 2026	Dotation déclarée, non état de fonctionnement ni maintenance
Ménages possédant un ordinateur ou une tablette	74,0 % urbain 84,4 % rural 49,1 %	ANRT (2025), enquête menée début 2025 auprès de 5 760 unités	Écart urbain-rural de 35,3 points ; indicateur d'équipement de travail
Individus utilisant Internet	91,2 % urbain 93,7 % rural 78,4 %	ANRT (2025)	Usage tous supports confondus, téléphone intelligent dominant
Utilisateurs de mobile disposant d'un téléphone intelligent	91,7 %	ANRT (2025)	Justifie la contrainte de conception sur petit écran
Personnels formés au numérique	Plus de 300 000	MENPS, consulté en 2026	Source ministérielle ; aucune évaluation indépendante disponible
Certifications bureautiques délivrées	Plus de 120 000	MENPS, consulté en 2026	Compétence outil, sans indication de compétence didactique

Les indicateurs relatifs aux établissements et à la formation émanent de l'administration qui conduit les dispositifs ; ceux relatifs aux ménages émanent d'une enquête par sondage conduite par une autorité indépendante du secteur éducatif.

VN-Ch01-4 : Le régime et le marché du livre scolaire marocain

Complément du chapitre 1, section 1.4.2

1.4.1. Le régime issu de 2002 : une pluralité encadrée

Jusqu'au début des années deux mille, le Maroc connaissait le manuel unique : un titre par matière et par niveau, produit sous contrôle direct de l'administration. La réforme engagée dans le sillage de la Charte nationale y substitue un régime de pluralité encadrée. Un appel à candidature ouvre le marché aux éditeurs privés, qui conçoivent les manuels, tandis que le ministère conserve la définition des programmes, l'élaboration du cahier des charges et l'homologation des titres.

Le cahier des charges, dont deux versions ont été publiées, en 2003 puis en 2010, précise les caractéristiques pédagogiques, didactiques, techniques et esthétiques attendues, et sert de base aux appels lancés par le ministère. Les projets déposés sont évalués par des commissions d'experts, et l'homologation est subordonnée à la conformité au cahier des charges. Sur la période 2002-2008, 381 manuels ont été homologués sur 1 242 projets déposés, soit un taux de sélection de 30,67 % ; environ 390 titres sont aujourd'hui en circulation, à raison de trois à quatre par matière et par niveau (Conseil de la concurrence, 2023).

Un second régime coexiste avec celui-ci, plus léger, applicable aux manuels dits parallèles destinés à l'enseignement privé : l'autorisation y est postérieure à l'élaboration, les spécimens sont déposés avant le 31 mars auprès de la direction des curricula, l'approbation relève de comités scientifiques et pédagogiques, et le titre approuvé porte la mention de conformité aux programmes scolaires marocains (Conseil de la concurrence, 2023).

Une caractéristique de ce régime pèse sur la suite : il ne repose sur aucune loi spécifique. Le Conseil de la concurrence (2023) constate qu'aucun texte législatif ne régit le livre scolaire, que sa régulation procède de textes réglementaires et de circulaires internes du ministère, et que ces dernières ne sont pas publiées au Bulletin officiel. La loi-cadre de 2019, on l'a vu en 1.2.2, ne descend pas non plus à ce niveau.

1.4.2. Un marché figé

Le régime décrit ci-dessus est, dans les faits, à l'arrêt depuis plus de quinze ans. Aucun appel d'offres n'a été lancé depuis 2008, et la consultation ouverte en 2011 a été suspendue sans que les projets déposés soient départagés. Le ministère travaille donc, depuis lors, avec sensiblement les mêmes éditeurs, situation que le Conseil de la concurrence (2023) qualifie de rente.

Le blocage se double d'un blocage tarifaire. La commission interministérielle chargée de fixer les prix des manuels n'a tenu aucune réunion documentée depuis 2002 pour les nouveaux titres, de sorte que les prix n'ont pas été révisés depuis plus de vingt ans, alors même que le coût du papier a doublé et que les charges d'énergie et de transport ont augmenté ; une subvention exceptionnelle de 25 % a été accordée en 2022 pour compenser partiellement cet écart. Le Conseil relève encore que le marché, apparemment fragmenté entre soixante à soixante-dix maisons d'édition, présente en réalité une concentration élevée du fait de participations croisées entre éditeurs, imprimeurs et libraires, que 40 à 60 % des manuels continuent d'être imprimés à l'étranger, et que les auteurs, principalement inspecteurs et professeurs du ministère, peuvent se trouver juges et parties lors de l'évaluation des projets.

Ces constats décrivent l'économie dans laquelle un dispositif nouveau devrait se loger. Un manuel qui prétendrait se substituer aux titres existants heurterait une chaîne dont chaque maillon est installé et dont la révision est coûteuse et rare ; un dispositif qui prétendrait s'y adjoindre doit trouver un point d'entrée que le régime actuel ne prévoit pas. Le chapitre 15 revient sur ce point, qui commande les recommandations adressées au ministère.

Chapitre 3. Le manuel numérique comme objet de recherche

VN-Ch03-1 : Les cinq critères distinctifs appliqués au manuel numérique, à la plateforme LMS et au MOOC

Complément du chapitre 3, section 3.2.2

Le tableau VN-12 applique ces cinq critères aux trois objets comparés.

Tableau VN-12 : Les cinq critères distinctifs appliqués aux trois objets.

Critère	Manuel numérique	Plateforme LMS	MOOC
Finalité première	Mise à disposition de contenus alignés sur un curriculum	Administration et coordination d'un cours	Délivrance d'un cours complet à grande échelle
Modèle de contenu	Contenu pré-écrit, structuré, adossé au programme	Dépôt alimenté par l'enseignant	Paquet de cours curaté : vidéos, ressources, tâches
Régime d'interaction	Lecture, annotation, exercices intégrés	Forums, dépôts, collaboration, messagerie	Discussions, quiz, évaluation par les pairs
Intégration de l'évaluation	Pratique formative embarquée dans le contenu	Flux complet : suivi, remise, notation	Quiz automatisés et évaluation par les pairs
Échelle et ouverture	Déploiement individuel ou au niveau de la classe	Déploiement institutionnel, accès restreint	Participation massive, inscription souvent ouverte

Source : adapté de Ait-Ouaali et al. (2027a).

Ces cinq critères ont un avantage pour notre recherche : ils sont observables. Ils peuvent être renseignés à partir de la documentation d'un produit, d'une inspection de l'interface ou d'un relevé de traces d'usage, sans dépendre du vocabulaire employé par l'éditeur. Ils permettent ainsi de situer tout objet présenté comme un manuel numérique, y compris le dispositif conçu dans cette recherche (3.2.3).

Arek-Bawa et Naidu (2023) rappellent cependant une limite de tout tableau de ce genre : les critères décrivent le dispositif, non la pédagogie qu'il autorise. Leur analyse de la pédagogie du manuel numérique dans la formation des enseignants après la période de pandémie montre que deux dispositifs identiquement caractérisés produisent des usages divergents selon la manière dont ils sont introduits dans le cursus. Le tableau VN-12 classe donc des objets ; il ne préjuge pas de leurs effets, qui relèvent des chapitres 4 et 9.

VN-Ch03-2 : Angles morts de la littérature et réponses apportées par la recherche

Complément du chapitre 3, section 3.4.2

Le tableau VN-13 met en regard ces angles morts et les réponses que la présente recherche leur apporte.

Tableau VN-13 : Angles morts de la littérature et réponses apportées par la présente recherche.

Angle mort	Constat	Réponse de la thèse
Contextes africains et arabes sous-représentés	Le corpus international est dominé par l'Asie de l'Est, l'Europe et l'Amérique du Nord. Les exceptions marocaines (Moundy et al., 2021, 2022) et saoudienne (Alharbi, 2024) restent isolées, et aucune ne porte sur un système à agrément curriculaire centralisé étudié comme tel	Quatre études conduites dans le système éducatif marocain, dont une enquête par questionnaire auprès de 250 enseignants de sciences de la vie et de la terre
Devis longitudinaux rares	La majorité des travaux reposent sur des mesures ponctuelles d'intention ou de perception. Les suivis dans la durée sont rares, Im (2024) faisant figure d'exception	Un suivi de cinq semaines d'usage effectif, qui mesure un écart à court terme et non une évolution durable, et dont les limites de durée sont explicitées au chapitre 11 et en conclusion générale
Concepts info-documentaires peu mobilisés	La littérature internationale recourt peu aux notions de dispositif, de médiation et d'appropriation développées dans l'espace francophone	Un cadre à cinq dimensions articulé à la chaîne des 4A, construit au chapitre 4 et opérationnalisé au chapitre 7

VN-Ch03-3 : Les trois objets de politique publique et leurs priorités de gouvernance

Complément du chapitre 3, section 3.1.3

La distinction des trois objets de politique publique, à savoir les ressources de contenu, les environnements et infrastructures, et les modèles de cours, a donc une portée pratique. Elle conditionne les critères d'agrément, les standards techniques à exiger des éditeurs et les indicateurs au regard desquels une politique peut être évaluée. La figure VN-1 récapitule ces trois objets et les priorités qui leur sont propres. Appliquer à l'un les critères d'un autre revient à attendre d'un dispositif des bénéfices qu'il n'est pas conçu pour produire. Le chapitre 15 en tire des recommandations opérationnelles adressées au Ministère de l'Éducation nationale, aux académies régionales et aux centres de formation.

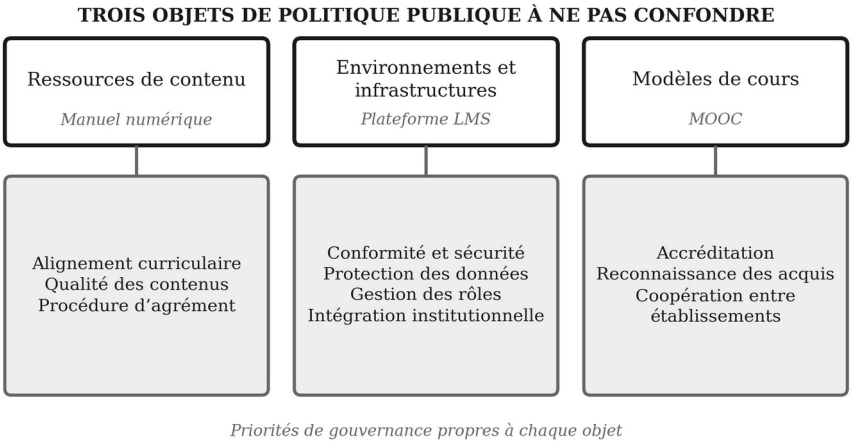


Figure VN-1 : Les trois objets de politique publique et leurs priorités de gouvernance respectives.

Chapitre 4. De l’acceptation à l’appropriation : la chaîne des 4A

VN-Ch04-1 : Ce que chaque tradition théorique mesure, et ce qu’elle laisse hors de portée

Complément du chapitre 4, section 4.1.2

Le tableau VN-14 récapitule ce que chacune des traditions mobilisées dans ce chapitre mesure effectivement et ce qu’elle laisse en dehors de son champ.

Tableau VN-14 : Ce que chaque tradition théorique mesure, et ce qu’elle laisse hors de portée.

Tradition	Question traitée	Ce qu’elle établit	Ce qu’elle ne peut pas saisir
Modèles d’acceptation	Qu’est-ce qui détermine l’intention d’utiliser ?	Le poids relatif de l’utilité perçue, de la facilité d’usage et de l’influence sociale	Le passage de l’intention à l’usage, et ce que l’acteur fait du dispositif
Cadres de compétence	De quelles connaissances l’intégration dépend-elle ?	L’articulation entre savoirs technologiques, pédagogiques et disciplinaires	La dimension collective et institutionnelle de l’usage
Sociologie des usages	Comment les acteurs s’emparent-ils d’un dispositif ?	Les logiques d’usage, les détournements, les trajectoires d’appropriation	La prédiction : elle décrit et comprend, elle n’anticipe pas
Approche instrumentale	Comment un artefact devient-il instrument ?	La genèse instrumentale, l’instrumentalisation et l’instrumentation	Les déterminants institutionnels et les rapports de prescription
Théories de la médiation	Que transforme le dispositif dans la relation aux savoirs ?	Les dimensions technique, documentaire, sémiotique, praxéologique et anthropo-relationnelle	La mesure : elle qualifie les processus, elle ne les quantifie pas

Source : adapté de Ait-Ouaali (2026a).

Le tableau VN-14 se lit par colonnes. Aucune tradition ne couvre à la fois la prédiction, la description des usages et celle du dispositif : ce que les modèles d’acceptation saisissent le mieux, l’intention, est ce qui renseigne le moins sur l’appropriation, et ce que la sociologie des usages et les théories de la médiation décrivent échappe à la mesure. La section suivante examine d’abord les limites des modèles d’acceptation, parce qu’ils dominent la littérature sur le manuel numérique.

Chapitre 5. Didactique des SVT et manuel numérique : transposition, obstacles, principes de conception

VN-Ch05-1 : La chaîne de la transposition didactique, du manuel imprimé au manuel numérique

Complément du chapitre 5, section 5.1

La transposition didactique a été formalisée pour un système où le savoir à enseigner s'incarne dans un objet imprimé. Le passage au numérique déplace cet équilibre, et la figure VN-2 rend visible ce déplacement en situant les deux supports sur la chaîne.

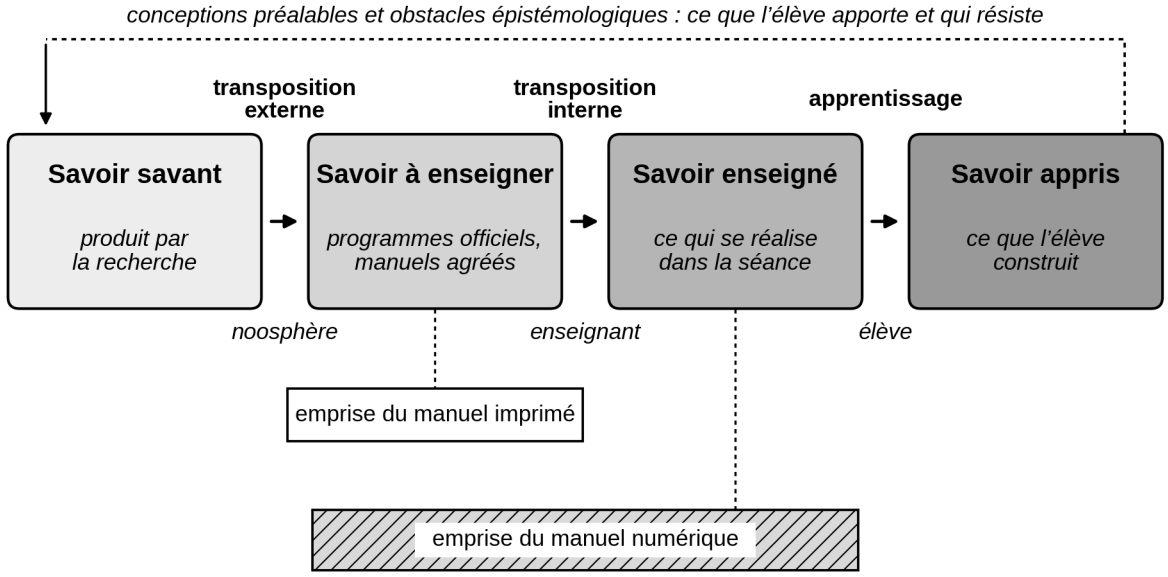


Figure VN-2 : La chaîne de la transposition didactique et l'emprise respective du manuel imprimé et du manuel numérique.

Le manuel imprimé n'intervient qu'à un seul point de la chaîne, celui du savoir à enseigner. Il propose des contenus et une progression, mais ce qui se passe ensuite dans la séance échappe entièrement à sa prise : l'enseignant sélectionne, réordonne, ajoute et retranche, et le manuel n'en sait rien. Le manuel numérique, lorsqu'il porte des activités que l'élève exécute lui-même, une simulation qu'il manipule, un exercice qui lui répond, un parcours qui s'adapte à ses réponses, cesse d'être confiné à ce point unique. Il s'installe dans la transposition interne, qui était jusque-là le domaine réservé de l'enseignant.

VN-Ch05-2 : Le manuel de SVT marocain à l'épreuve de l'analyse : état des preuves

Complément du chapitre 5, section 5.3

5.3.1. L'alignement curriculaire et ce que la littérature sait en mesurer

L'alignement curriculaire désigne le degré de correspondance entre ce que le programme prescrit, ce que le manuel propose et ce que l'évaluation certifie. Il constitue le premier objet d'une analyse de manuel, parce qu'un défaut d'alignement invalide tout le reste : un manuel bien conçu mais désaligné prépare mal à l'épreuve que l'élève passera.

Slisko (2023) propose la synthèse méthodologique la plus complète sur cette question dans le champ des sciences. Il établit que l'alignement ne se mesure pas globalement mais par composantes, en distinguant l'alignement des contenus, celui du niveau d'exigence cognitive et celui des démarches attendues, et il montre qu'un manuel peut être parfaitement aligné sur les contenus tout en abaissant systématiquement l'exigence cognitive du programme. Saher et Kashif (2020) appliquent une démarche comparable au curriculum national du Pendjab et documentent des écarts qui varient fortement d'une discipline à l'autre, ce qui interdit de généraliser un diagnostic d'une matière à une autre.

V. J. Mayer (1995) apporte un critère supplémentaire, spécifique aux sciences de la Terre : l'intégration. Il montre que le découpage disciplinaire traditionnel fragmente des phénomènes dont l'intelligibilité tient précisément à leur caractère systémique, et propose de prendre le système Terre comme principe organisateur. Ce critère est pertinent pour le curriculum marocain, où les sciences de la vie et les sciences de la Terre cohabitent dans une même discipline sans que leur articulation soit toujours explicitée.

Ces trois travaux fournissent la grille dont l'analyse du manuel marocain a besoin. Le seul travail marocain qui l'ait appliquée est celui d'Elouardachi et al. (2025), et il porte sur la physique-chimie. Ses conclusions ont été exposées en 5.1.2 : le manuel privilégie une logique de contenus là où les orientations prescrivent une démarche active, n'organise pas l'évaluation diagnostique attendue, ne différencie pas les activités et ne fournit ni accompagnement pour l'enseignant ni supports multimédias. Aucun travail équivalent n'a été identifié pour les sciences de la vie et de la terre, et c'est le premier volet du vide que l'étude 3 vient combler.

5.3.2. La cohérence interne et les erreurs de contenu

Un second registre d'analyse porte non plus sur la conformité du manuel au programme, mais sur sa consistance propre. Sur ce registre, les travaux marocains sont plus nombreux et leurs constats plus sévères.

El Mahmouhi et al. (2021) conduisent un examen des manuels de sciences de la vie et de la terre du cycle collégial et y relèvent un ensemble d'inexactitudes suffisamment caractérisées pour qu'ils formulent des recommandations de rectification chapitre par chapitre. Le résultat est d'importance institutionnelle autant que didactique : des erreurs de contenu subsistent dans des ouvrages qui ont passé la procédure d'agrément, ce qui signifie que cette procédure ne comporte pas de contrôle scientifique systématique, ou que ce contrôle ne descend pas au niveau du détail où les erreurs se logent.

Rachidi (2024) conduit l'analyse la plus proche du niveau de deuxième année du baccalauréat, retenu ici comme cadre de conception, en examinant l'adéquation du manuel contemporain de sciences de la vie et de la terre sur le cas de la régulation de la glycémie, contenu voisin de la bioénergétique au niveau du baccalauréat. L'étude établit des insuffisances dans le traitement de ce contenu, ce qui confirme que le problème documenté par Boulal au collège ne s'arrête pas aux portes du lycée.

La cohérence peut aussi s'aborder en examinant la correspondance entre les chapitres des manuels marocains de la discipline et les résumés qui les closent. La question n'est pas mineure : le résumé est l'outil que l'élève mobilise pour réviser, et un résumé qui ne recouvre pas fidèlement le chapitre installe une hiérarchie implicite des contenus que ni l'enseignant ni le programme n'ont voulue.

5.3.3. La transposition des activités expérimentales

Le troisième registre est celui qui concerne le plus directement l'hypothèse H3, et c'est aussi celui sur lequel les travaux marocains sont les plus solides. Il porte sur le traitement réservé à l'activité expérimentale, qui est la marque distinctive de l'enseignement des sciences.

Boulal (2020) établit, sur le cas de la digestion de l'amidon en troisième année du collège, que les activités proposées par les manuels relèvent majoritairement de la vérification et non de l'investigation. La différence n'est pas de degré mais de nature : dans une activité de vérification, la réponse est énoncée avant que l'élève ne manipule, et la manipulation ne sert qu'à la confirmer ; dans une investigation, la question précède la réponse et l'élève construit le moyen d'y répondre. Un manuel qui ne propose que des vérifications enseigne, sans le dire, que la science consiste à confirmer ce que l'on sait déjà.

Boulal (2022) prolonge ce constat du côté des enseignants et établit que ces derniers opèrent leurs propres simplifications et omissions, et qu'ils ne disposent pas toujours des savoirs et savoir-faire requis par une démarche expérimentale rigoureuse. La dégradation est donc cumulative, et elle a une cause identifiable qui n'est pas la mauvaise volonté : la formation. Seghir et al. (2023) en éclairent un versant épistémologique. Les entretiens qu'ils ont conduits à Tétouan auprès d'enseignants de la discipline en poste et de stagiaires en formation initiale, font apparaître une conception majoritairement empiriste de la science, définie comme un savoir validé par l'expérience et produit selon une suite linéaire allant de l'observation à la théorie ; les auteurs la rapportent à l'absence d'épistémologie et d'histoire des sciences dans la formation. Une telle conception s'accorde avec l'activité de vérification que Boulal (2020) relève dans les manuels, où l'expérience vient confirmer un énoncé déjà donné.

Bouzit et al. (2020) documentent le même phénomène au lycée à partir du cas de la photosynthèse, en analysant les modes didactiques de l'expérimentation scientifique dans les établissements marocains. Ils établissent que les activités expérimentales en biologie cellulaire sont rares et fréquemment remplacées par l'analyse de résultats préétablis. Ce substitut est doublement coûteux : il prive l'élève de l'expérience du doute et il suppose acquis, pour interpréter le résultat, le concept que l'expérience aurait dû aider à construire.

Ces constats marocains rejoignent un résultat international qui mérite d'être versé au dossier. Isaksen et al. (2024) interrogent des enseignants de sciences norvégiens sur le rôle de leur manuel dans la conduite d'un enseignement par investigation, et établissent que le manuel est vécu autant comme un obstacle que comme une aide : sa structure linéaire et son exhaustivité poussent à la couverture des contenus au détriment de l'investigation. Le problème n'est donc pas propre au Maroc ni au contenu du manuel, il tient à la forme même de l'objet, ce qui donne à la question du support numérique une portée qu'elle n'aurait pas si le défaut n'était qu'éditorial.

5.3.4. Ce que les enseignants disent du manuel

Un dernier registre reste à examiner, celui du jugement porté par les praticiens sur l'objet qu'ils utilisent. Saayoun et al. (2024) ont interrogé deux cent vingt-trois enseignants marocains de sciences de la vie et de la terre du collégial et du qualifiant au moyen d'un questionnaire de trente-sept items. Le résultat est plus nuancé que ne le laisserait attendre la sévérité des analyses de contenu : l'évaluation globale des contenus et des compétences pédagogiques du manuel est positive, les marges d'amélioration identifiées portant principalement sur l'intégration

culturelle. L'étude établit par ailleurs que la langue d'enseignement influence significativement la perception des fonctions du manuel.

Cet écart entre le jugement des praticiens et le diagnostic des analystes n'est pas une contradiction à arbitrer, c'est un résultat à interpréter. Il rappelle que le manuel est évalué par les enseignants à l'aune de ce qu'ils en attendent, c'est-à-dire d'un support de préparation et d'une réserve d'exercices, et non à l'aune des critères didactiques que mobilise la recherche. Un manuel qui remplit bien la fonction qu'on lui assigne peut être jugé satisfaisant tout en manquant celle que le curriculum lui prescrit. La conception d'un dispositif nouveau doit tenir compte de cet écart : proposer aux enseignants un objet qui répond à un besoin qu'ils n'expriment pas est le plus sûr moyen de n'être pas adopté, constat qui rejoint directement la chaîne des 4A construite au chapitre 4.

Le tableau VN-15 rassemble les dysfonctionnements documentés, en distinguant ce qui est établi par une étude marocaine, ce qui l'est par un travail international transposable, et ce qui reste à établir.

Tableau VN-15 : Dysfonctionnements du manuel de sciences de la vie et de la terre, état des preuves disponibles.

Registre	Dysfonctionnement documenté	Preuve marocaine	Statut pour l'étude 3
Alignement curriculaire	Le manuel privilégie une logique de contenus là où les orientations prescrivent une démarche active ; ni évaluation diagnostique ni différenciation	Elouardachi et al. (2025), en physique-chimie	À établir pour les SVT
Cohérence et exactitude	Inexactitudes de contenu subsistant dans des manuels agréés	El Mahmouhi et al. (2021), cycle collégial	À vérifier en 3AC
Cohérence et exactitude	Traitement insuffisant d'un contenu du qualifiant voisin de la bioénergétique	Rachidi (2024), régulation de la glycémie	Hors recueil : cadre de conception (2BAC)
Transposition expérimentale	Prédominance des activités de vérification sur l'investigation	Boulal (2020), digestion de l'amidon, 3AC	Établi sur un chapitre, à généraliser
Transposition expérimentale	Double dégradation : les enseignants simplifient à leur tour, faute de formation	Boulal (2022)	Établi
Transposition expérimentale	Expérimentation rare en biologie cellulaire, remplacée par l'analyse de résultats préétablis	Bouzit et al. (2020), photosynthèse	Établi ; la bioénergétique reste hors recueil
Obstacles épistémologiques	Conceptions erronées persistantes sur les échanges respiratoires	Mouaheb et al. (2024), côté élèves	Hors recueil (2BAC) ; en 3AC, traitement des obstacles O1 à O7 à

			établir
Perception des praticiens	Jugement globalement positif, en décalage avec le diagnostic des analyses de contenu	Saayoun et al. (2024), 223 enseignants	À expliquer, non à arbitrer

Note. La colonne « statut pour l'étude 3 » indique ce que l'analyse de manuels prévue au chapitre 7 doit établir, confirmer ou généraliser. Aucune ligne n'est marquée close : le corpus disponible est convergent mais étroit.

5.3.5. Temps d'enseignement et prérequis

Deux contraintes pèsent sur le manuel sans relever de lui, et elles n'ont été qu'évoquées jusqu'ici. La première est le temps d'enseignement. La troisième année est la dernière du cycle secondaire collégial, qui va de la première à la troisième année ; le cycle qualifiant enchaîne ensuite le tronc commun, la première et la deuxième année du baccalauréat. Les orientations pédagogiques fixent pour chaque niveau un volume horaire hebdomadaire et la répartition des unités sur l'année : l'unité consacrée à la nutrition partage ce volume avec les autres unités du programme de troisième année, et le temps qui lui revient dépend de cette répartition autant que de la progression choisie par l'enseignant. Les travaux marocains documentent des effets compatibles avec cette contrainte : la surcharge des programmes figure parmi les obstacles à l'approche par compétences (Arbia et al., 2018), l'activité expérimentale est fréquemment remplacée par l'analyse de résultats préétablis (Bouzit et al., 2020), et les enseignants opèrent leurs propres simplifications et omissions (Boulal, 2022). Sur un autre contenu, la tectonique des plaques, les élèves de quatorze à quinze ans et les enseignants interrogés par En-Nhili et al. (2023) placent à côté des obstacles épistémologiques la surcharge des contenus, le manque de travaux pratiques, de modèles et de ressources numériques, et, pour les enseignants, des prérequis non installés. Le lien entre pression temporelle, recul de l'expérimental et retour à l'exposition transmissive reste une hypothèse de travail, que le chapitre 10 confronte aux déclarations des enseignants de troisième année.

La seconde contrainte est verticale. La compréhension de la digestion suppose deux notions que le chapitre de troisième année ne construit pas lui-même : la transformation chimique, sans laquelle l'hydrolyse se réduit à un découpage (O1) ou à une dissolution (O4), et la cellule, sans laquelle l'absorption reste un passage sans destinataire (O5). Lorsque ces prérequis ne sont pas installés, les obstacles de 5.2.2 trouvent un terrain favorable, et un manuel qui ne les réactive pas laisse l'élève sans prise sur le mécanisme. La question se prolonge au-delà du collège : c'est au tronc commun, un an après le chapitre, que l'étude 3 interroge les élèves (questionnaire B4), et la cohérence verticale entre niveaux devient alors une condition de lecture de leurs réponses.

Ces deux contraintes fondent les lignes « discontinuités programmatiques » et « déséquilibres horaires » du tableau 14. Elles sont posées ici sous une forme qualitative ; le chapitre 10 les confronte aux contraintes déclarées par les enseignants de troisième année, à leur jugement sur les prérequis et à la cotation, par la grille, de l'activation des prérequis dans les manuels.

VN-Ch05-3 : Les six approches pédagogiques comparées dans la genèse du modèle ASIN

Complément du chapitre 5, section 5.6.1

Le qualificatif d'hybride énonce une position méthodologique : la comparaison de six approches pédagogiques, transmissive, constructiviste, socioconstructiviste, par investigation, par compétences et connectiviste, sur des critères d'efficacité empirique, de faisabilité contextuelle et de capacité à répondre aux dysfonctionnements identifiés, ne désigne aucune approche unique comme supérieure. Elle établit qu'aucune ne couvre seule l'ensemble des exigences, et elle propose d'en articuler les apports. ASIN est le nom de cette articulation, non celui d'une approche de plus. Le tableau VN-16 rend cette comparaison vérifiable : pour chaque approche, il indique son principe, ce que le modèle en retient et sa limite au regard des dysfonctionnements documentés, sans coter l'efficacité d'aucune approche ni celle du modèle.

Tableau VN-16 : Les six approches pédagogiques comparées dans la genèse du modèle ASIN, et ce que le modèle retient de chacune.

Approche	Principe et ancrage	Ce que le modèle ASIN en retient	Limite au regard des dysfonctionnements documentés
Transmissive	Le savoir est exposé par l'enseignant puis restitué ; forme dominante décrite par les analyses de manuels (5.1.3, 5.3.3)	Le moment d'exposition par l'enseignant, réservé à l'institutionnalisation (phase 4)	Laisse les obstacles intacts et reconduit la prédominance de la vérification (Boulal, 2020)
Constructiviste	La connaissance se restructure par le conflit entre une conception et une observation qui la contredit (Piaget, 1970)	Le conflit cognitif organisé par l'investigation numérique (phase 3)	Suppose que les conceptions aient d'abord été exprimées ; ne dit rien du rôle des pairs
Socioconstructiviste	L'apprentissage se fait dans la zone proximale de développement, avec l'aide d'autrui (Vygotski, 1934/1997)	L'étayage progressif, modulé puis retiré, et la collaboration entre pairs (condition de l'ensemble)	Exige un étayage calibré, difficile à individualiser dans une classe nombreuse
Par investigation	L'élève construit la réponse à une question qu'il a formulée ; démarche prescrite et peu pratiquée (Calmettes et	Le questionnement, les hypothèses et l'investigation	Suppose un enseignant formé à la conduire (Boulal,

	Matheron, 2015)	(phases 2 et 3)	2022) : le dispositif doit en porter une part
Par compétences	Mobilisation de ressources intégrées dans des situations complexes ; orientation curriculaire officielle depuis 1999	L'application et le transfert à des situations nouvelles (phase 6)	Freinée par la surcharge des programmes, les effectifs et le déficit de formation (Arbia et al., 2018)
Connectiviste	L'apprentissage comme constitution de réseaux de ressources et de personnes (Siemens, 2005)	Aucune phase : l'apprentissage en réseau ouvert n'est pas retenu, le modèle restant centré sur la classe et conçu pour fonctionner hors connexion (5.6.3)	Suppose une connectivité et une autonomie que le terrain ne garantit pas (5.4.1, 5.6.3)

Note. Le tableau ne cote l'efficacité ni des approches ni du modèle ASIN, qui reste à ce stade une proposition raisonnée (5.6.3). La comparaison est celle qu'expose l'article ASIN (Ait-Ouaali et al., 2026b) ; elle est reprise ici sans cotation. Les phases renvoient à la séquence décrite en 5.6.2.

VN-Ch05-4 : Le processus d'apprentissage selon le modèle ASIN

Complément du chapitre 5, section 5.6.2

Vue du côté de l'élève, cette séquence décrit un processus d'apprentissage que la figure VN-3 reconstitue : elle suit une conception préalable jusqu'au transfert, en indiquant à chaque moment la phase du modèle qui le provoque et l'auteur qui le fonde.

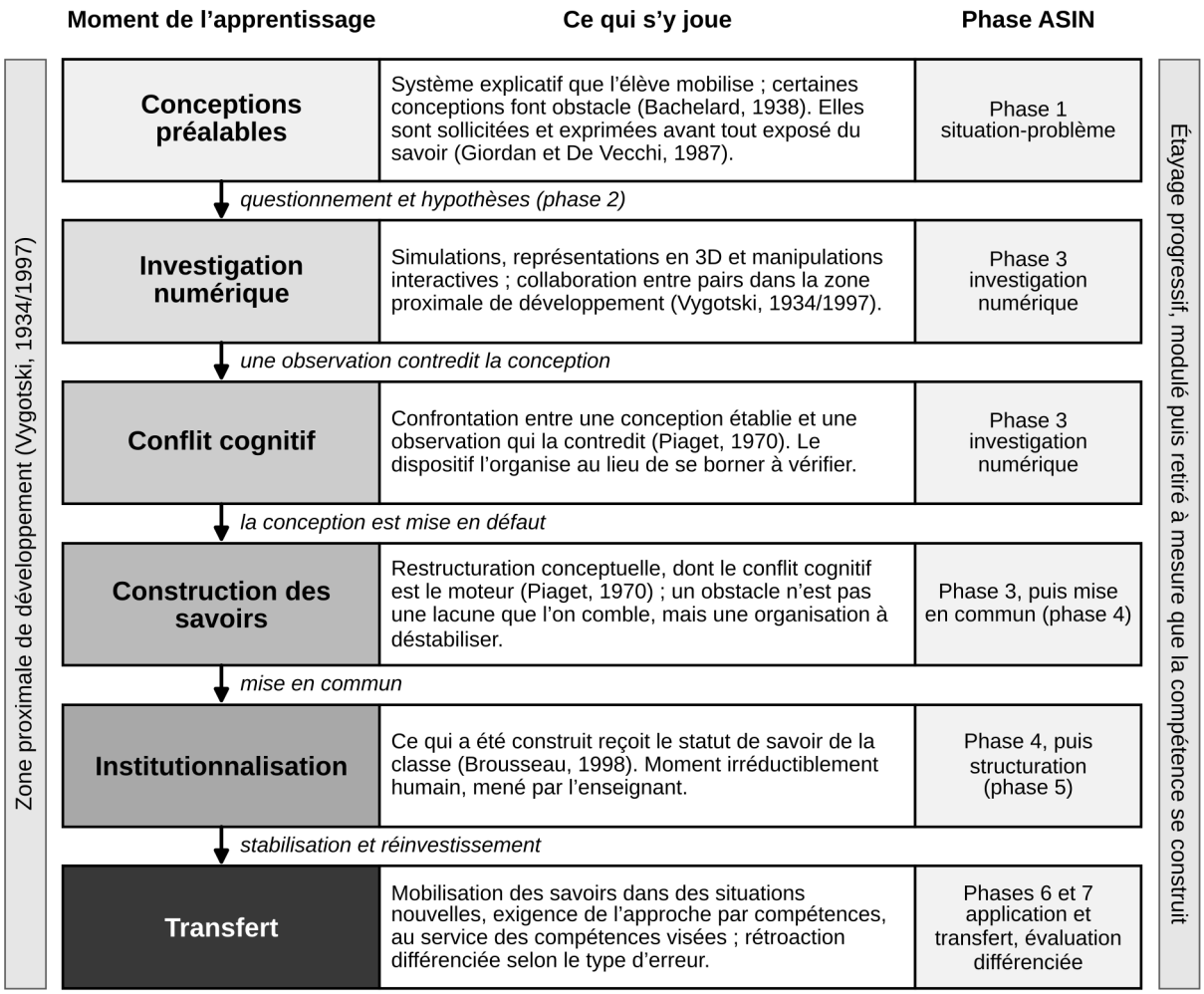


Figure VN-3 : Processus d'apprentissage selon le modèle ASIN, des conceptions préalables au transfert.

La figure VN-3 rend explicite un point que la séquence laisse implicite : le conflit cognitif n'est pas produit par la situation-problème, qui se borne à faire émerger les conceptions, mais par l'investigation numérique, au moment où une observation contredit la conception établie. C'est pourquoi le modèle place l'institutionnalisation après la construction et jamais avant : l'enseignant ne donne le statut de savoir qu'à ce que la classe a d'abord construit.

Chapitre 6. Positionnement épistémologique et devis de la recherche

VN-Ch06-1 : Justification épistémologique et méthodologique du devis

Complément du chapitre 6, section 6.1.1

6.1. Positionnement épistémologique : le pragmatisme

6.1.1. Pourquoi une posture pragmatiste

Une recherche qui conçoit un artefact et en évalue les effets se trouve devant une difficulté épistémologique que les postures classiques traitent mal. Le positivisme demanderait de traiter le dispositif comme une variable indépendante dont on mesurerait l'effet toutes choses égales par ailleurs, ce qui suppose une stabilité du contexte que la classe n'offre pas. Le constructivisme radical interdirait de comparer des situations, alors que la comparaison est précisément ce qu'une évaluation demande. Aucune des deux ne rend compte du geste central de cette recherche, qui est de fabriquer quelque chose pour comprendre, et de comprendre pour fabriquer mieux.

Morgan (2007) formule la sortie de cette impasse en proposant de substituer au débat sur les paradigmes une approche pragmatiste, dans laquelle le choix des méthodes se règle sur la question posée plutôt que sur une allégeance ontologique préalable. Cette position repose sur une thèse précise : la valeur d'une connaissance se juge à ce qu'elle permet de faire, et une même recherche peut légitimement mobiliser des méthodes issues de traditions différentes dès lors que chacune répond à une question distincte et que l'articulation entre elles est explicitée.

Creswell et Plano Clark (2017) tirent de cette posture les conséquences pour les devis mixtes. Ils établissent que la légitimité d'un devis mixte ne tient pas au fait de combiner des données de nature différente, mais à la justification de l'articulation : ce que le volet qualitatif apporte que le quantitatif ne peut pas apporter, à quel moment de la séquence il intervient, et comment les deux ensembles de résultats sont mis en relation.

Cette recherche adopte donc une posture pragmatiste au sens précis que Morgan lui donne. Elle mobilise le questionnaire là où il s'agit de mesurer la distribution de déterminants dans un échantillon d'enseignants, l'entretien et le journal de bord là où il s'agit de comprendre une trajectoire d'appropriation, et l'analyse de contenu là où il s'agit de caractériser un corpus de

manuels. Ces choix ne relèvent d'aucune préférence méthodologique : ils suivent la nature des quatre questions secondaires.

6.1.2. Ce que le pragmatisme autorise, et ce qu'il n'excuse pas

La posture pragmatiste est parfois invoquée comme une dispense de rigueur, au motif que tout ce qui marche serait recevable. Il importe d'en marquer les limites, car c'est sur ce point qu'une thèse de conception est le plus facilement attaquable.

Le pragmatisme autorise la combinaison de méthodes issues de traditions distinctes, il autorise à privilégier l'utilité d'un résultat sur sa pureté paradigmatique, et il autorise à concevoir l'objet que l'on étudie. Il n'autorise pas à relâcher les critères internes de chaque méthode. Un questionnaire reste soumis aux exigences de validité de construit et de fidélité, un corpus d'entretiens à celles de saturation et de traçabilité de l'analyse, une analyse de contenu à celles d'explicitation de la grille et de relevé littéral à l'appui des cotations extrêmes. Le pragmatisme déplace le lieu de la justification, il ne la supprime pas.

Il n'excuse pas davantage la confusion entre ce qui est mesuré et ce qui est inféré. C'est le point que la section 6.4 traitera en détail : un plan d'échantillonnage non probabiliste peut être parfaitement défendable, à condition que les énoncés qu'il autorise soient délimités avec précision. La faute méthodologique ne serait pas de recourir à un tel plan, elle serait d'en tirer des conclusions qu'il ne porte pas.

6.1.3. La bidisciplinarité et la posture d'ingénieur

Le chapitre 2 a posé le caractère bidisciplinaire de ce travail et en a nommé les termes. Il importe ici d'en tirer les conséquences méthodologiques, car c'est sur ce point qu'une formulation approximative fragiliserait tout ce qui suit.

La première discipline est l'ingénierie pédagogique et didactique des sciences, telle que le Centre d'études doctorales et l'Équipe de recherche en ingénierie pédagogique et didactique des sciences la nomment. Ce n'est pas l'addition de deux champs : c'est un champ unique, dans lequel la conception de dispositifs d'enseignement et l'étude du savoir enseigné sont soudées. La seconde est celle des sciences de l'information et de la communication, à laquelle la spécialité en technologies de l'information et de la communication rattache ce travail, et qui en constitue une composante disciplinaire et non un cadre emprunté.

Ces deux disciplines n'interrogent pas le même objet et ne mobilisent pas les mêmes traditions d'enquête. L'ingénierie pédagogique et la didactique des sciences travaillent le savoir, sa

transposition et les dispositifs qui l'enseignent, et elles procèdent par analyse de contenu, par observation de séances et par recueil des conceptions. Les sciences de l'information et de la communication travaillent le dispositif et ses usages, et elles procèdent par entretien, par analyse des traces et par sociologie des pratiques. Une recherche qui prétendrait arbitrer entre les deux se priverait de la moitié de son objet.

La posture pragmatiste permet de les tenir ensemble sans les confondre, en assignant à chacune la question qui lui revient. L'étude 3, qui analyse les manuels, relève de la première. L'étude 2, qui suit l'appropriation d'un dispositif par un enseignant, relève de la seconde. Le cadre intégré du chapitre 4 est le lieu où les deux se rencontrent, et le tableau de triangulation du chapitre 7 est l'instrument de cette rencontre.

Une troisième composante doit être distinguée des deux premières, faute de quoi elle serait comptée à tort comme une discipline supplémentaire. La conception d'un artefact n'est pas un champ de savoir, c'est une posture de recherche : elle décide de la manière de produire de la connaissance, non de son objet. Cette posture est celle de l'ingénieur, et elle a un nom méthodologique que la section suivante expose, celui de recherche orientée par la conception. Elle est ce qui autorise cette thèse à construire le dispositif qu'elle étudie, et elle répond par avance à l'objection que ce geste appelle : la construction n'est pas un ajout au travail de recherche, elle est prescrite par la première des deux disciplines de rattachement.

6.2. La recherche orientée par la conception

6.2.1. Le paradigme et ses principes

La posture pragmatiste indique comment choisir les méthodes ; elle ne dit pas comment organiser une recherche dont le produit principal est un artefact. C'est l'objet de la recherche orientée par la conception, dont Wang et Hannafin (2005) puis McKenney et Reeves (2018) ont formalisé les principes pour les environnements d'apprentissage numériques.

Wang et Hannafin (2005) en énoncent les caractéristiques : la recherche est ancrée dans un contexte réel et non dans un laboratoire, elle est pragmatique en ce qu'elle vise à résoudre un problème identifié, elle est itérative en ce qu'elle procède par cycles de conception et de mise à l'épreuve, elle est intégrative en ce qu'elle combine les méthodes que chaque cycle appelle, et elle est contextualisée en ce qu'elle produit des principes de conception liés à leur contexte plutôt que des lois générales.

McKenney et Reeves (2018) précisent la structure de ces cycles en distinguant trois moments : l'analyse et l'exploration du problème, la conception et la construction de la solution, l'évaluation et la réflexion. Ils insistent sur un point qui distingue ce paradigme de l'ingénierie ordinaire : la recherche orientée par la conception produit deux résultats et non un seul, l'artefact d'une part, et une contribution théorique d'autre part, sous la forme de principes de conception fondés.

Ce double produit est ce qui autorise une thèse de conception. Un travail qui ne produirait qu'un dispositif relèverait du développement et non de la recherche. Un travail qui ne produirait qu'une théorie n'aurait pas besoin de construire quoi que ce soit. La thèse se justifie par la production conjointe des deux, et par le fait que chacun éclaire l'autre.

6.3. Le devis mixte séquentiel à quatre études

6.3.1. Architecture générale

Le choix de la séquentialité contre la simultanéité appelle une justification, puisqu'il coûte du temps. Il se fonde sur la nature des questions : l'étude 3 ne peut orienter la conception que si elle est achevée avant elle, et l'étude 2 ne peut porter que sur un dispositif construit. La séquence est donc imposée par la logique de la recherche orientée par la conception. Seule l'étude 4 s'en écarte en partie : elle a été conduite en octobre 2026, pendant l'étude 2, sur le prototype figé avant l'usage.

Une seconde caractéristique mérite d'être soulignée : le volet quantitatif n'est pas dominant. Dans la typologie de Creswell et Plano Clark (2017), ce devis se rapproche du modèle exploratoire séquentiel, où le qualitatif prépare et interprète le quantitatif plutôt que l'inverse. Ce choix découle de l'objet : l'appropriation est un processus, et un processus se saisit mal par une mesure ponctuelle.

6.3.3. Le statut particulier de l'étude 1

L'étude 1 occupe dans ce devis une position qu'il faut expliciter, car elle déroge à l'ordre habituel d'une thèse. Elle a été conduite et publiée avant la rédaction du manuscrit (Ait-Ouaali et al., 2027b), et le chapitre 8 en rend compte comme d'un volet déjà acquis et non comme d'une recherche à conduire.

Cette situation présente un avantage et une contrainte. L'avantage est que le point de départ de la recherche repose sur des données déjà soumises à l'évaluation par les pairs, ce qui en

consolide le fondement. La contrainte est que le protocole de cette étude a été arrêté avant que le cadre intégré du chapitre 4 ne soit construit, et qu'il ne mesure donc pas tout ce que ce cadre appellerait. Le chapitre 8 réinterprète ces résultats dans la logique des 4A, en signalant chaque fois qu'un élément du cadre n'a pas été mesuré, plutôt qu'en donnant l'apparence d'une correspondance complète.

Cette réinterprétation n'est pas une traduction. Conformément aux règles de rédaction retenues pour ce manuscrit, l'article publié n'est pas repris tel quel : ses résultats sont réorganisés autour des questions du présent travail, et la publication d'origine est signalée en note d'ouverture du chapitre 8.

VN-Ch06-2 : Le protocole initial et sa révision

Complément du chapitre 6, section 6.4.1

6.4. L'échantillonnage : ce qui avait été prévu, ce qui a été retenu

6.4.1. Le protocole initial et son calcul de taille

Un premier protocole statistique avait été construit pour cette recherche. Il déterminait les tailles d'échantillon par la formule de Cochran (1977), qui donne la taille nécessaire pour estimer une proportion dans une population finie avec un niveau de confiance et une marge d'erreur fixés. Avec un score de 1,96 pour un niveau de confiance de 95 pour cent, une proportion estimée de 0,5 qui maximise la variance et une marge d'erreur de 5 pour cent, la formule donne une taille de 384 individus, et la correction pour population finie devient négligeable dès que la population dépasse cent mille individus.

Ce calcul avait été appliqué à cinq populations, les élèves de collège, les élèves de lycée, les enseignants de collège, les enseignants de lycée et les chefs d'établissement, pour un total de plus de dix-huit cents participants. Il était complété par une stratification sur les douze régions administratives, par une règle de suréchantillonnage fondée sur un taux de réponse anticipé de 75 pour cent, et par un design quasi-expérimental à groupe témoin non équivalent portant sur quarante-huit établissements, avec une intervention de huit semaines et trois temps de mesure dont un suivi différé à trois mois. Ce type de design est celui que Shadish et al. (2002) décrivent comme le plus exigeant des plans non randomisés, précisément parce que la non-équivalence initiale des groupes y constitue une menace permanente sur la validité interne, qu'aucun appariement ne lève entièrement.

Ce protocole était cohérent avec lui-même et conforme aux standards de l'enquête par sondage. Il annonçait explicitement une marge d'erreur de plus ou moins 5 pour cent au seuil de 95 pour cent et une représentativité géographique de l'échantillon.

6.4.2. Pourquoi ce protocole a été révisé

Renvoi du volume : les trois premières contraintes et la cinquième sont exposées au chapitre 6, section 6.4.2.

La quatrième tient à la nature de l'objet. Le protocole initial mesurait des variables générales, compétences informationnelles, engagement, climat de classe, dont aucune n'est spécifique au manuel numérique de sciences de la vie et de la terre. Le cadre construit dans la partie II appelle au contraire des indicateurs dimension par dimension, que le tableau 10 du chapitre 4 a établis. La révision n'est ici pas subie, elle est le résultat du travail théorique.

6.4.3. Le plan retenu : convenance raisonnée, périmètre resserré sur la 3AC

Une première version de ce plan conservait la cible issue du calcul de Cochran, 384 participants par population, à titre de cible de puissance, et portait sur deux niveaux, la troisième année du collégial et la deuxième année du baccalauréat, avec un panel de quatorze enseignants pour l'étude 2. Cette cible a été abandonnée le 4 novembre 2026, et ses motifs sont exposés ici. La portée de ce plan, cinq populations, deux niveaux, deux chapitres prototypes, quatorze enseignants et leurs classes, excédait ce que le temps restant pour le terrain, la saisie, le nettoyage et l'analyse permettait de traiter avec la rigueur que le chapitre 7 exige de chaque instrument. Un recueil large mais dépouillé à la hâte aurait coûté davantage à la recherche qu'un recueil resserré et traité complètement. Le périmètre a donc été ramené à un seul niveau, la troisième année du collégial. Cette décision est intervenue après le recueil des études 3 et 4 et au terme de celui de l'étude 2 : elle ne fixe aucun effectif à atteindre, elle délimite les données que la thèse retient.

VN-Ch06-3 : Composition régionale du questionnaire enseignants de l'étude 3

Complément du chapitre 6, section 6.4.3

6.4.3. Le plan retenu : convenance raisonnée, périmètre resserré sur la 3AC

Note. Les effectifs obtenus sont ceux des fichiers bruts, avant application des règles de nettoyage décrites au chapitre 7 (7.3.4) ; le chapitre 10 rapporte le journal de nettoyage règle par règle. Neuf académies sont présentes dans le questionnaire enseignants, avec une forte concentration sur Tanger-Tétouan-Al Hoceïma, région d'ancrage de la recherche et de ses réseaux de diffusion (98 réponses sur 140), suivie de Drâa-Tafilalet

(15) ; les autres académies comptent de une à six réponses et les trois académies du Sud sont absentes. Cette composition est documentée plutôt que corrigée, et aucune comparaison inter-régionale n'est conduite au-delà de l'opposition entre l'académie d'ancrage et le reste de l'échantillon.

Une précision s'impose. Aucune pondération n'est appliquée à ces effectifs, une pondération n'ayant de sens que sur un échantillon probabiliste. La composition régionale et le milieu d'exercice de l'échantillon obtenu sont décrits au chapitre 10, sans comparaison aux effectifs nationaux. L'abandon du plan à quotas ne change rien au régime d'inférence posé en 6.4.4 : il en rend seulement les limites plus visibles.

VN-Ch06-4 : Le recueil à distance : ce qu'il permet, ce qu'il coûte

Complément du chapitre 6, section 6.5

6.5. Le recueil à distance : ce qu'il permet, ce qu'il coûte

6.5.1. Ce que le recueil à distance rend possible

Le choix d'un recueil entièrement à distance a été présenté en 6.4.2 comme une contrainte logistique. Il produit aussi des effets favorables qu'il serait faux de passer sous silence, et qui expliquent que la décision ait été maintenue même là où un recueil en présentiel restait envisageable.

Le premier est la couverture géographique. Un recueil en présentiel se serait concentré, budget oblige, sur quelques régions accessibles, très probablement le Nord et l'axe Rabat-Casablanca. Le recueil à distance rend les douze régions également atteignables, y compris les trois régions du Sud qu'une enquête de terrain aurait presque certainement laissées de côté, même si, dans les faits, aucune réponse n'en est venue (tableau 16). Les effectifs du tableau 16 n'ont pu être réunis que parce que le recueil était distant.

Le second est la réduction du biais de désirabilité lié à la présence du chercheur. Un enseignant qui remplit un journal de bord chez lui, sans observateur, décrit plus librement ses difficultés qu'un enseignant observé en classe. Ce point est important pour une recherche qui s'intéresse aux écarts entre pratique déclarée et pratique effective, écarts qu'Altet et Guibert (2014) ont établis comme un fait empirique régulier.

Le troisième est la traçabilité. Un dispositif numérique produit des traces d'usage horodatées que nul recueil en présentiel ne fournirait à ce niveau de finesse. Ces traces constituent une source objectivée, à laquelle les déclarations des participants peuvent être confrontées.

6.5.2. Ce qu'il coûte, et les compensations retenues

Les coûts sont réels et il faut les énoncer. Le premier est la perte de l'observation directe de la séance. Le cadre du chapitre 4 accorde une place centrale à la dimension praxéologique et à la dimension anthropo-relationnelle, or les gestes professionnels et le climat de la classe s'observent mal à distance. La compensation retenue est l'auto-observation guidée : l'enseignant renseigne, après la séance, une grille structurée qui appelle des éléments factuels plutôt que des jugements. Cette solution ne remplace pas l'observation, elle en fournit un substitut dont le chapitre 11 et la conclusion générale signaleront la limite.

Le deuxième coût est le biais de sélection lié à l'équipement. Une enquête à distance ne peut atteindre que des enseignants connectés, ce qui exclut mécaniquement une partie de la population dont l'exclusion n'est pas aléatoire : elle porte précisément sur les contextes les moins équipés, qui sont ceux où la question de l'intégration numérique se pose avec le plus d'acuité. Aucune compensation méthodologique ne corrige ce biais. Il est documenté par les questions du questionnaire enseignants B2 sur l'équipement et la connexion, qui caractérisent ce que l'échantillon couvre et ce qu'il ne couvre pas.

Le troisième coût est l'attrition. Dans l'étude 3, il prend la forme de questionnaires abandonnés en cours de route, que les règles de nettoyage (chapitre 10, 10.9.1) traitent section par section. Dans l'étude 2, il se réduit aux absences aux passations de test et de questionnaire, puisque le dispositif est d'abord utilisé en classe ; les analyses appariées précisent systématiquement l'effectif sur lequel elles portent, et un élève absent à l'une des deux passations n'entre pas dans l'analyse principale.

VN-Ch06-5 : Cadre éthique détaillé

Complément du chapitre 6, section 6.6.2

6.6. Cadre éthique

6.6.1. Cadre réglementaire et normatif

La recherche s'est donné pour référence un double cadre. Du côté marocain, la loi 09-08 relative à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et les directives de la Commission nationale de contrôle de la protection des données à caractère personnel. Du côté international, les principes de la Déclaration d'Helsinki et, pour le traitement des données, les principes généraux du Règlement général sur la protection des

données. Ce cadre de référence ne vaut pas déclaration de conformité : la section qui suit expose ce qui a été fait, ce qui ne l'a pas été et le choix qui en résulte.

Le renoncement à l'autorisation académique, exposé en 6.4.2, modifie la voie d'accès aux participants ; il ne dispense pas des exigences qui s'appliquent au recueil. Aucune autorisation de l'académie régionale d'éducation et de formation n'a été obtenue, et tous les instruments ont été administrés à distance ou passés en classe sous la responsabilité de l'enseignant participant. Aucun avis d'un comité d'éthique n'a été sollicité ni rendu. Des fiches d'information et de consentement ont été rédigées pour les enseignants ; aucune ne l'a été pour les parents d'élèves.

6.6.2. Consentement des enseignants, absence d'autorisation parentale et protections en place

Les enseignants ont donné un consentement éclairé individuel, après information sur les objectifs, le déroulement, la durée et les implications de leur participation. Pour l'étude 2, l'information et le consentement de l'enseignant relèvent de la fiche G2 ; pour les cinq entretiens de l'étude 3, le consentement a été recueilli oralement en début d'entretien, sans formulaire. Il n'en va pas de même pour les élèves. Aucune autorisation parentale n'a été recueillie pour les élèves mineurs qui ont répondu au questionnaire B4 de l'étude 3, ni pour les élèves des deux classes de l'étude 2, classe utilisatrice et classe de comparaison. Aucune autorisation de l'académie régionale n'a été obtenue pour ces passations.

Ce recueil n'est donc pas présenté comme conforme aux exigences qui encadrent d'ordinaire la recherche auprès de mineurs. Le choix s'est posé dans ces termes : conduire l'étude ainsi, avec les protections décrites ci-dessous, ou ne pas la conduire. La décision a été de la conduire : les questionnaires et les tests ont été passés pendant le temps scolaire, sous la responsabilité de l'enseignant de chaque classe, sur des contenus du programme, et sans recueil d'aucune donnée nominative ; seules trois réponses au questionnaire B4 ont été données hors séance, par un lien (chapitre 10). Le focus group de l'étude 2, conduit hors temps scolaire et en visioconférence avec six élèves de la classe utilisatrice, n'a pas davantage fait l'objet d'une autorisation parentale. Ce choix est assumé ; il est repris parmi les limites du travail au chapitre 11 et dans la conclusion générale.

Les protections réellement en place sont les suivantes. Les élèves sont désignés par un code personnel, sans nom, attribué par l'enseignant, qui conserve seul la correspondance entre les codes et les élèves ; aucune donnée nominative d'élève ne parvient au chercheur. Pendant l'étude 2, les comptes de la plateforme étaient ouverts par un code de classe et un code

personnel, sans aucun nom : il s'agit d'un pseudonymat, non d'un anonymat, puisque l'enseignant peut relier un code à un élève. Les comptes nominatifs décrits au chapitre 14 sont postérieurs à l'étude 2. Les passations des questionnaires et des tests ont été supervisées par l'enseignant de chaque classe et jamais par le chercheur. Les enseignants peuvent se retirer à tout moment, sans justification et sans conséquence, et leurs données sont alors détruites s'ils le demandent ; pour les élèves, le chercheur, qui ne détient pas la correspondance entre codes et élèves, ne peut pas identifier après coup les réponses d'un élève, et un retrait ne peut donc s'exercer qu'avant la passation.

La confidentialité repose sur la pseudonymisation par attribution de codes, la suppression des éléments identifiants dans les transcriptions, l'usage de pseudonymes dans les publications, le stockage sur support sécurisé avec accès restreint, et la suppression des enregistrements audio. Pour les entretiens de l'étude 3, les enregistrements ont été supprimés immédiatement après vérification de chaque transcription : plusieurs enseignants sollicités en ont fait la condition de leur accord, et la suppression a été effectuée et datée pour chaque entretien. Pour l'étude 2, la fiche G2 prévoit la destruction des enregistrements dans les trois mois suivant la transcription ; les enregistrements de l'entretien et du focus group ont été supprimés après vérification de leur transcription, dans ce délai. Il en résulte que le corpus qualitatif n'existe que sous forme de transcriptions, ce que le chapitre 7 prend en compte dans la procédure de codage.

6.6.3. Risques identifiés et mesures de minimisation

Note. La cinquième ligne explicite l'une des cinq raisons de la révision du protocole initial, exposées en 6.4.2. La sixième ligne ne décrit pas une mesure qui lèverait le risque : elle décrit les protections en place face à un risque que la recherche n'a pas couvert.

Renvoi du volume : la note porte sur le tableau 17 du chapitre 6, qui n'est pas reproduit ici.

Un dernier engagement clôt ce cadre : la restitution. Les participants recevront un résumé des résultats, les établissements un rapport adapté à leur usage, et les publications issues du travail seront déposées en accès libre chaque fois que la politique de la revue le permet. Dans un contexte où les enseignants sont souvent sollicités sans retour, cet engagement conditionne aussi la possibilité de recherches ultérieures.

Chapitre 7. Les instruments, leur validation et le plan d’analyse

VN-Ch07-1 : Spécification des instruments du bloc B (B1, B2, B4 et B7)

Complément du chapitre 7, section 7.3.4

7.3.4. Les enquêtes du bloc B et les entretiens

Le questionnaire enseignants, instrument B2, s’adresse aux enseignants de SVT qui enseignent en troisième année du collégial. Il compte neuf sections pour une passation de vingt minutes : le profil, dont l’académie régionale ; la résistance perçue de chacun des sept obstacles O1 à O7 présentés au chapitre 5, sur une échelle en cinq points qui distingue l’obstacle fréquent mais qui cède de l’obstacle qui résiste, complétée par un classement forcé des trois obstacles les plus résistants ; les prérequis ; une question de contrôle de l’attention ; les pratiques déclarées en fréquence ; le manuel et les ressources ; le temps et les contraintes ; l’évaluation ; le manuel numérique ; la formation. Huit questions ouvertes recueillent notamment des propos d’élèves et des erreurs de copies, codés sur la grille des sept obstacles. Il a été diffusé en ligne du 2 au 31 mars 2026, avec deux relances, et a recueilli 140 réponses.

Le questionnaire élèves, instrument B4, s’adresse à des élèves de tronc commun, un an après le chapitre, pour une passation de douze minutes. Sa section C propose pour chacun des sept obstacles deux formulations, l’une correcte, l’autre porteuse de l’obstacle, et une modalité « je ne sais pas » : le codage à trois modalités est le seul qui distingue l’élève qui ignore de l’élève qui se trompe. Il a été passé en classe, sur les postes de la salle multimédia ou les téléphones, sous la supervision de l’enseignant de SVT de chaque classe et jamais du chercheur, en quatre séances, une par classe, dans deux lycées, du 10 au 22 mars 2026 ; trois élèves ont répondu hors séance, par un lien (chapitre 10). Il a recueilli 131 réponses.

Les entretiens, guide B7, ont été conduits avec cinq enseignants volontaires parmi les répondants de B2, choisis pour la diversité de leurs situations, milieu rural, semi-urbain et urbain, quatre académies, deux à neuf ans d’ancienneté. Le guide comporte quatre thèmes, le chapitre tel qu’il est enseigné et ce que les élèves comprennent le moins, le manuel, les conditions matérielles, le numérique, pour vingt-cinq à trente-cinq minutes (de 24 à 36 minutes en pratique) par téléphone ou en visioconférence. Les questions ont été posées en français ; les enseignants ont répondu en arabe marocain, et la transcription a été traduite en français par le chercheur. Cinq entretiens ont suffi : les thèmes sont revenus au cinquième sans élément nouveau sur les trois premiers thèmes, et le quatrième, le numérique, est couvert par les items H

du questionnaire. Les enregistrements ont été supprimés immédiatement après vérification de chaque transcription, à la date consignée en tête du document : c'est la condition que plusieurs enseignants ont posée pour accepter d'être enregistrés, et le chercheur s'y est engagé.

Un quatrième instrument précède ces trois-là. La micro-enquête d'usage B1, huit questions prévues pour moins de cinq minutes de passation, a été diffusée en ligne du 9 au 28 février 2026 et a recueilli 92 réponses d'enseignants de SVT du collégial. Sa durée de passation n'a pas été chronométrée avant la diffusion, et la liste des manuels proposée à sa troisième question n'a pas été vérifiée sur une liste officielle des manuels homologués. Cette enquête remplit deux fonctions : elle fournit le profil d'usage sélectif du manuel, partie par partie, qui se croise avec les registres de la grille d'analyse des manuels ; et elle constitue le vivier de recrutement de B2 et des entretiens, par sa question finale de recontact. Deux instruments du bloc B ne sont pas mobilisés : le questionnaire enseignants B3 et le questionnaire étudiants B5 portaient sur la deuxième année du baccalauréat et sont versés au dossier des instruments écartés, avec leur motif.

VN-Ch07-2 : Règles de nommage, de codage et de nettoyage du bloc B

Complément du chapitre 7, section 7.3.4

7.3.4. Les enquêtes du bloc B et les entretiens

L'analyse des manuels dit ce que les manuels font ; elle ne dit pas ce que les enseignants en font, ni ce que les élèves en retiennent. Le bloc B complète l'étude 3 sur ces deux points avec une micro-enquête d'usage, deux questionnaires et un guide d'entretien, dont un document de dépouillement, non reproduit, fixe le nommage, le codage et les règles de nettoyage ; le seuil de la règle de durée R3 a été défini après le recueil (chapitre 10).

Renvoi du volume : les règles R1 à R5 sont énoncées en VN-Ch10-8, dans le paragraphe qui appelle le tableau VN-34, dans ce tableau et dans sa note.

VN-Ch07-3 : Mise en cohérence des instruments avec le devis retenu

Complément du chapitre 7, section 7.4.1

7.4.1. La mise en cohérence de la boîte à outils

Les seize instruments constitués avant la révision du devis ont fait l'objet d'un examen systématique. Le tableau VN-17 en donne le résultat, instrument par instrument.

Tableau VN-17 : Mise en cohérence des instruments avec le devis retenu.

Instrument	Décision	Adaptation
Journal de bord de l'enseignant	Conservé	Formulaire en ligne, une entrée hebdomadaire, cinq entrées attendues, relance en fin de semaine
Fiche d'observation en classe	Écarté	L'observation directe n'est pas substituable à distance. Remplacée par deux dispositifs, le relevé des traces d'usage et l'auto-observation guidée
Grille de réaction, enseignants et élèves	Conservé	Administrée par l'enseignant immédiatement après la séance, aux semaines 1, 3 et 5
Grille d'analyse de contenu et d'usages	Conservé	Analyse post-hoc des traces par le chercheur, sans adaptation
Questionnaire post-expérimentation, enseignants	Adapté	Durée d'usage ramenée de huit à cinq semaines dans tous les items ; décompte des items vérifié ; durée annoncée de vingt-cinq minutes
Questionnaire post-expérimentation, élèves	Adapté	Passation en ligne supervisée par l'enseignant participant et jamais par le chercheur ; même correction de durée ; aucune autorisation parentale n'a été recueillie (chapitre 6, 6.6.2)
Entretien semi-directif, enseignants	Conservé	En visioconférence, enregistrement après consentement explicite, enregistrement supprimé après vérification de la transcription
Focus group, élèves	Adapté	Un groupe de six élèves mineurs de la classe utilisatrice, en visioconférence, hors temps scolaire, enseignant présent à l'ouverture ; aucune autorisation parentale n'a été recueillie (chapitre 6, 6.6.2)
Grille d'évaluation experte, 76 critères	Conservé	Maintenue en un envoi unique ; une version fractionnée en quatre envois préparée pour le cas où le taux d'abandon l'exigerait
Test de connaissances T0 et T1	Créé	Absent de la boîte à outils. Sans lui, l'hypothèse H5 n'est pas testable. Spécification en 7.4.2 ; une seule version, pour la 3AC

Note. Les instruments des phases exploratoires non repris ici, notamment les entretiens d'inspecteurs de la phase 1, restent disponibles mais ne sont pas mobilisés par le devis retenu.

VN-Ch07-4 : Spécification du test de connaissances C3

Complément du chapitre 7, section 7.4.2

7.4.2. Le test de connaissances T0 et T1

La boîte à outils mesurait des perceptions, des usages et des réactions, mais aucune acquisition. Or l'hypothèse H5 énonce que cinq semaines d'usage produisent des effets mesurables sur l'engagement et la compréhension, et une compréhension ne se mesure pas par une déclaration de satisfaction. Ce test est le seul instrument créé lors de la mise en cohérence de la boîte à outils.

Une seule version est construite, pour la nutrition en troisième année du collégial. Une seconde version, pour la bioénergétique et le muscle en deuxième année du baccalauréat, avait été

rédigée avant le resserrement du périmètre ; elle est versée au dossier des instruments écartés sans avoir été administrée. Le test porte sur les contenus des trois chapitres de 3AC du prototype, les aliments, la digestion et l'éducation nutritionnelle, chaque item étant rattaché à l'activité du prototype qui le couvre, contrainte qui devait éviter d'attribuer à l'usage du manuel des acquisitions qu'il n'a pas travaillées. La classe utilisatrice n'a toutefois travaillé en classe que le chapitre « La digestion » : dix des vingt questions à choix multiple portent sur les deux autres chapitres, et le chapitre 9 en tient compte dans la lecture des scores.

Le format retenu associe vingt questions à choix multiple à quatre options dont une seule correcte, et deux questions ouvertes courtes portant sur l'explication d'un mécanisme, pour une durée de passation de vingt-cinq minutes. La répartition par niveau taxonomique est fixée à l'avance : huit items de restitution, huit items de compréhension et d'application, quatre items d'analyse. Le barème attribue un point par question à choix multiple et cinq points par question ouverte, soit un total sur trente. Cinq items comportent un distracteur révélateur correspondant à une conception documentée au chapitre 5, et la lettre choisie est relevée pour chaque item, et non le seul score. Une grille de correction est fournie à l'enseignant, qui corrige seul les copies et code les conceptions ; il connaît la classe de chaque copie, et la correction n'est donc pas aveugle, limite que le chapitre 9 déclare.

L'appariement entre T0 et T1 repose sur un code personnel attribué à chaque élève, sans nom, par l'enseignant, qui conserve seul la correspondance entre les codes et les élèves : il s'agit d'un pseudonymat, et aucune donnée nominative ne parvient au chercheur. Le même test est administré aux deux temps, l'ordre des items et celui des options étant permutés pour limiter l'effet de mémorisation de la forme.

Un point de méthode concerne la qualité des items. Après la passation en T0, l'indice de difficulté et l'indice de discrimination ont été calculés pour chaque item, et les items qui sortent des seuils retenus ont été écartés de l'analyse T0-T1 ; ces seuils ont été définis après le recueil (7.6.4). Aucun item n'a été réécrit entre les deux passations : modifier un item entre T0 et T1 aurait rendu la comparaison impossible.

Avant toute passation, le test a été relu par un enseignant de SVT expérimenté de l'établissement (7.6.1), qui s'est prononcé sur la conformité au programme, la clarté des énoncés et l'absence d'ambiguïté dans les options.

VN-Ch07-5 : Journal de bord, auto-observation guidée, grille de réaction et traces de la plateforme

Complément du chapitre 7, section 7.4.5

7.4.4. Le journal de bord et l'auto-observation guidée

Le journal de bord recueille, une fois par semaine et pendant dix à quinze minutes, ce que l'enseignant a fait du dispositif : les séances conduites, les fonctionnalités mobilisées, les incidents rencontrés, les contournements inventés, et ce qu'il modifierait. Il est le principal instrument de la dimension praxéologique, et sa périodicité hebdomadaire vise à saisir une évolution plutôt qu'un état.

L'auto-observation guidée remplace, avec ses limites, l'observation en classe abandonnée. L'enseignant renseigne, après deux séances qu'il choisit, une grille structurée qui appelle des éléments factuels et datés plutôt que des jugements : à quel moment de la séance le dispositif est intervenu, pendant combien de temps, pour quelle activité, ce que les élèves ont fait pendant ce temps, et ce qui s'est produit d'imprévu. La formulation des questions compte : demander « comment la séance s'est-elle passée » produit une appréciation, demander « combien de temps les élèves ont-ils manipulé le dispositif eux-mêmes » produit une donnée.

Ces deux instruments sont déclaratifs, et le chapitre 4 a rappelé avec Altet et Guibert (2014) que l'écart entre pratique déclarée et pratique observée constitue un fait empirique régulier. C'est pourquoi ils sont recoupés par les traces de la plateforme, qui ne dépendent d'aucune déclaration.

7.4.5. La grille de réaction et les traces de la plateforme

La grille de réaction est administrée immédiatement après la séance, en cinq minutes au plus, dans deux versions distinctes, l'une pour l'enseignant, l'autre pour les élèves. Elle recueille une réaction à chaud sur la fonctionnalité la plus utile, ce qui pourrait être amélioré et l'intention de réutiliser. Trois passations ont eu lieu, aux semaines 1, 3 et 5, ce qui permet de suivre un déplacement plutôt que de figer une opinion.

Les traces de la plateforme constituent la seule source non déclarative du dispositif. Elles portent sur la fréquence et la durée des connexions, les contenus consultés, les fonctionnalités effectivement mobilisées, les annotations et personnalisations produites, et les parcours de navigation. La grille d'analyse de contenu et d'usages organise leur exploitation post-hoc par le chercheur.

Deux précautions accompagnent ce recueil. La première est éthique : pendant l'étude 2, les comptes étaient ouverts par un code de classe et un code personnel, sans aucun nom, si bien que les traces relèvent d'un pseudonymat, l'enseignant seul pouvant relier un code à un élève ; leur recueil est annoncé à l'enseignant dans la fiche G2, et aucun relevé individuel n'est communiqué à un tiers. La seconde est interprétative : une trace atteste d'un accès, non d'un usage pédagogique. Un chapitre consulté pendant douze minutes peut avoir été travaillé ou laissé ouvert. Les traces établissent donc des bornes et non des faits d'usage, et elles ne prennent leur sens que croisées avec le journal et l'auto-observation.

7.8. Le calendrier du terrain

Trois points de contrôle ont jalonné cette séquence. Les instruments ont été figés avant le T0, sans pré-test : aucune modification n'a été admise une fois le T0 engagé. Après le T0, le taux de présence a été vérifié dans les deux classes, 34 élèves sur 36 et 36 sur 38, soit plus de neuf élèves sur dix dans chaque classe. En cours d'usage, un journal non rempli le dimanche soir déclenchait une relance le lundi ; une seule relance a été nécessaire, en semaine 2.

VN-Ch07-6 : La grille d'évaluation experte F1 et la question du fractionnement

Complément du chapitre 7, section 7.5.1

7.5. L'instrument de l'étude 4

7.5.1. La grille d'évaluation experte

L'étude 4 confie l'évaluation du dispositif à des experts extérieurs à sa conception, au moyen d'une grille de soixante-seize critères organisés en quatre dimensions et seize sous-dimensions.

La première dimension, pédagogique, couvre le contenu, la progression, l'interactivité et l'engagement, la différenciation et l'évaluation. La deuxième, technique, couvre l'ergonomie et l'interface, l'accessibilité, la performance et la fiabilité, et la compatibilité avec les équipements disponibles. La troisième porte sur l'organisation de l'information, la navigation et la recherche, et la médiation documentaire. La quatrième porte sur la personnalisation, la flexibilité d'usage, la collaboration et le partage, et l'autonomie de l'utilisateur.

Cette structure, qui n'a pas été construite pour la circonstance, recoupe pourtant le cadre de la partie II. La troisième dimension correspond à la dimension documentaire du chapitre 3, et la quatrième décline les conditions de l'appropriation au sens du chapitre 4 : maîtrise, intégration

aux pratiques, possibilité de création. La grille permet donc de faire juger par des tiers, sur des critères observables, ce que le cadre théorique avait posé comme constitutif du dispositif.

Chaque critère est coté sur une échelle en quatre niveaux, de l'insuffisant à l'excellent, assortie d'une modalité « non applicable ». Le choix d'une échelle paire est délibéré : il interdit le refuge dans une position médiane et oblige l'évaluateur à se prononcer dans un sens ou dans l'autre. Chaque dimension se clôt par un espace de commentaire libre, dont les réponses sont analysées au chapitre 14 à côté des cotations.

Le panel visait douze à quinze experts répartis sur quatre profils : des enseignants expérimentés du niveau concerné, des inspecteurs pédagogiques, des chercheurs en didactique des sciences ou en sciences de l'information et de la communication, et des concepteurs de ressources numériques éducatives. Seize experts ont été sollicités en octobre 2026, treize ont accepté et dix ont achevé la grille au cours du mois : quatre enseignants, deux chercheurs en didactique, deux en sciences de l'information et de la communication, et deux concepteurs. Le formulaire F1 n'a recueilli, pour chaque expert, que son profil et son ancienneté dans ce profil. Aucun des trois inspecteurs sollicités n'a achevé le formulaire, absence que le chapitre 14 signale comme une limite du jugement de conformité au cadre prescrit. Les experts ont examiné le prototype figé avant l'usage, celui que la classe utilisatrice de l'étude 2 a employé ; l'écart entre cet état et la version du dispositif décrite au chapitre 14 explique certains de leurs commentaires. L'effectif minimal opérationnel fixé à l'avance par le document F3 est de dix experts, avec au moins deux experts par profil. Le premier seuil est atteint, le second ne l'est pas pour les inspecteurs, dont aucun ne figure dans le panel. La diversité des profils, qui donne son sens à l'exercice, est donc incomplète.

7.5.2. La question du fractionnement

Soixante-seize critères représentent une durée de passation que l'expérience des enquêtes en ligne situe au-delà du seuil d'abandon habituel. Deux options se présentaient : réduire le nombre de critères, ou fractionner la passation.

La réduction a été écartée parce qu'elle supposerait d'arbitrer entre des critères dont la pertinence n'a pas encore été éprouvée, arbitrage qu'aucune donnée ne permet aujourd'hui de fonder. Le dispositif retenu est donc le maintien de la grille complète en un envoi unique, assorti d'une version fractionnée en quatre envois espacés, préparée à l'avance pour le cas où le taux d'abandon du premier envoi dépasserait le tiers. Cette solution conservait l'information et reportait le risque sur la logistique plutôt que sur le contenu. La version fractionnée, préparée

dans le document F2, n’a pas été déclenchée : la grille complète a été administrée en un seul envoi.

VN-Ch07-7 : Paramètres des analyses de sensibilité, cohérence interne et indices des items

Complément du chapitre 7, section 7.7.1

7.6.2. Absence de pré-test et cohérence interne

La cohérence interne des échelles est estimée par le coefficient alpha de Cronbach (1951), calculé par sous-échelle et non pour l’instrument entier, un alpha global sur un questionnaire multidimensionnel n’ayant guère de sens. La valeur de 0,70 sert de repère usuel de lecture. Faute de pré-test, les coefficients ont été calculés après le recueil, sur les effectifs complets, et ils sont rapportés au chapitre 9.

7.6.4. Qualité des items du test de connaissances

La quatrième question est propre au test d’acquisition. Après la passation en T0, chaque item fait l’objet de deux indices classiques. L’indice de difficulté rapporte le nombre de réponses correctes à l’effectif : un item réussi par la quasi-totalité ou échoué par la quasi-totalité n’apporte aucune information discriminante. L’indice de discrimination, estimé par la corrélation point-bisériale corrigée, mesure la capacité de l’item à séparer les élèves qui réussissent l’ensemble du test de ceux qui y échouent : un item que les meilleurs réussissent moins souvent que les plus faibles est un item défectueux.

7.7.1. Traitement des données quantitatives

Des analyses de sensibilité accompagnent ces traitements. Elles ont été définies après le recueil, au moment des analyses, et elles ne modifient aucun critère : elles disent la solidité des résultats. Le rééchantillonnage avec remise (Efron et Tibshirani, 1993), 5 000 tirages au même effectif et à graine fixée, éprouve la stabilité des classements et des moyennes ; pour l’accord entre experts, ce sont les critères et non les experts qui sont rééchantillonnés, la duplication d’un expert gonflant artificiellement l’accord. Un test de permutation, sur 10 000 permutations des étiquettes de classe, éprouve l’écart entre les deux classes de l’étude 2 sans hypothèse de distribution. Une analyse multivers (Steegen et al., 2016) rapporte ensemble tous les choix défendables de score et de modèle. La sensibilité à l’effet de grappe recalcule l’erreur type de

l’écart entre classes en la multipliant par l’effet de plan, pour des corrélations intraclasses de 0 à 0,30, puisqu’une classe par condition ne permet pas d’estimer cette corrélation.

La puissance, estimée par simulation, et l’effet minimal détectable servent à lire les résultats nuls : une absence de différence n’est jamais rapportée sans l’effet que l’effectif permettait de détecter. Les comparaisons multiples sont corrigées par la méthode de Holm (1979), famille de tests par famille de tests. La règle de nettoyage R3, qui écarte les réponses à durée de passation trop courte, est enfin éprouvée à plusieurs seuils, de zéro au quart, au tiers et à la moitié de la durée médiane. Une réserve vaut pour toutes ces analyses : elles mesurent la stabilité face aux fluctuations d’échantillonnage, jamais le biais de recrutement.

Chapitre 8. Étude 1 : les déterminants de l’acceptation du manuel numérique

VN-Ch08-1 : Profil sociodémographique et professionnel des 250 répondants

Complément du chapitre 8, section 8.2.1

L’étude porte sur deux cent cinquante enseignants de sciences de la vie et de la terre exerçant dans des établissements publics du secondaire, répartis dans plusieurs régions du Maroc et dans des contextes urbains comme ruraux. L’échantillon comprend des enseignants en poste et des enseignants stagiaires inscrits dans un centre régional des métiers de l’éducation et de la formation. L’ancienneté a été recueillie en quatre classes. Dans le formulaire administré, les deuxième et troisième classes sont libellées « Entre 5ans et 10ans » et « Entre 5ans et 15ans » et se chevauchent ; les classes rapportées dans ce chapitre sont celles de l’article. Le tableau VN-18 présente le profil des répondants.

Tableau VN-18 : Profil sociodémographique et professionnel des 250 enseignants répondants.

Variable	Modalités
Secteur d’exercice	Public exclusivement
Contexte	Urbain et rural
Implantation	Plusieurs régions du Royaume
Statut	Enseignants en poste et enseignants stagiaires en centre régional des métiers de l’éducation et de la formation
Ancienneté dans le métier	Moins de 5 ans ; de 5 à 10 ans ; de 10 à 15 ans ; plus de 15 ans
Usage antérieur d’un manuel numérique	Oui ou non Recueilli, non exploité dans l’article

Note. Source : Ait-Ouaali et al. (2027b). La dernière ligne signale l’indicateur d’adoption dont la section 8.1.2 établit qu’il n’a pas été analysé.

VN-Ch08-2 : Composition du questionnaire de l’étude 1

Complément du chapitre 8, section 8.2.2

Le questionnaire, auto-administré, comporte douze items de mesure répartis en quatre construits, précédés de deux items de signalement. Les items ont été adaptés d’instruments validés (Antonietti et al., 2022 ; Scherer et al., 2019) puis contextualisés pour l’enseignement secondaire marocain. Le tableau VN-19 en donne la composition.

Tableau VN-19 : Composition du questionnaire de l’étude 1, par construit.

Construit	Code	Énoncé de l’item	Réponse
Signalement	EXP	Années d’expérience en enseignement des SVT	Quatre classes, dont deux se chevauchent
	USE	**Avez-vous déjà utilisé un manuel numérique en classe ?**	**Oui ou non**
Utilité pédagogique perçue	PU1	Les manuels numériques améliorent la compréhension des élèves	Likert à 5
	PU2	Ils motivent davantage les élèves	Likert à 5
	PU3	Ils enrichissent mes pratiques pédagogiques	Likert à 5
Facilité d’usage perçue	PEOU1	Les manuels numériques sont faciles à utiliser	Likert à 5
	PEOU2	Leur interface est claire et bien organisée	Likert à 5
	PEOU3	Je peux les intégrer facilement dans mes cours	Likert à 5
Formation et compétence	TC1	J’ai reçu une formation sur les outils numériques pour l’enseignement	Likert à 5
	TC2	Je me sens capable d’utiliser un manuel numérique en classe	Likert à 5
	TC3	Je sais adapter les ressources numériques au niveau de mes élèves	Likert à 5
Intention d’usage	IU1	J’ai l’intention d’utiliser régulièrement les manuels numériques	Likert à 5
	IU2	Je recommanderais leur usage à mes collègues	Likert à 5
	IU3	Ils devraient être intégrés officiellement dans l’enseignement des SVT	Likert à 5

Note. Énoncés du formulaire administré (annexe A), ponctuation finale omise ; les classes d’ancienneté du formulaire se chevauchent (8.2.1). L’item USE, en gras, est celui qui renseigne l’étage de l’adoption.

VN-Ch08-3 : Scores des deux manuels numériques par dimension

Complément du chapitre 8, section 8.4.2

Le tableau VN-20 présente les scores obtenus par les deux manuels sur chacune des cinq dimensions, et la figure VN-4 en donne la lecture comparée, chaque dimension étant ramenée au pourcentage de son maximum pour rendre les cinq comparables entre elles.

Tableau VN-20 : Évaluation critériée de deux manuels numériques de SVT, scores par dimension.

Dimension	Critères	Maximum	Manuel A	Manuel B
Qualité pédagogique	5	25	17	24
Richesse multimédia	4	20	13	20
Accessibilité et ergonomie	4	20	15	20
Pertinence scientifique et mise à jour	3	15	11	15

Intégration pédagogique	4	20	13	20
Total	**20**	**100**	**69**	**99**

Note. Chaque critère est coté de 1 à 5 ; le score de dimension est la somme des scores de ses critères. Le maximum de la première dimension est de 25 et non de 20 : le tableau publié portait sur ce point une étiquette erronée, corrigée ici, le total général étant de 100 et non de 95. Les scores eux-mêmes sont inchangés.

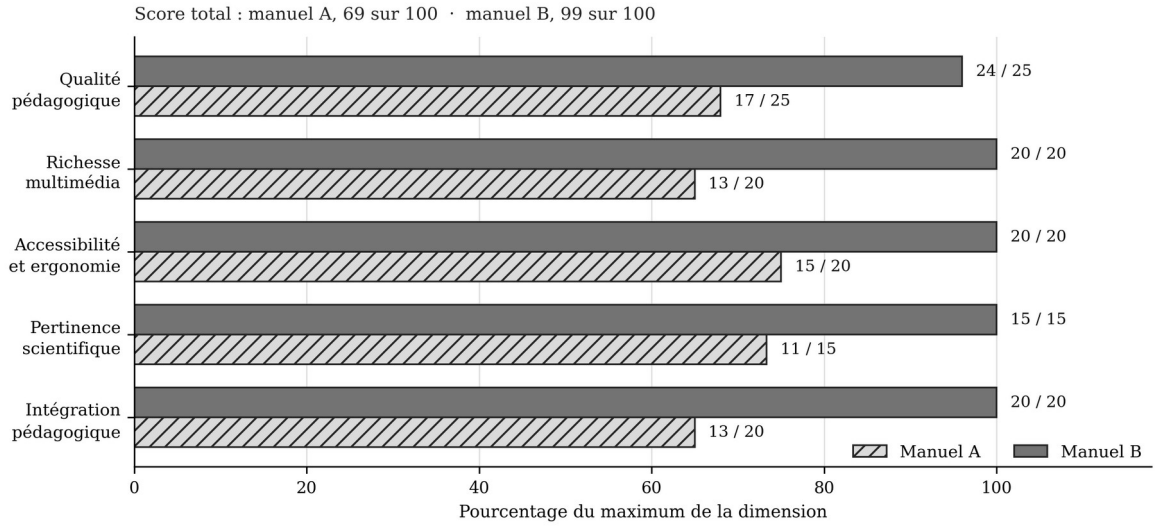


Figure VN-4 : Profil comparé des deux manuels numériques de SVT, par dimension.

VN-Ch08-4 : Synthèse des entretiens par profil de répondant

Complément du chapitre 8, section 8.5.2

Le tableau de synthèse publié avec l'étude apporte un élément que le questionnaire ne pouvait pas produire : il rapporte, profil par profil, l'usage déclaré, les avantages et les inconvénients perçus, la formation reçue, l'accessibilité de l'infrastructure et les suggestions formulées. Le tableau VN-21 en reprend le contenu.

Tableau VN-21 : Synthèse des entretiens, par profil de répondant.

Profil	Années	Usage	Avantages perçus	Freins perçus	Formation	Suggestion formulée
Enseignant, public	18 ans	Oui	Interactivité, gain de temps	Manque d'équipement, surcharge cognitive	Autoformation	Renforcer la formation, améliorer la connexion
Enseignant, privé	6 ans	Oui	Motivation des élèves, visuels attractifs	Connexion instable, absence de formation	Aucune	Créer des versions allégées pour faible débit
Inspecteur	25 ans	Oui	Mises à jour rapides, alignement institutionnel	Hétérogénéité des plateformes	Ministérielle	Normaliser les supports à l'échelle nationale
Enseignant, public	**12 ans**	**Non**	**Potentiel pédagogique reconnu**	**Non encore identifiés**	**Aucune**	**Fournir des kits de soutien technique et pédagogique**

Coordonnateur pédagogique	15 ans	Oui	Meilleure individualisation des apprentissages	Risque de distraction, fatigue visuelle	Interne à l'établissement	Promouvoir la co-construction des contenus
Enseignant, privé	8 ans	Oui	Accès facile aux ressources	Interface parfois peu intuitive	Académique	Développer des tutoriels et des ressources prêtes à l'emploi

Note. Traduction et mise en forme établies pour le manuscrit à partir du tableau de synthèse publié. La ligne en gras est commentée ci-dessous.

VN-Ch08-5 : Triangulation des trois sources de l'étude 1

Complément du chapitre 8, section 8.6.1

Le tableau VN-22 croise les trois sources de l'étude 1 selon les cinq thèmes sur lesquels elles se rencontrent.

Tableau VN-22 : Triangulation des trois sources de l'étude 1.

Thème convergent	Questionnaire	Entretiens	Analyse des manuels	Étage de la chaîne
L'utilité perçue porte l'intention	Utilité à 4,22 ; rhô de 0,325 avec l'intention	Interactivité, gain de temps, motivation des élèves	Alignement curriculaire et clarté scientifique élevés dans les deux manuels	Acceptation
L'utilisabilité varie et peut bloquer	Facilité à 3,10 ; rhô de 0,298	Interfaces peu intuitives ; perte de contrôle de la classe	Manuel B nettement supérieur en ergonomie, 20 contre 15	Acceptabilité et acceptation
La formation conditionne sans suffire	Formation reçue à 2,08 ; rhô de 0,265	Formation absente, théorique, sans suivi	Manuel B seul offre des outils de suivi et de personnalisation	Acceptation et adoption
L'infrastructure limite l'usage soutenu	Différences significatives selon l'ancienneté sur les quatre construits	Connectivité et équipement, surtout en rural	Manuel A peu adapté aux faibles débits et aux appareils divers	Adoption
La résistance n'est pas technique	Non mesuré	Surcharge cognitive, temps d'écran, perte de contrôle	Non mesuré	Appropriation

Note. La dernière ligne porte deux mentions « non mesuré » : le thème qui compte le plus pour la suite du travail n'est documenté que par une source sur trois.

Chapitre 9. Étude 2 : le dispositif MANARA en classe

VN-Ch09-1 : Examen des items et anomalies de saisie des questions ouvertes

Complément du chapitre 9, section 9.1

Avant toute comparaison, les vingt items à choix multiples du test ont été examinés sur les copies de T0, comme le prévoit le plan d'analyse (section 7.4.2). Sept items sortent des seuils, définis après le recueil (difficulté entre 0,20 et 0,90, corrélation point-bisériale corrigée d'au moins 0,20) : Q2, Q3, Q4, Q8, Q17, Q18, Q20. Ils ont été retirés des deux temps. Le score porte donc sur 13 items et les deux questions ouvertes, soit 23 points ; le sous-score d'analyse ne repose plus que sur un item et n'est pas interprété. La fidélité KR-20 sur T0 vaut ,71 sur les vingt items et ,73 sur les treize retenus. Les absences de réponse et les réponses multiples ont été codées 0. Le test porte sur les trois chapitres de 3AC du prototype, alors que la classe utilisatrice n'a travaillé en classe, sur la plateforme, que le chapitre « La digestion » : selon le tableau de spécification du test, six des treize items retenus, Q1, Q7, Q9, Q10, Q15 et Q16, portent sur les deux autres chapitres, consacrés aux aliments et à l'éducation nutritionnelle. Un écart sur ces items ne peut pas être rapporté au chapitre utilisé ; le score total et les sous-scores, qui les incluent, se lisent donc avec cette réserve, et le présent chapitre ne sépare pas les scores par chapitre du prototype.

Deux anomalies du fichier sont à déclarer. Les points des deux questions ouvertes comportent des demi-points dans environ la moitié des copies. La grille de correction (C5) autorise un demi-point, une seule fois par copie, pour un élément formulé en termes vagues : l'écart à la grille porte sur les copies qui en comptent davantage, dont le nombre n'est pas établi ici. Le corrigé du test compte en outre des éléments à 0,5 et à 1,5 point, si bien que les totaux saisis ne permettent pas d'isoler ces demi-points. Les valeurs ont été conservées telles quelles et chaque analyse est doublée d'une analyse sur les seuls items à choix multiples, que cette anomalie ne touche pas. Aucune double correction des copies n'a été conduite : l'accord entre correcteurs ne peut pas être calculé, et cette limite est reprise au chapitre 11. Les copies ont été corrigées et les conceptions codées par l'enseignant, qui savait à quelle classe chaque copie appartenait. C'est dans ces conditions qu'ont été obtenus les résultats des élèves, rapportés en 9.2.

VN-Ch09-2 : Scores au test de connaissances, sous-scores compris

Complément du chapitre 9, section 9.2.2

Les deux classes progressent, ce qui est attendu puisque toutes deux ont étudié le chapitre. Le gain moyen est de 5,64 points en 3AC-3, IC 95 % [4,32 ; 6,96], $t(31) = 8{,}73$, $p < ,001$, $dz = 1{,}54$, et de 2,01 points en 3AC-6, IC 95 % [0,91 ; 3,12], $t(33) = 3{,}71$, $p < ,001$, $dz = 0{,}64$. Le tableau VN-23 détaille les sous-scores. En 3AC-3, la progression porte surtout sur la compréhension-application ($dz = 1{,}10$) et sur les questions ouvertes ; en 3AC-6, le gain en compréhension-application est faible ($dz = 0{,}35$) et celui en restitution n'est pas significatif. Les tests de Wilcoxon conduits en contrôle donnent les mêmes conclusions.

Tableau VN-23 : Scores au test de connaissances à T0 et T1 et gain dans chaque classe (élèves appariés).

Score	Classe	n	M T0	M T1	Gain	IC 95 % du gain	dz	p
Score total (23)	3AC-3	32	8,02	13,66	5,64	4,32 à 6,96	1,54	< ,001
	3AC-6	34	9,15	11,16	2,01	0,91 à 3,12	0,64	< ,001
QCM retenus (13)	3AC-3	32	4,88	8,22	3,34	2,25 à 4,43	1,11	< ,001
	3AC-6	34	5,53	6,50	0,97	0,10 à 1,84	0,39	,030
Restitution (4)	3AC-3	32	2,16	2,94	0,78	0,34 à 1,23	0,63	,001
	3AC-6	34	2,38	2,71	0,32	−0,12 à 0,77	0,25	,148
Compréhension (8)	3AC-3	32	2,59	4,88	2,28	1,53 à 3,03	1,10	< ,001
	3AC-6	34	2,79	3,47	0,68	0,00 à 1,35	0,35	,049
Questions ouvertes (10)	3AC-3	32	3,14	5,44	2,30	1,53 à 3,06	1,08	< ,001
	3AC-6	34	3,62	4,66	1,04	0,36 à 1,73	0,54	,004

Note. *t* de Student apparié ; *dz* = gain moyen divisé par l'écart-type des gains. Le sous-score d'analyse (un item) n'est pas rapporté.

VN-Ch09-3 : Gain de réussite item par item

Complément du chapitre 9, section 9.2.3

9.7. Compléments descriptifs

9.7.1. Les items du test, classe par classe

La figure VN-5 détaille le gain de réussite à chacun des vingt items dans les deux classes, y compris les sept items retirés du score. Le gain de 3AC-3 dépasse celui de 3AC-6 sur 15 items sur 20, test du signe $p = ,041$. Les écarts les plus grands portent sur des items de compréhension et d'application (Q11, Q14, Q10, Q13) et sur Q6 et Q19, où la classe de comparaison recule.

Dans 3AC-3, deux items de compréhension progressent significativement après correction de Holm sur les vingt items, Q11 (21,9 % puis 71,9 %) et Q14 ; dans les deux classes, l'item d'analyse Q17, retiré pour sa difficulté initiale, progresse fortement. Cinq items vont dans l'autre sens, dont Q5, une question de restitution, où 3AC-6 progresse nettement plus. Le profil confirme celui du score : l'écart tient d'abord à la compréhension.

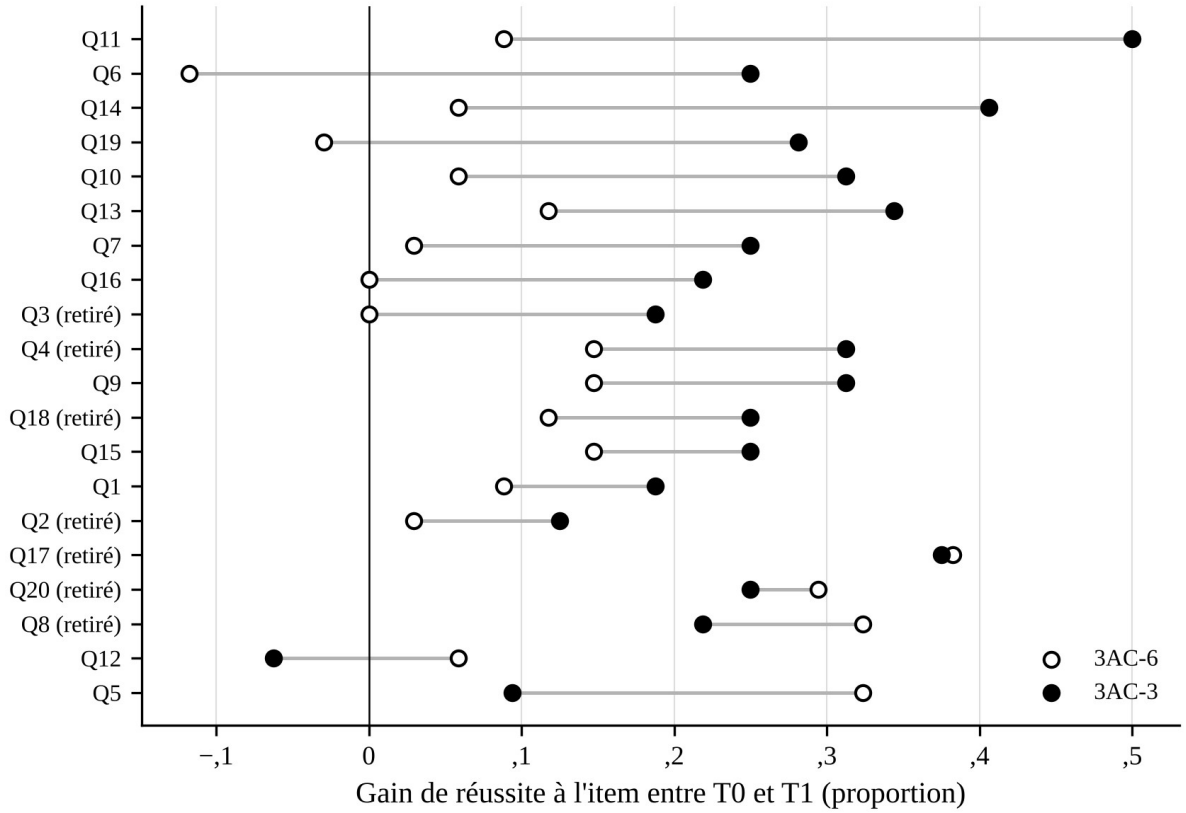


Figure VN-5 : Gain de réussite entre T0 et T1 à chacun des vingt items du test C3, dans les deux classes (élèves appariés), items triés par écart entre classes.

VN-Ch09-4 : Proportions d'élèves choisissant chacun des distracteurs révélateurs

Complément du chapitre 9, section 9.2.4

Cinq distracteurs du test sont conçus pour révéler un obstacle. La figure VN-6 montre la proportion d'élèves qui les choisissent à chaque temps. Les cinq reculent dans les deux classes, mais davantage en 3AC-3, de 18,7 à 40,6 points, qu'en 3AC-6, de 8,8 à 20,6 points. Après correction de Holm sur les dix tests de McNemar, un seul recul reste significatif, celui du distracteur 14b en 3AC-3 (de 50,0 % à 9,4 %, 14 élèves l'abandonnent et 1 l'adoptent, *p* corrigé = ,010). L'item 18 a été retiré du score par l'analyse d'items mais son distracteur reste exploitable pour les conceptions. Son énoncé comporte la même imprécision que celle du cours,

relevée au chapitre 13 : il fait apparaître du glucose dans l'eau extérieure après la seule action de l'amylase sur l'amidon, alors que l'amylase conduit l'amidon au maltose. La bonne réponse, qui porte sur le passage des petites molécules issues de la digestion, n'en dépend pas ; l'item est reproduit en annexe D tel qu'il a été administré.

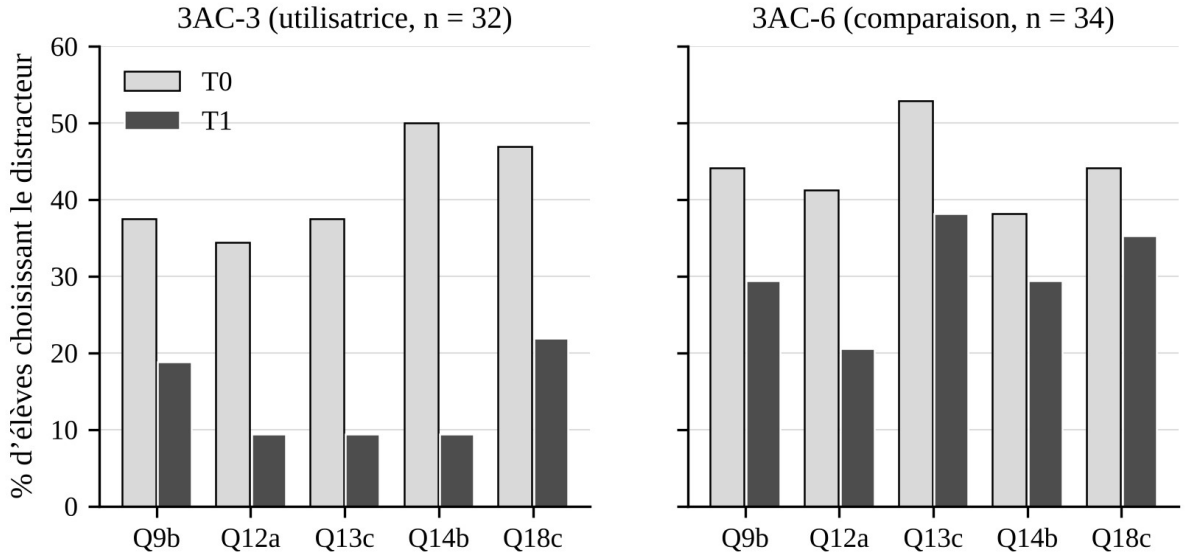


Figure VN-6 : Proportion d'élèves choisissant chacun des cinq distracteurs révélateurs, à T0 et à T1, dans les deux classes.

VN-Ch09-5 : Recul des conceptions et prévalence des obstacles chez les élèves de B4

Complément du chapitre 9, section 9.2.4

9.7.2. Recul des conceptions et fréquence chez les élèves de B4

Une question relie les études 2 et 3 : les obstacles les plus fréquents chez les élèves de tronc commun (B4) sont-ils ceux qui reculent le moins entre les deux passations du test C3 ? Elle ne figure pas au plan d'analyse du chapitre 7 et elle est traitée ici à titre exploratoire, comme les croisements de la section 10.19. La comparaison n'est possible que pour les quatre obstacles qui ont un code de conception dans les questions ouvertes du test : le broyage (O1), l'intérieur du tube (O2), l'enzyme assimilée à un acide (O4) et le finalisme (O6). Les distracteurs à choix multiples ne sont pas utilisables ici, faute de table de correspondance entre distracteurs et obstacles dans les fichiers. Le tableau VN-24 met en regard les deux mesures.

Tableau VN-24 : Recul des codes de conception entre T0 et T1 et prévalence des mêmes obstacles dans B4.

Obstacle	Classe	% T0	% T1	Recul net	Abandons	Adoptions	Prévalence B4 %
O1 (BRO)	3AC-3	50,0	21,9	28,1	11	2	48,1
	3AC-6	52,9	23,5	29,4	12	2	
O2 (TOP)	3AC-3	15,6	3,1	12,5	5	1	37,2
	3AC-6	23,5	5,9	17,6	8	2	
O4 (ACI)	3AC-3	50,0	40,6	9,4	7	4	55,0
	3AC-6	55,9	20,6	35,3	16	4	
O6 (FIN)	3AC-3	46,9	43,8	3,1	11	10	57,1
	3AC-6	41,2	14,7	26,5	12	3	

Note. Recul net en points de pourcentage. Abandons et adoptions : élèves qui perdent ou acquièrent le code entre T0 et T1. Codes relevés par l'enseignant, non en aveugle.

Dans la classe utilisatrice, la réponse est oui en tendance : les deux conceptions qui reculent le moins, le finalisme (3,1 point) et l'enzyme assimilée à un acide (9,4 points), sont les deux plus répandues chez les élèves de B4, et l'ordre des quatre obstacles concorde presque ($\rho = -,80$ entre recul et prévalence). Dans la classe de comparaison, ce lien n'apparaît pas ($\rho = ,40$). Avec quatre obstacles, ces coefficients sont des indications et non des tests. Le finalisme appelle une remarque supplémentaire : en 3AC-3, onze élèves l'abandonnent et dix l'adoptent entre les deux temps. Ce va-et-vient laisse penser que le code est instable, soit chez les élèves, soit dans le codage, et invite à ne pas lire son faible recul comme une résistance établie. La section 10.19 du chapitre 10 met ces codes en regard du traitement des mêmes obstacles dans les neuf manuels du corpus et de leur prévalence chez les élèves de tronc commun.

VN-Ch09-6 : Engagement déclaré : items posés aux élèves avant et après usage

Complément du chapitre 9, section 9.2.5

Les grilles de réaction remplies en fin de séance aux semaines 1, 3 et 5 (S1, S3, S5) montrent une envie de réutiliser le dispositif stable entre S1 et S3 (54,5 % puis 55,9 % de « oui ») et plus forte en S5 (81,2 %). Chez les 29 élèves présents aux trois passations, la variation est significative, Q de Cochran(2) = 7,30, $p = ,026$, $W = ,13$. La proportion d'élèves qui se sont sentis perdus culmine en S3, semaine de la panne de connexion (38,2 %), puis tombe à 9,4 % en S5, $Q(2) = 7,60$, $p = ,022$. La fonctionnalité préférée passe de l'animation (S1) aux exercices (S3) puis à la simulation (S5).

Les items posés avant et après usage aux mêmes élèves (30 paires) varient peu. Aucun ne change de façon significative après correction de Holm sur les huit comparaisons ; la fréquence déclarée des exercices est celle qui augmente le plus (*M* de 2,50 à 3,07, *p* non corrigé = ,015, *p* corrigé = ,118), et l'idée que le numérique aide à comprendre reste au même niveau (3,63 puis 3,70). Après usage, les élèves se disent satisfaits (*M* = 4,00 sur 5) et donnent au dispositif une note moyenne de 7,61 sur 10 ; 24 sur 31 veulent continuer à l'utiliser et 20 préfèrent combiner papier et écran. Ils jugent que le professeur expliquait ce qu'on voyait à l'écran (*M* = 4,29) bien plus que le manuel n'expliquait seul (*M* = 2,74), et disent peu avoir utilisé le manuel à leur façon (*M* = 2,48). Le score de charge cognitive perçue est bas (*M* = 2,43), mais sa fidélité est faible (α = ,54).

VN-Ch09-7 : Croisements exploratoires de l'étude 2

Complément du chapitre 9, section 9.2.5

9.8. Analyses exploratoires

Cinq croisements non prévus par le plan d'analyse ont été conduits sur les élèves de 3AC-3 (tableau VN-25). Aucun n'est significatif, avant ou après correction de Holm. Le gain au test n'est lié ni à l'aide perçue lors des séances, ni à l'envie de réutiliser le dispositif, ni à l'usage hors cours déclaré ; les élèves qui l'ont ouvert chez eux ne progressent pas davantage (médiane de 5,5 points contre 7,0). L'aisance numérique déclarée avant usage tend à annoncer la facilité d'usage déclarée après, ρ = ,35, *p* = ,060. Avec 30 élèves, seules des associations d'environ ,50 ou plus pouvaient être détectées : ces résultats nuls ne disent pas que les liens sont absents.

Tableau VN-25 : Croisements exploratoires de l'étude 2 (élèves de 3AC-3), avec correction de Holm.

Croisement	*N*	Statistique	*p*	*p* Holm	Effet
Aide perçue moyenne sur les séances (D4 q1) et gain au test	31	ρ = −,07	,727	1,000	
Part des séances avec envie de réutiliser (D4 q5) et gain	31	ρ = ,17	,372	1,000	
Gain selon l'usage hors cours déclaré (E2 A6)	31	*U* = 100,0	,496	1,000	δ = −,15
Aisance numérique à T0 (C2 D1) et facilité d'usage à T1 (E2 B1)	30	ρ = ,35	,060	,300	
Appareil personnel (C2 B7) et usage hors cours (E2 A6)	30	$\chi^2(2) = 3,18$	,263	1,000	V de Cramér = ,33

Note. Analyses non prévues par le plan d'analyse. Gain = score T1 − score T0 sur 23. Khi-deux : valeur *p* par permutation (5 000 tirages).

VN-Ch09-8 : Réponses ouvertes des élèves et détail du focus group

Complément du chapitre 9, section 9.2.5

Le focus group précise ces chiffres. Les six élèves retiennent d'abord la simulation de la digestion de l'amidon, l'animation de l'absorption et les exercices refaits jusqu'au 10 sur 10. Une élève dit avoir compris, avec l'animation, « qu'il y a un mur et ça traverse le mur » ; une autre, avec la simulation, que l'amylase « c'est pas un acide ». Ils disent aussi les limites : trois semaines à regarder le professeur manipuler (« c'est comme le tableau mais en couleur »), des groupes de cinq devant un écran où un seul tient la souris, un texte entièrement en français, et l'accès à la maison : deux des six ne l'ont jamais ouvert chez eux, faute de téléphone ou de temps, et trois ne l'ont fait qu'une ou deux fois, deux sur un appareil emprunté et le troisième sur son propre téléphone, hors de chez lui, faute de connexion. Ces résultats portent sur les élèves ; la section 9.3 se tourne vers l'enseignant.

9.7.4. Les réponses ouvertes des élèves

Les cinq questions ouvertes posées aux élèves de 3AC-3 ont été codées de la même façon que celles de l'étude 3 ; le tableau VN-26 en donne les codes. Avant usage, les élèves attendent surtout des images et des vidéos ; après usage, ils demandent encore des vidéos, mais aussi l'arabe ou la darija, un fonctionnement sans connexion et plus d'exercices corrigés. Ceux qui ne l'ont pas utilisé hors de la classe invoquent d'abord l'absence d'appareil à eux. Les usages imprévus qu'ils décrivent sont sociaux (montrer, expliquer, travailler avec un proche) ou de révision. Les moments où ils se sont sentis perdus tiennent d'abord à des incidents techniques et à la navigation, rarement au contenu.

Tableau VN-26 : Codes des réponses ouvertes des élèves de 3AC-3 (C2, E2, D4).

Question	*n*	Codes (effectifs)
C2 E7 : ce que tu voudrais trouver dans un manuel numérique	23	images, couleurs, vidéos, animations (7); accès (maison, téléphone, hors ligne, gratuit) (4); arabe, darija, mots difficiles (3); exercices et corrections (2); résumés (1); jeux (1)
E2 A6 : ce qui t'a empêché de l'utiliser hors cours	12	pas d'appareil disponible (5); manque de temps (2); pas essayé ou préfère le cahier (2); connexion (1); refus familial (1); pas le lien (1)
E2 D4 : un usage que tu n'avais pas prévu	11	montrer ou expliquer à quelqu'un (3); réviser, copier, capturer (3); travail à la maison avec un proche (2); refaire jusqu'à réussir (2); ouvrir hors du temps prévu à l'école (1)
E2 E6 : la chose que tu changerais	20	vidéos, images, son (7); arabe, darija, voix, traduction (4); hors ligne, sans blocage, tablettes (4); plus d'exercices corrigés (3); jeux et récompenses (2); moins de texte (1)
D4 q4 : quand t'es-tu senti perdu	18	incident technique (6); moment de la séance seulement (5); navigation (4); contenu ou tâche (3)

Note. Une réponse peut recevoir plusieurs codes. Réponses sans avis, autres et vides non reprises. Codage par un seul codeur.

VN-Ch09-9 : Matrice semaine par dimension

Complément du chapitre 9, section 9.3.1

L'envie de réutiliser déclarée par l'enseignant passe de 4 à 3 puis 5 sur 5 en S1, S3 et S5 ; la courbe des élèves ne présente pas de creux en S3 mais s'élève nettement en S5. La gêne déclarée change de nature : la connexion en S1, aucune en S3, le temps de préparation en S5. Le tableau VN-27 ordonne ces observations semaine par semaine selon les dimensions de la grille d'analyse.

Tableau VN-27 : Matrice semaine par dimension, établie à partir du journal (D1) et de l'entretien (E3).

Semaine	Technique	Documentaire et sémiotique	Praxéologique	Anthropo-relationnelle
S1	Partage de connexion, deux coupures (5 min) ; stress	Schémas projetés et zoomés ; animation de la mastication revue à la demande	« La même chose que d'habitude » ; bilan dicté	Enseignant « attaché au câble » ; 4 élèves sur 34 manipulent
S2	Vidéoprojecteur pris par un collègue : une séance	Gain de temps sur le dessin des schémas	Cours au tableau ; animation reportée	« Pas à cause de moi » : crainte d'être jugé
S3	Panne de 20 min ; découverte du mode hors ligne	Exercices autocorrectifs projetés	Concours entre rangées, réponse à main levée	« Même ceux qui ne parlent jamais » répondent
S4	Deux postes bloqués ; groupes de cinq	Simulation manipulée ; glossaire recopié comme dictionnaire	Pas de cours magistral sur les enzymes ; l'enseignant passe entre les groupes	Dix minutes de discussion entre élèves ; un élève qui participait peu explique la simulation
S5	Fatigue, charge du journal	Éducation nutritionnelle sautée, remplacée par des étiquettes de produits	Évaluation intégrée pour réviser ; vidéo en arabe en complément	Les élèves demandent le lien pour réviser ; une élève prend le clavier

Note. Grille initiale du plan d'analyse (cinq dimensions), dimensions documentaire et sémiotique regroupées faute de place. Codage par le chercheur, codeur unique.

VN-Ch09-10 : Construits appariés du questionnaire enseignant avant et après usage

Complément du chapitre 9, section 9.3.3

9.3.3. Avant et après usage

Le tableau des construits appariés entre le questionnaire de septembre (C1) et celui de novembre (E1) est représenté à la figure VN-7. Aucun construit ne varie de deux points ou plus, seuil défini après le recueil pour commenter un écart chez un enseignant unique. Les écarts d'un point vont dans un sens lisible : la facilité d'utilisation et la capacité à utiliser seul gagnent un point, tandis que l'inquiétude, la crainte de perdre le contrôle de la classe, la crainte de surcharger les élèves et le gain de temps attendu perdent un point. L'interactivité est le seul construit coté 5

après usage. L'adaptation au contexte marocain, attendue à 5, est jugée à 4, et l'idée que le dispositif puisse remplacer le manuel papier reste basse (2).

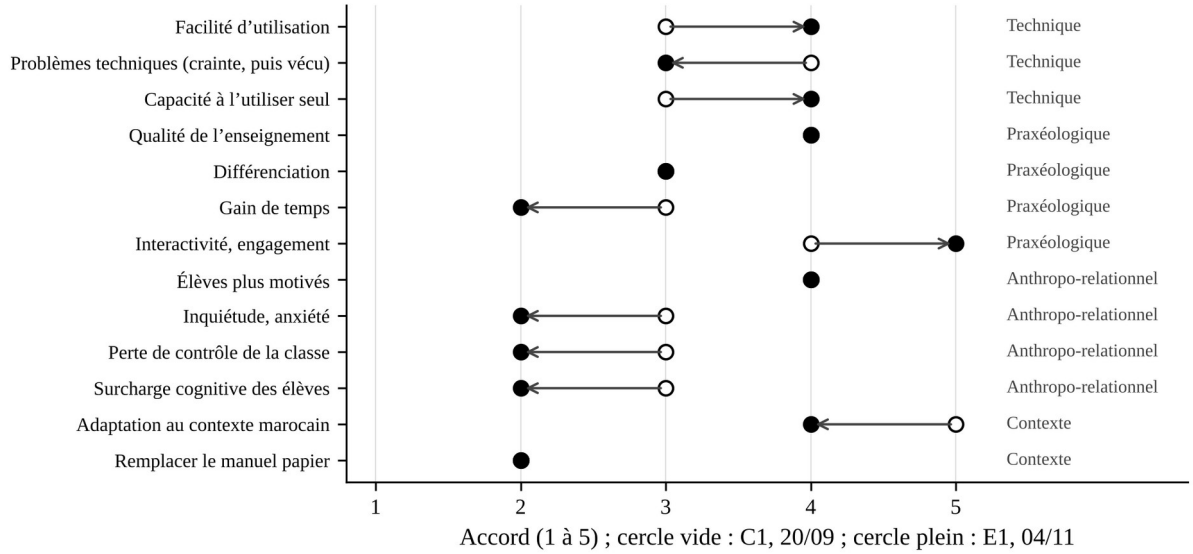


Figure VN-7 : Construits appariés du questionnaire enseignant avant (C1) et après usage (E1), chez ENS01.

La section de E1 consacrée à l'intégration complète ce tableau. L'enseignant se dit maître des fonctionnalités et capable de s'en servir sans aide (4 sur 5), l'a combiné avec d'autres ressources (4), l'a intégré à ses séances (4) plus qu'à sa préparation (3), mais n'a ni personnalisé de contenus ni créé ses propres exercices (2). Il décrit trois usages non prévus : l'exercice autocorrectif transformé en concours, le glossaire recopié dans le cahier comme dictionnaire, et l'éducation nutritionnelle remplacée par la lecture d'étiquettes de produits apportés par les élèves.

VN-Ch09-11 : Ce que la plateforme a enregistré : traces et navigation

Complément du chapitre 9, section 9.4

9.4. Ce que la plateforme a enregistré

Les traces de la plateforme permettent de confronter le déclaré à l'enregistré. Le temps de projection journalisé chaque semaine correspond presque exactement au temps déclaré dans le journal, à moins de deux pour cent près chaque semaine (figure 26, panneau de gauche) ; les jours de séance journalisés correspondent aux séances déclarées, et la panne de la troisième semaine apparaît comme une interruption de vingt et une minutes entre deux sessions de

projection. Elle n’est pas enregistrée dans la table des incidents, qui ne contient que 2 erreurs de chargement, lors de la séance en salle multimédia de la quatrième semaine.

Sur les 36 comptes élèves créés, 19 se sont connectés au moins une fois. En classe, les connexions ont lieu sur les postes et les tablettes de la salle multimédia, aux quatrième et cinquième semaines ; lors de la première de ces deux séances, 9 comptes sont actifs pour 33 élèves répartis en groupes, ce qui correspond à un compte par poste. Hors classe, 13 comptes se sont connectés, toujours sur téléphone ; ce nombre coïncide avec les 13 élèves sur 31 qui déclarent un usage hors cours dans E2 et avec l’estimation de l’enseignant. Ces connexions commencent avant que l’enseignant ne donne le lien, se multiplient à partir de la quatrième semaine et se poursuivent après la fin des séances, jusqu’au 5 novembre. L’export ne relie pas les comptes aux codes élèves : le lien entre l’usage hors classe enregistré et le gain au test ne peut donc pas être calculé à partir des traces, et seul l’usage déclaré peut être croisé avec le gain (section 9.8).

Les exercices autocorrectifs ont donné lieu à 226 tentatives. Le taux de réussite passe de 35,8 % à la première tentative à 62,3 % à la deuxième, et la dernière tentative est réussie dans 91,8 % des couples compte par exercice, avec 2,33 tentatives en moyenne. Les réponses erronées renvoient d’abord au broyage (42), à l’absorption automatique (38) et à l’intérieur du tube (24). La simulation a été ouverte 35 fois par 16 comptes et achevée 16 fois ; les annotations sont presque absentes (3 par 2 comptes). Le glossaire, le jeu et l’évaluation intégrée n’ont pas de table propre dans l’export : leur usage, déclaré par l’enseignant et par les élèves, ne peut pas être vérifié par les traces. Les sections 9.2 à 9.4 ont suivi les instruments un à un ; l’analyse thématique reprend maintenant les données qualitatives de façon transversale.

9.7.3. Les traces de navigation

Les traces de navigation décrivent la manière de parcourir le dispositif. Sur 56 sessions, 39 ont lieu hors de la classe. Les parcours sont courts (médiane de 4 contenus hors classe, 3 en classe) et ne suivent pas l’ordre du chapitre : près d’un déplacement sur deux revient vers une partie antérieure, en classe (50,0 %) comme hors classe (48,6 %), sans différence entre les deux contextes, $p = ,786$. Les contenus ouverts hors classe le sont plus brièvement qu’en classe (médiane de 110 s contre 220 s) et portent surtout sur la partie 3 du chapitre « La digestion ».

Le plan de séance de ce chapitre a été modifié 19 fois par l’enseignant. Sa dernière version retient 4 activités et en masque une ; les projections en ont montré 15, dont les 4 prévues et 11 qui n’y figuraient pas. Le plan de séance sert ainsi de point de départ, et la séance le déborde, ce

qui rejoint le thème des détournements (section 9.5.3). La figure VN-8 situe ces usages dans le temps : les projections de l'enseignant jalonnent les cinq semaines, les connexions des élèves en classe se limitent aux deux séances en salle multimédia, et les connexions hors classe, toutes ouvertes entre 19 h et 23 h, se multiplient à partir de la quatrième semaine.

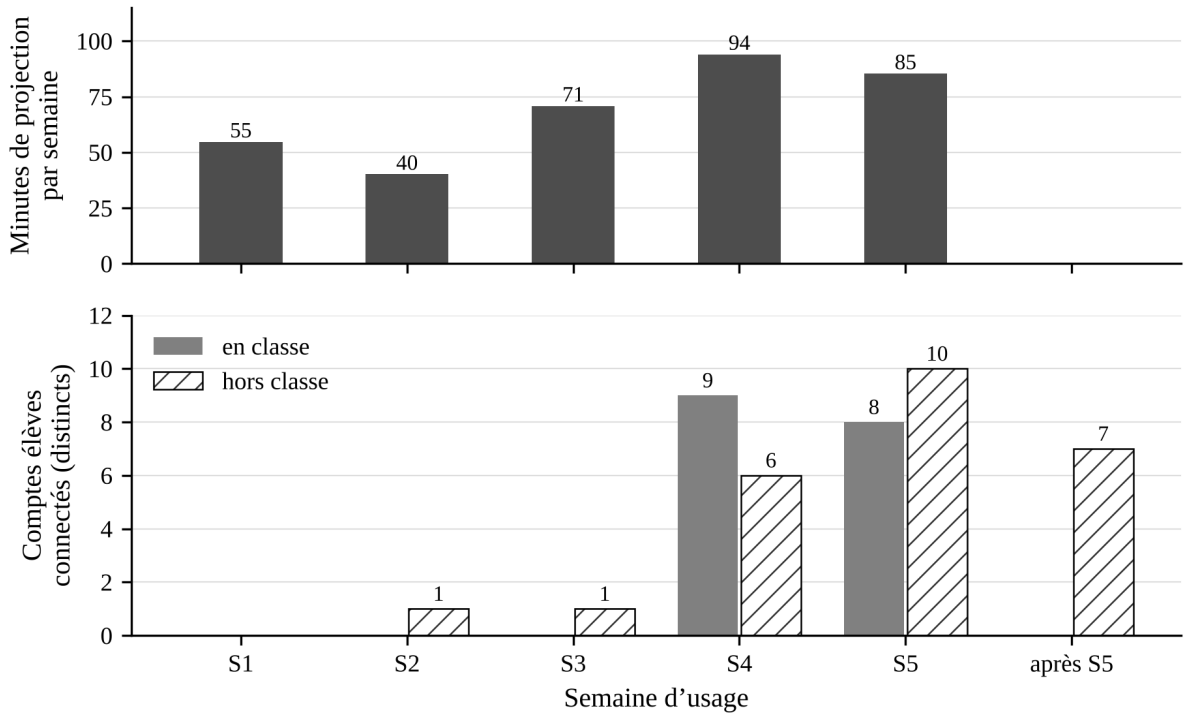


Figure VN-8 : Chronogramme des traces de la plateforme ; en haut, minutes de projection de l'enseignant par semaine ; en bas, nombre de comptes élèves distincts connectés en classe et hors classe, par semaine.

VN-Ch09-12 : Procédure de l'analyse thématique et confrontation du focus group

Complément du chapitre 9, section 9.5.1

9.5.1. Procédure

Le plan d'analyse prévoit une analyse thématique en six phases (Braun et Clarke, 2006) des données qualitatives des études 2 et 3. Le tableau VN-28 décrit le corpus ; la partie qui concerne l'étude 3 est rapportée à la section 10.14.2.

Tableau VN-28 : Corpus de l'analyse thématique des études 2 et 3.

Étude	Source	Unité de codage	Segments codés
Étude 2 (H2)	E3, entretien de l'enseignant après usage	tour de parole	34
	E4, focus group de six élèves	tour de parole ou message écrit	78

Étude	Source	Unité de codage	Segments codés
	D1, D2, D3, E1, champs ouverts de l'enseignant	réponse à un champ	62
	Total enseignant (E3, D1, D2, D3, E1)		96
Étude 3 (H3)	B7, cinq entretiens enseignants	tour de parole	109
	B1, question ouverte Q7 « pourquoi jamais »	réponse	18

Note. 317 segments extraits, dont 16 écartés comme hors objet (salutations, formules de clôture, réponses vides).

Les six phases ont été conduites dans l'ordre. La familiarisation (phase 1) a consisté à lire intégralement les sept transcriptions et les champs ouverts avant tout codage. Les codes initiaux (phase 2) ont été appliqués segment par segment, à partir de la grille initiale du plan d'analyse (section 7.7.2), c'est-à-dire les quatre étapes de la chaîne des 4A croisées avec les cinq dimensions, complétée de codes émergents consignés à part, et à partir d'une grille thématique pour l'étude 3 (obstacles, usages du manuel, conditions, numérique, attentes et craintes). Le livre de codes, joint au classeur de codage, donne la définition opératoire de chaque code.

La recherche de thèmes (phase 3) a regroupé les codes en thèmes candidats. La révision (phase 4) a vérifié deux conditions pour chaque thème : être présent dans plusieurs sources et, pour l'étude 2, à la fois chez l'enseignant et chez les élèves. Un thème de l'étude 2, les effets du dispositif de recherche, ne compte que onze segments et deux élèves ; il est conservé comme thème mineur parce qu'il touche à la validité des autres résultats. Aucun autre thème n'a été fusionné ou supprimé. La définition et le nommage (phase 5) sont donnés dans le tableau 36 ci-dessous et, pour l'étude 3, au chapitre 10.

Le codage a été fait par un seul codeur, et aucun double codage n'a été conduit. Chaque segment, son code et son thème figurent dans le classeur de codage, et chaque citation renvoie au numéro de son segment. Aucun accord entre codeurs ne peut donc être rapporté : les thèmes sont ceux qu'un codeur unique a construits, limite que nous assumons ; la traçabilité du classeur rend le codage vérifiable, sans remplacer un second codeur.

9.5.5. Le focus group confronté à E2 et D4

Trois points du focus group peuvent être confrontés à ce que mesurent le questionnaire E2 et les grilles D4 : l'entraide, l'usage à la maison et les moments où les élèves se sont perdus. Sur l'entraide, les deux sources convergent : les élèves du focus group décrivent une aide entre pairs constante (une élève note qu'en cours ordinaire « on n'a pas le droit de parler », un autre qu'il demande toujours à son voisin), et E2 situe l'aide des camarades à une moyenne de 3,74 sur 5. Sur l'usage à la maison, elles vont dans le même sens : deux élèves sur six ne l'ont jamais ouvert

chez eux et trois ne l'ont fait qu'une ou deux fois, ce qui décrit un usage domestique minoritaire et irrégulier, que chiffrent les 13 élèves sur 31 de E2 et les 13 comptes connectés hors classe dans les traces. Sur les moments perdus, le focus group précise ce que D4 compte : le début de l'usage, le retour après la panne en mode hors ligne, les boutons de la simulation. La passation S3, semaine de la panne, est aussi celle où D4 relève la proportion la plus forte d'élèves perdus. Il reste à éprouver la solidité de l'écart observé au test entre les deux classes.

VN-Ch09-13 : Permutation des étiquettes de classe

Complément du chapitre 9, section 9.6

9.6.1. Permutation des étiquettes de classe

Si l'appartenance à la classe n'avait aucun lien avec le score final à score initial égal, n'importe quelle répartition des 66 élèves en deux groupes de 32 et 34 serait aussi plausible que la répartition réelle. Sur 10 000 répartitions tirées au hasard, aucune ne produit une statistique *t* aussi éloignée de zéro que celle qui est observée, $t = 4{,}13$; la plus grande atteint 4,10 (figure VN-9). La probabilité par permutation est donc inférieure à 1 sur 10 000, $p < ,001$, comme la valeur paramétrique ($p < ,001$). La distribution des permutations suit de près la loi *t* théorique, ce qui indique que le modèle paramétrique ne déforme pas l'inférence.

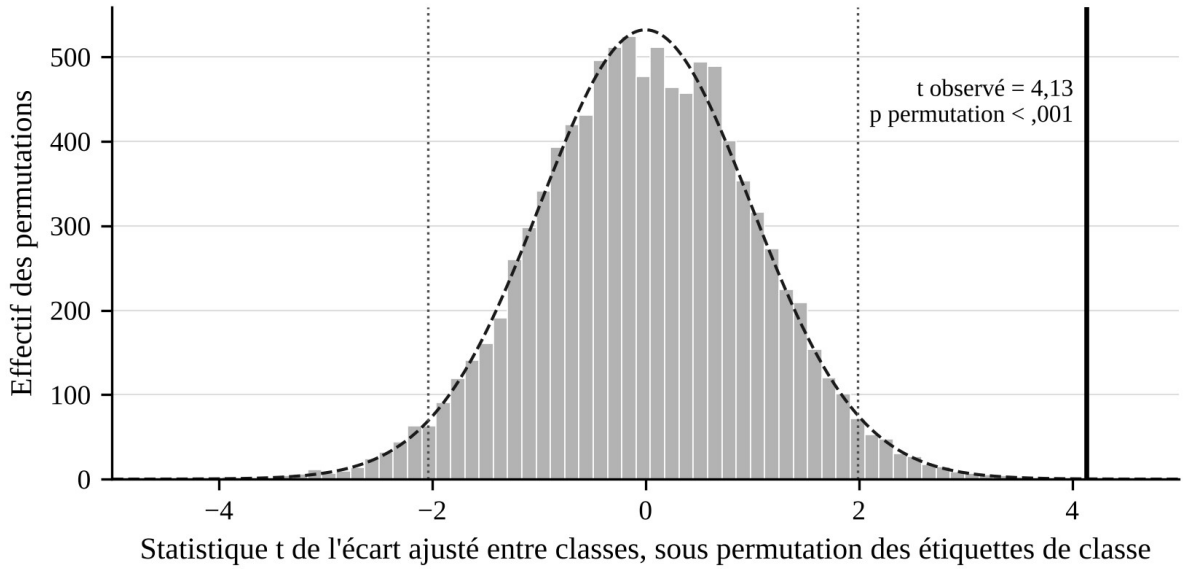


Figure VN-9 : Distribution de la statistique t de l'écart ajusté sous 10 000 permutations des étiquettes de classe ; trait plein : valeur observée ; tirets : loi t théorique ; pointillés : quantiles 2,5 et 97,5 %.

VN-Ch09-14 : Puissance simulée du protocole

Complément du chapitre 9, section 9.6.2

9.6.4. Puissance du protocole

La figure VN-10 simule, pour des effectifs de 10 à 80 élèves par classe, la proportion d'analyses de covariance qui détecteraient l'écart observé (3,29 points) et un écart deux fois plus petit, avec la pente, la variance et la distribution initiale observées (2 000 simulations par effectif, sans effet de grappe). L'écart observé est détecté avec une puissance de 80 % dès 20 élèves par classe ; la moitié de cet écart aurait demandé 65 élèves par classe, et la puissance pour un tel écart, avec 35 élèves par classe, proche de l'effectif réel, n'est que de ,54 environ. Le protocole pouvait donc détecter un écart de l'ordre de celui qui a été observé, mais non un écart modeste, et ce calcul ignore l'effet de grappe, qui réduit encore la puissance. Les compléments descriptifs qui suivent détaillent, item par item et source par source, des résultats jusqu'ici présentés de façon agrégée.

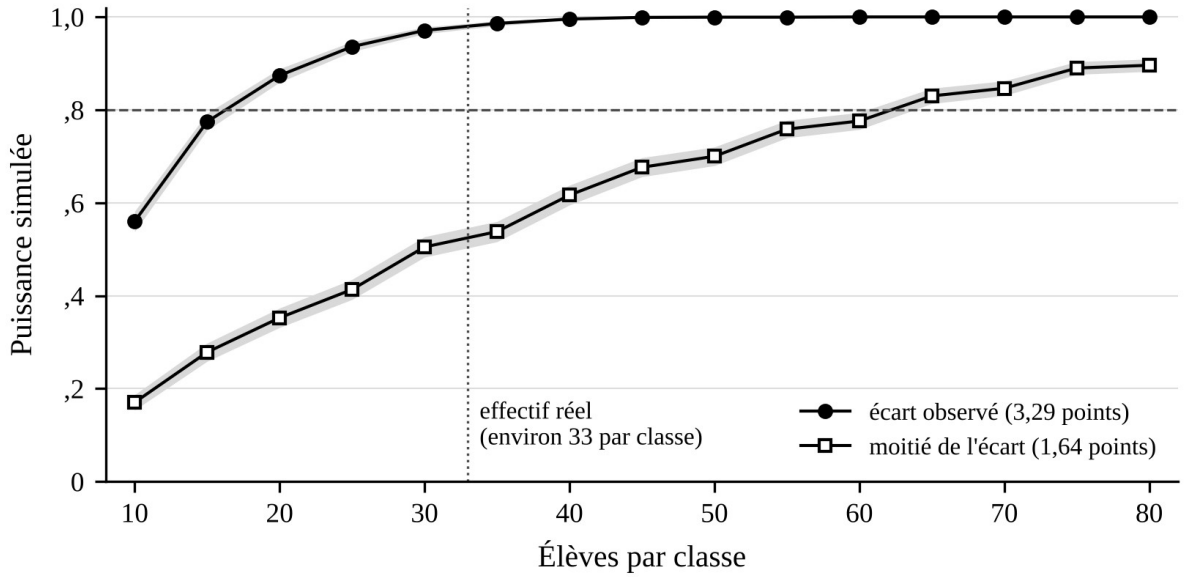


Figure VN-10 : Puissance simulée de l'analyse de covariance selon l'effectif par classe, pour l'écart observé et pour la moitié de cet écart ; bandes : erreur de simulation.

Renvoi du volume : ces compléments sont VN-Ch09-3 à VN-Ch09-11.

Chapitre 10. Étude 3 : le manuel, ses usages et les obstacles d'apprentissage

VN-Ch10-1 : Cotations registre par registre et analyses de sensibilité

Complément du chapitre 10, section 10.2

Deux ouvrages, M001 et M009, ont un maximum effectif réduit sur ce même registre. Leur exemplaire ne comporte pas de table des matières, les pages liminaires étant absentes de la numérisation. Le critère correspondant est coté « non observable » et retiré du dénominateur. Cette modalité se distingue du degré 0 et la distinction importe : un 0 signifie que la table des matières est absente ou inutilisable, un « non observable » signifie que l'exemplaire consulté ne permet pas de coter. Confondre les deux reviendrait à imputer aux ouvrages un défaut qui est celui de la collecte.

10.2.1. Les quatre registres comparables

Le tableau VN-29 donne, pour chacun des neuf ouvrages du corpus, le pourcentage du maximum effectif atteint sur les quatre registres que le genre éditorial n'interdit pas de comparer. La figure 35 en donne la lecture d'ensemble.

Tableau VN-29 : Cotations des quatre registres comparables, en pourcentage du maximum effectif.

Code	Ouvrage	R2 didactique	R3 pédagogie	R4 validité	R5 info-com
M001	Étincelle, extrait	20,8 %	35,7 %	50,0 %	40,7 %
M002	Clic	66,7 %	50,0 %	66,7 %	59,3 %
M003	Tremplin	66,7 %	45,2 %	66,7 %	48,1 %
M004	ATLAS	70,8 %	50,0 %	66,7 %	66,7 %
M005	Compétence	58,3 %	47,6 %	77,8 %	59,3 %
M006	L'Univers	58,3 %	40,5 %	77,8 %	59,3 %
M007	CDPL, fichier	45,8 %	33,3 %	55,6 %	48,1 %
M008	Étincelle, manuel	66,7 %	59,5 %	61,1 %	51,9 %
M009	Étincelle, cahier	41,7 %	35,7 %	55,6 %	37,0 %
	moyenne	55,1 %	44,2 %	64,2 %	52,3 %

10.2.3. Le registre d'ingénierie pédagogique, lu par genre éditorial

Le tableau VN-30 présente les cotations du registre d'ingénierie pédagogique en deux blocs que nous ne réunissons jamais dans une même colonne de classement.

Tableau VN-30 : Cotations du registre d'ingénierie pédagogique, par genre éditorial.

Code	Ouvrage	Cotation	Score
Manuels de cours			
M008	Étincelle, manuel	70,0 %	21/30

Code	Ouvrage	Cotation	Score
M005	Compétence	60,0 %	18/30
M002	Clic	56,7 %	17/30
M004	ATLAS	56,7 %	17/30
M003	Tremplin	53,3 %	16/30
M006	L’Univers	46,7 %	14/30
	moyenne	57,2 %	
Autres volumes			
M007	fichier de l’élève	43,3 %	13/30
M009	cahier d’activités	33,3 %	9/27
M001	volume à feuillets	25,9 %	7/27
	moyenne	34,2 %	

L’écart entre les deux blocs, de vingt-trois points de moyenne, est plus grand que l’écart entre le mieux et le moins bien coté des manuels de cours, qui est de vingt-trois points également mais à l’intérieur d’un même genre. Autrement dit, la cotation de ce registre dépend au moins autant du genre éditorial que de l’ouvrage. C’est la raison pour laquelle nous ne produisons pas de classement unique.

10.2.4. Uniformité des cotations entre registres et entre critères

Le critère d’infirmation de H3 porte sur l’uniformité de la répartition des dysfonctionnements. Sur les quatre registres comparables, ils ne le sont pas : test de Friedman sur les neuf ouvrages, $\chi^2(3) = 16{,}52$, p par permutation < ,001, W de Kendall = ,61. La pédagogie a le rang moyen le plus bas (1,22) et la validité scientifique le plus haut (3,61) ; seule la comparaison entre ces deux registres résiste à la correction de Holm (Dunn, $z = 3{,}35$, p corrigé = ,005). L’ordre ne dépend d’aucun ouvrage : en retirant tour à tour chacun des neuf, la pédagogie reste le registre le plus bas et la validité le plus haut.

Une précaution porte sur le registre de la pédagogie. Ses six premiers critères (R3.1 à R3.6) ne mesurent pas une qualité mais la répartition des tâches entre les niveaux cognitifs, et un ouvrage ne peut pas y atteindre le degré 3 partout. Recalculé sur ses huit critères de qualité seulement, le registre reste le plus bas : $\chi^2(3) = 12{,}98$, p par permutation = ,002, $W = ,48$, et l’écart avec la validité scientifique reste positif chez 8 ouvrages sur neuf, de 21,6 points en moyenne.

À l’intérieur de chaque registre, les critères ne sont pas cotés uniformément non plus. Sur les quarante critères de qualité cotés pour les neuf ouvrages, $\chi^2(39) = 213{,}4$, p par permutation < ,001, $W = ,61$. La figure VN-11 donne la carte complète des cotations. Elle fait apparaître des lignes basses d’un bout à l’autre du corpus, que le tableau 43 isole : les critères cotés au plus 1 dans au moins sept ouvrages sur neuf.

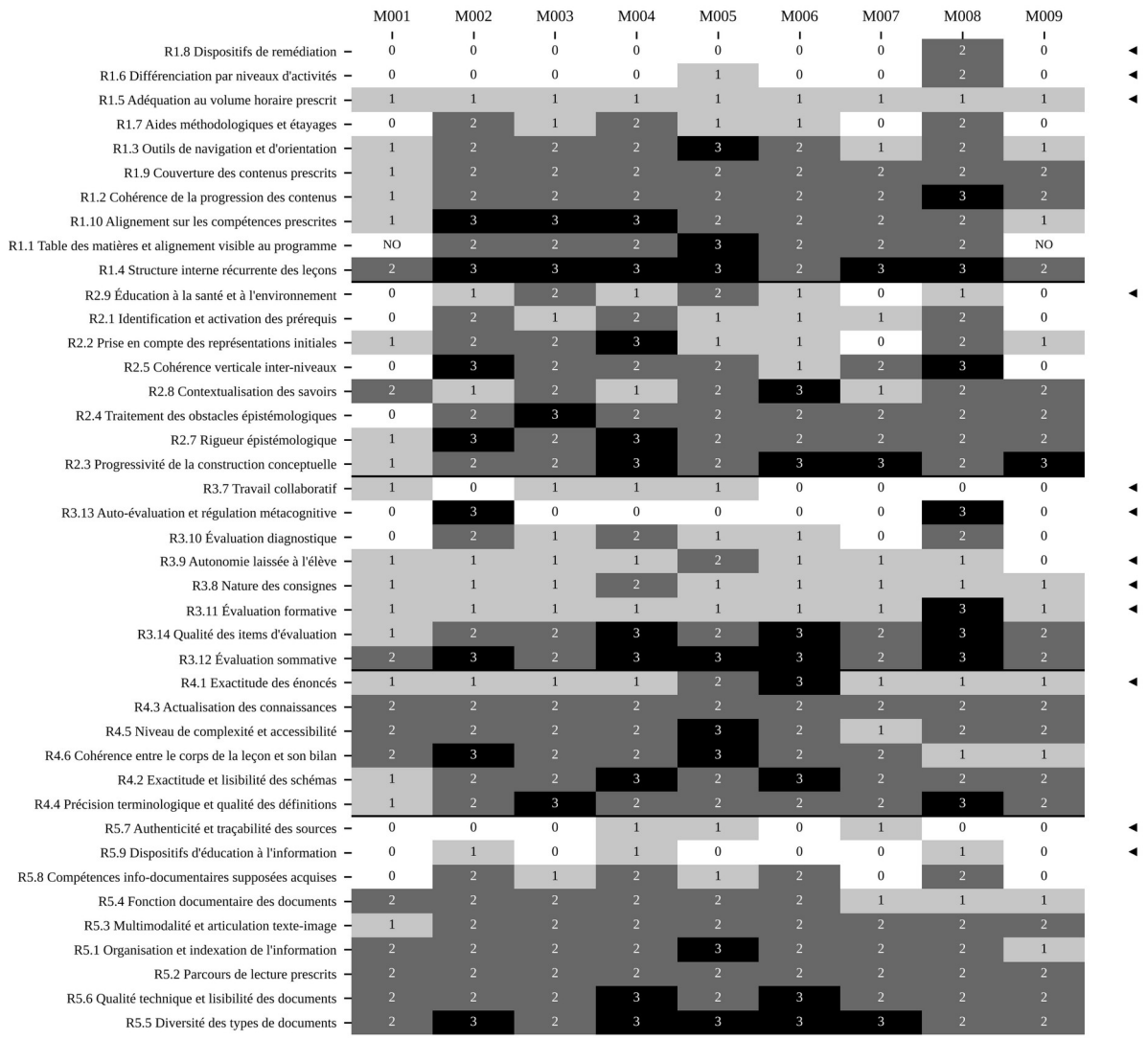


Figure VN-11 : Cotations des quarante critères de qualité (R1 à R5) dans les neuf ouvrages du corpus ; les flèches signalent les critères cotés au plus 1 dans au moins sept ouvrages.

VN-Ch10-2 : Extraits et formulations des manuels

Complément du chapitre 10, sections 10.3 et 10.4.1

La cotation est documentée ouvrage par ouvrage. Les questions qui ouvrent les activités sont imprimées par le manuel, généralement dans un chapeau ou sous un titre de rubrique. Nous en relevons trois formulations, qui sont les plus explicites du corpus.

Le volume M001 pose, page 8 : « L’Homme choisi ses aliments suivant leur goût, leur couleur, leur origine, soit disant qu’ils sont différents. Est-ce que ces aliments ont des constituants communs ? » La conception spontanée est nommée, la question est posée, et aucune consigne ne demande à l’élève d’en formuler une.

Le manuel M005 réunit ses questions sous un encadré intitulé « Problèmes à résoudre », page 13 : « De quoi sont constitués les aliments que nous consommons ? », « Comment se déroule la digestion des aliments au niveau du tube digestif ? », « Comment les nutriments formés peuvent-ils parvenir jusqu'aux cellules ? » Le titre de l'encadré énonce le statut de ces énoncés, et leur rédaction les attribue au manuel.

Soixante-sept des soixante-huit activités du corpus se situent aux niveaux 0 et 1 de l'échelle d'ouverture de Herron (1971), dont les prolongements contemporains conservent la logique (Buck et al., 2008), c'est-à-dire que la question et la méthode y sont l'une et l'autre fournies, seul le résultat restant à établir. La figure VN-12 en donne un cas typique, chez M005, page 18 : le protocole est imprimé sous la rubrique « Je manipule », et les tubes sont photographiés au départ, puis dix et douze minutes plus tard, si bien que l'observation que l'élève doit faire figure déjà dans le document. Une seule activité atteint le niveau 2, où la méthode est laissée à trouver : il s'agit de la consigne de M005, page 15, « À l'aide du matériel présent sur votre table, réalisez une expérience qui permet de prouver l'un des constituants du lait » (figure VN-13).

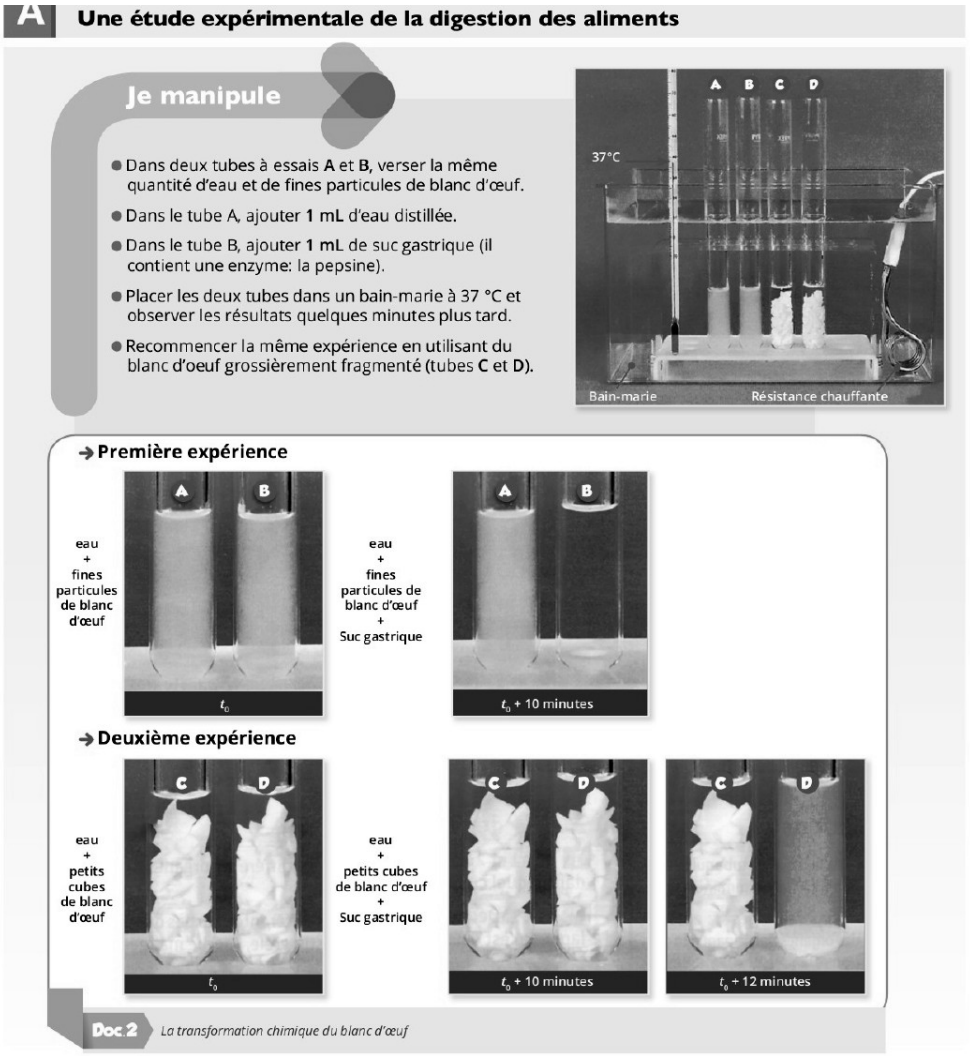


Figure VN-12 : Protocole et résultats imprimés dans le même document, activité 3 de M005 (Collection Compétence, Sochepress, p. 18).

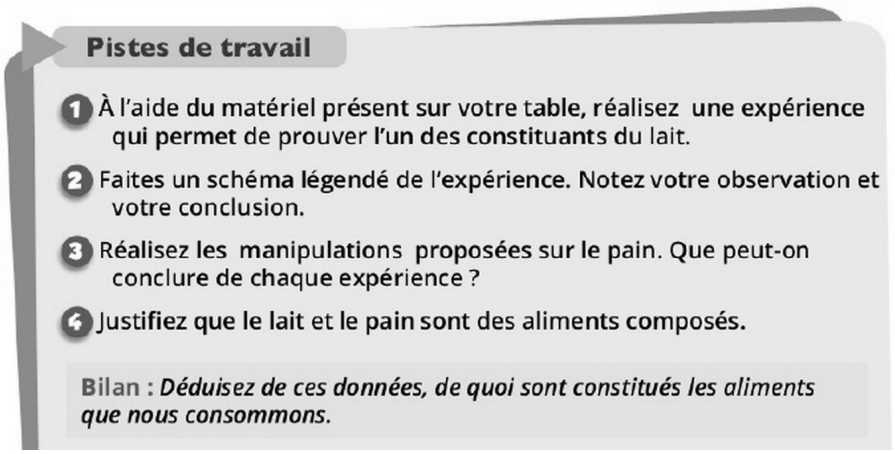


Figure VN-13 : La seule consigne du corpus de niveau 2 sur l'échelle de Herron, M005 (Collection Compétence, Sochepress, p. 15).

Chez M006, la séquence demande d'où provient le goût sucré du pain mastiqué. L'encadré « Définitions à retenir », placé sur la page des consignes, énonce que la salive contient « une enzyme : l'amylase salivaire ».

Chez M005, une consigne demande de justifier que la digestion est une simplification moléculaire. La conclusion attendue figure dans la consigne elle-même, et le tableau de la même page en fournit les données. Il en va de même de la consigne de M006, citée à la section 10.3.1, qui demande si une hypothèse fournie avec son protocole est vérifiée.

Chez M001, la situation de la page 8 réunit quatre critères et vise une conception nommée par le manuel. Elle échoue parce que le tableau de composition de la page 10 donne la réponse par lecture directe : toutes les lignes portent la mention « plus » dans la colonne de l'eau.

VN-Ch10-3 : Niveau cognitif, dévolution et restitution

Complément du chapitre 10, section 10.3

10.3.3. Le croisement du niveau cognitif et de la dévolution

Le tableau VN-31 et la figure VN-14 mettent en regard la part des tâches que la taxonomie révisée de Bloom (Krathwohl, 2002) cote au niveau « Analyser » et le ratio de dévolution.

Tableau VN-31 : Niveau cognitif et dévolution.

Code	Part de tâches cotées « Analyser »	Ratio de dévolution	Indice d'investigation effective	Indice de cohérence des savoirs
M008	67,7 %	0,467	0,467	1,000
M006	50,0 %	0,489	0,489	0,900
M007	50,0 %	0,375	0,284	0,889
M001	44,4 %	0,273	0,241	0,833
M009	43,5 %	0,413	0,403	0,938
M003	38,9 %	0,374	0,296	0,887
M005	36,4 %	0,444	0,556	0,875
M002	19,0 %	0,347	0,264	0,958
M004	13,3 %	0,333	0,264	0,927
moyenne		0,391	0,363	0,912

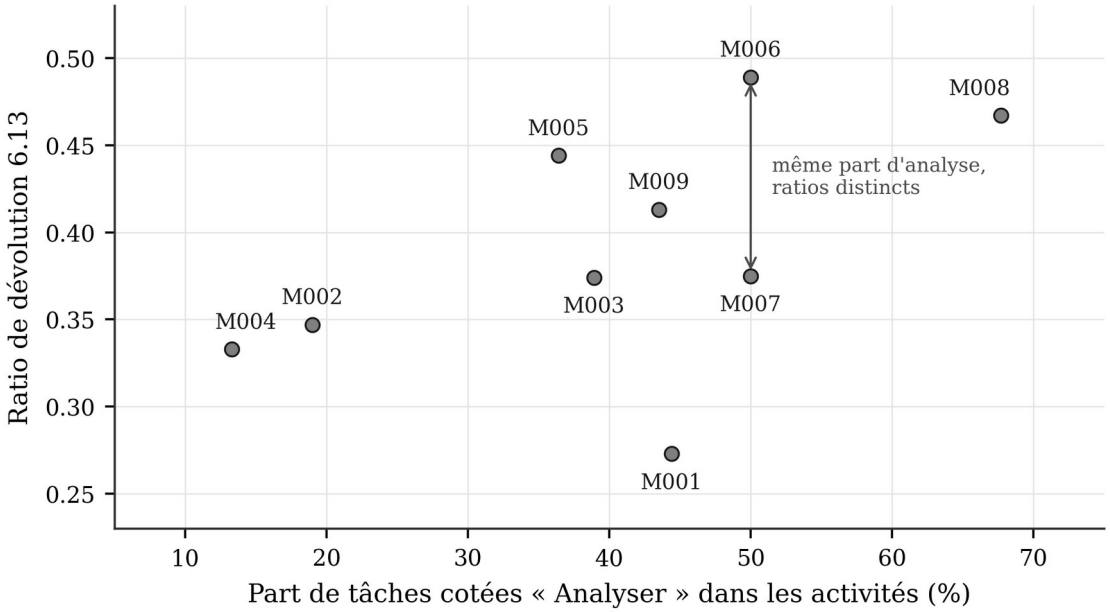


Figure VN-14 : Part de tâches cotées « Analyser » et ratio de dévolution, les neuf ouvrages du corpus.

Aucun coefficient de corrélation n'est rapporté ici. Le coefficient a été calculé sur trois périmètres de dénombrement et sur trois effectifs successifs, et il a donné trois réponses dont deux de signes contraires. À neuf ouvrages, son intervalle de confiance couvre le zéro. Nous avons donc retiré les coefficients de l'analyse et nous établissons le résultat par exhibition de cas, ce qui suffit ici parce que l'énoncé à établir est un énoncé d'existence.

Deux cas suffisent. La cotation attribue à M006 et à M007 exactement la même part de tâches analytiques, 50,0 %. Leurs ratios de dévolution diffèrent de trente pour cent, 0,489 contre 0,375, et leurs indices d'investigation effective de soixante-douze pour cent, 0,489 contre 0,284. Deux ouvrages que la taxonomie déclare identiques, le module d'analyse critique les sépare nettement. Inversement, la cotation attribue à M004 la part d'analyse la plus faible du corpus, 13,3 %, et le deuxième meilleur degré de didactique, 70,8 % : ses activités sont dominées par le niveau « Comprendre », et la taxonomie le classe dernier là où les registres le classent premier.

Nous en tirons une conséquence qui porte sur l'instrument et non sur les ouvrages : la répartition taxonomique des verbes de consigne ne renseigne pas sur la dévolution, et elle ne se rapporte jamais seule.

Le calcul par leçon précise ce que mesure chacun des indices. Sur les trente-huit leçons du corpus, l'indice de transmissivité varie surtout d'un ouvrage à l'autre (part de la variation qui tient à l'ouvrage, $\eta^2 = ,67$), l'indice d'investigation effective moins (,30) et l'indice de cohérence des savoirs presque pas (,15 ; Kruskal-Wallis, $p = ,503$). L'indice de cohérence est

élevé partout et ne distingue pas les ouvrages. 25 leçons sur 38 relèvent du profil que le livre de codes demande de signaler, cohérence supérieure à ,80 et investigation effective inférieure à ,50, seuils définis après le recueil : des leçons dont le bilan ne dit rien que les documents ne portent déjà, sans que l'élève ait conduit l'investigation.

Un troisième cas éclaire ce que mesure l'indice de cohérence des savoirs. La cotation attribue à M008 la part d'analyse la plus élevée du corpus et une cohérence parfaite, de 1,000. Or ses documents impriment leurs conclusions : l'énoncé « La digestion des protides aboutit à la libération des acides aminés » figure sous l'expérience, avant la consigne qui demande de le conclure. Une cohérence de 1,000 indique seulement que le bilan n'énonce rien que les documents ne portent déjà : l'indice mesure l'accord entre le corps de la leçon et son bilan, et il ne se lit pas comme un indice de construction du savoir par l'élève. La part de restitution demandée dans les activités complète ce profil.

10.4. Le déplacement de la restitution vers l'évaluation

Le tableau VN-32 donne la part des tâches que la taxonomie cote au niveau « Mémoriser » dans les activités, pour les huit ouvrages où le dénombrement des tâches d'activité a pu être établi.

Tableau VN-32 : Part de tâches cotées « Mémoriser » dans les activités.

	M002	M003	M004	M005	M006	M007	M008	M009
Part de « Mémoriser »	14,3 %	11,1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3,2 %	0 %

Cinq ouvrages sur huit ne demandent aucune restitution dans leurs activités, et aucun ne dépasse 14,3 %.

La restitution n'a pas pour autant disparu de ces ouvrages : elle occupe leurs rubriques d'évaluation, sous des intitulés qui la nomment. Nous relevons « Je teste mes connaissances » chez M004, « Restitution des connaissances » chez M002 et chez M006, et des exercices de type vrai-faux ou mots croisés ailleurs. Le contrat didactique change donc entre la page d'activité et la page d'exercices : l'élève analyse pendant l'apprentissage et restitue au moment de l'évaluation.

Ce résultat est descriptif. Relevé d'abord lors du codage de M004, il vaut pour les huit ouvrages dénombrés. Les situations-problèmes, examinées ensuite, permettent de voir si l'analyse demandée porte sur un problème que la page laisse ouvert.

VN-Ch10-4 : Traitement et renforcement des obstacles dans les manuels

Complément du chapitre 10, section 10.4.2

La grille des obstacles documente sept conceptions spontanées relatives à la digestion et à l'absorption, établies par la littérature sur les conceptions des élèves dans ce domaine (Teixeira, 2000 ; Carvalho et al., 2004). Pour chacune, elle code un traitement (ignoré, évoqué, travaillé) et, indépendamment, un renforcement. Les quinze cotations qui reposaient sur des textes océrisés ont été vérifiées à l'image : toutes sont confirmées, et trois relevés ont été précisés sans que la cotation change. Le tableau 47 et la figure VN-15 donnent les soixante-trois cotations.

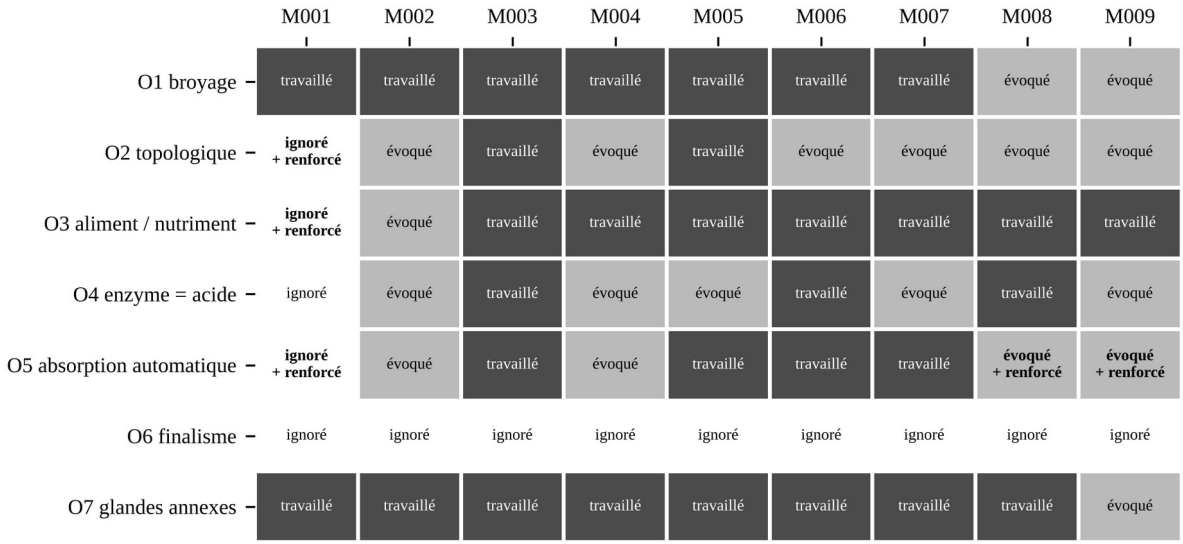
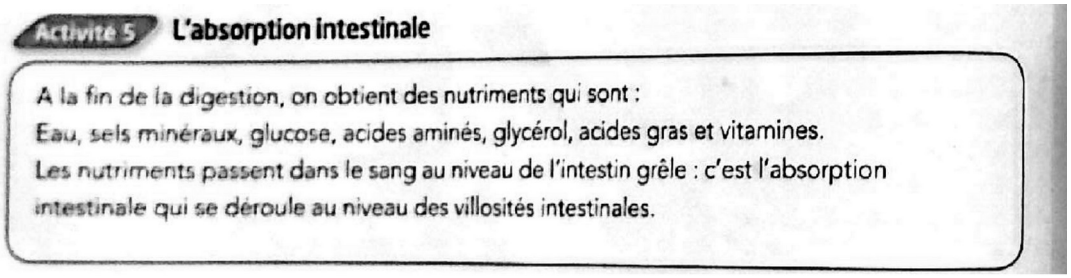


Figure VN-15 : Traitement et renforcement des sept obstacles dans les neuf ouvrages du corpus.

Le traitement n'est pas uniforme entre obstacles : test de Friedman sur les neuf ouvrages, $\chi^2(6) = 35{,}01$, p par permutation < ,001, W de Kendall = ,65. Ce test, comme les suivants de ce chapitre, porte sur le corpus décrit : il dit que les cotations ne sont pas uniformes dans ces neuf ouvrages, et rien au-delà. L'écart ne tient pas au seul finalisme : sans lui, $\chi^2(5) = 16{,}23$, p par permutation = ,004, W = ,36. Les glandes annexes sont travaillées par 8 ouvrages sur neuf, le broyage et la confusion entre aliment et nutriment par 7, l'obstacle topologique par 2 seulement. Cinq renforcements sont cotés dans le corpus, tous dans la collection Étincelle : trois dans M001, un dans M008 et un dans M009. Les deux derniers portent sur l'absorption automatique et reposent sur la même phrase, imprimée au bilan des deux volumes : « Les nutriments passent dans le sang au niveau de l'intestin grêle : c'est l'absorption intestinale qui se déroule au niveau des villosités intestinales. » Le passage est affirmé et localisé, il n'est pas expliqué. M007 emploie une formule voisine, mais la fait suivre du mécanisme, villosités richement

vascularisées et grande surface d'échange : la cotation ne lui attribue pas de renforcement. La figure VN-16 met les deux bilans en regard.

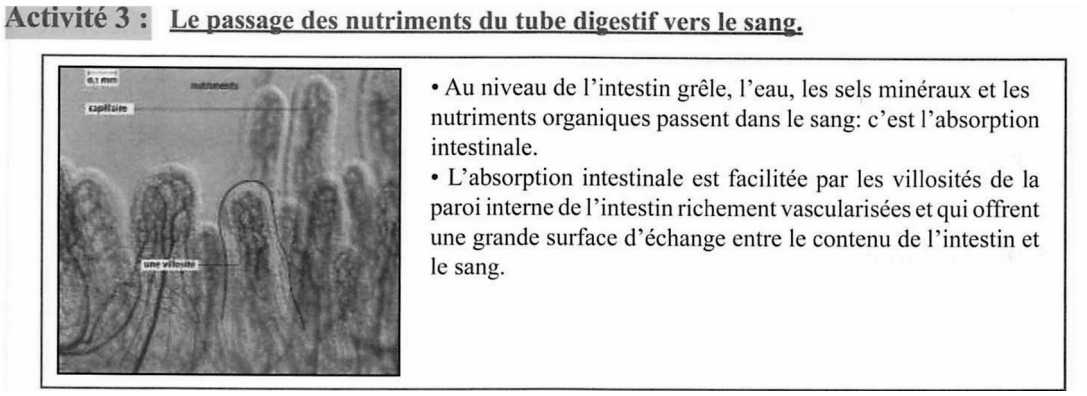
a



Activité 5 L'absorption intestinale

A la fin de la digestion, on obtient des nutriments qui sont :
Eau, sels minéraux, glucose, acides aminés, glycérol, acides gras et vitamines.
Les nutriments passent dans le sang au niveau de l'intestin grêle : c'est l'absorption intestinale qui se déroule au niveau des villosités intestinales.

b



Activité 3 : Le passage des nutriments du tube digestif vers le sang.

• Au niveau de l'intestin grêle, l'eau, les sels minéraux et les nutriments organiques passent dans le sang: c'est l'absorption intestinale.
• L'absorption intestinale est facilitée par les villosités de la paroi interne de l'intestin richement vascularisées et qui offrent une grande surface d'échange entre le contenu de l'intestin et le sang.

Figure VN-16 : Deux bilans sur l'absorption intestinale. a : M008 (Étincelle, manuel, Apostrophe, p. 26), passage affirmé et localisé, coté comme renforcement ; b : M007 (Fichier de l'élève, CDPL, 2013, p. 18), passage suivi de son mécanisme.

Deux résultats ressortent du tableau. Le premier est un invariant. L'obstacle du finalisme, qui consiste à attribuer des intentions aux organes, est coté 0 pour les neuf ouvrages : il n'est ni combattu ni renforcé, il est absent du champ de la rédaction éditoriale. C'est, avec l'indicateur de problème dévolu, le second invariant strict du corpus.

Le second porte sur l'obstacle topologique, celui qui consiste à tenir le contenu du tube digestif pour déjà intérieur à l'organisme. La grille le désigne comme le plus documenté de la littérature et le plus souvent manqué. Les cotations du corpus le confirment : il est, après le finalisme, le moins bien traité des sept, et deux ouvrages sur neuf seulement le traitent explicitement. Une seule oppose les deux milieux. Le bilan de M003 énonce, page 30, que les nutriments « passent par diffusion de l'intestin grêle, milieu extérieur, au sang et à la lymphe, milieu intérieur, à travers les villosités intestinales ». Chez M006, l'opposition est portée par un schéma et reprise au bilan. Partout ailleurs, l'absorption est décrite sans que l'extériorité topologique du contenu du tube soit énoncée.

Le volume M001 fournit le seul cas documenté de renforcement de cet obstacle dans le corpus. Son schéma-bilan de la page 29 figure le tube digestif comme une barre d'où partent deux

flèches vers la circulation sanguine, sans qu'aucune paroi ne soit représentée comme frontière, et la page 26 fait tracer par l'élève lui-même la flèche qui traverse la paroi, sans mécanisme. L'expression « milieu intérieur » est absente de l'unité.

VN-Ch10-5 : L'expérience témoin

Complément du chapitre 10, section 10.4.2

10.5.3. L'expérience témoin

La grille des expériences canoniques documente cinq montages classiques de l'unité. Deux de ses indicateurs sont cotés sur l'ensemble du corpus, et nous nous en tenons à ceux-là.

Le rôle de contrôle de l'expérience témoin est le moins installé des cinq. Le mot est absent de l'unité de plusieurs ouvrages ; chez M002, il apparaît une fois sans être problématisé. Un seul ouvrage lui consacre un développement autonome : M004 ouvre, page 28, une rubrique intitulée « Autoformation : je découvre le rôle de l'expérience témoin ».

Les cotations attribuent ainsi à l'ensemble du corpus une présence élevée des montages expérimentaux et une faible explicitation de leur logique de contrôle, contraste que nous notons sans l'interpréter. Ces constats portent sur ce que les pages réalisent ; la section suivante les rapporte à ce qu'elles affichent.

VN-Ch10-6 : L'indice de discordance : bornes et sensibilité

Complément du chapitre 10, section 10.5

10.6.1. L'indice de discordance et ses bornes

L'indice de discordance soustrait à l'indice d'affichage investigatif, normalisé, la moyenne des deux indices qui mesurent la réalisation, à savoir l'indice d'investigation effective et l'indice de cohérence des savoirs. Les trois indices sont ramenés à l'intervalle de 0 à 1 par leurs bornes théoriques et non par les bornes observées, de sorte qu'un ouvrage garde le même indice qu'on l'analyse seul ou avec quarante autres. L'indice varie donc de moins un à plus un. Au-delà de plus 0,15, l'affichage excède la réalisation mesurée ; au-delà de plus 0,35, l'écart est qualifié de fort. Ces deux seuils ont été définis après le recueil, comme tous les seuils d'analyse de ce chapitre. Des seuils identiques, ceux de l'indice de discordance et de la densité du lexique de la démarche, figurent dans un document de travail de l'analyse des manuels, A8, dont la date n'est pas certifiée ; ils restent donc présentés comme définis après le recueil.

10.6.4. Ce dont dépend la discordance

La discordance compare un affichage à une réalisation mesurée, définie par le livre de codes comme la moyenne, à poids égaux, de l'investigation effective normalisée et de la cohérence des savoirs. Or deux de ses trois termes plafonnent : l'affichage vaut 8 à 10 sur 10, la cohérence ,83 à 1,00. La figure VN-17 montre ce que devient la discordance quand on fait varier le poids de l'investigation effective dans la réalisation. Les neuf ouvrages restent au-dessus du seuil de ,15 pour tout poids d'au moins ,35. Avec la cohérence seule, un seul l'est encore.

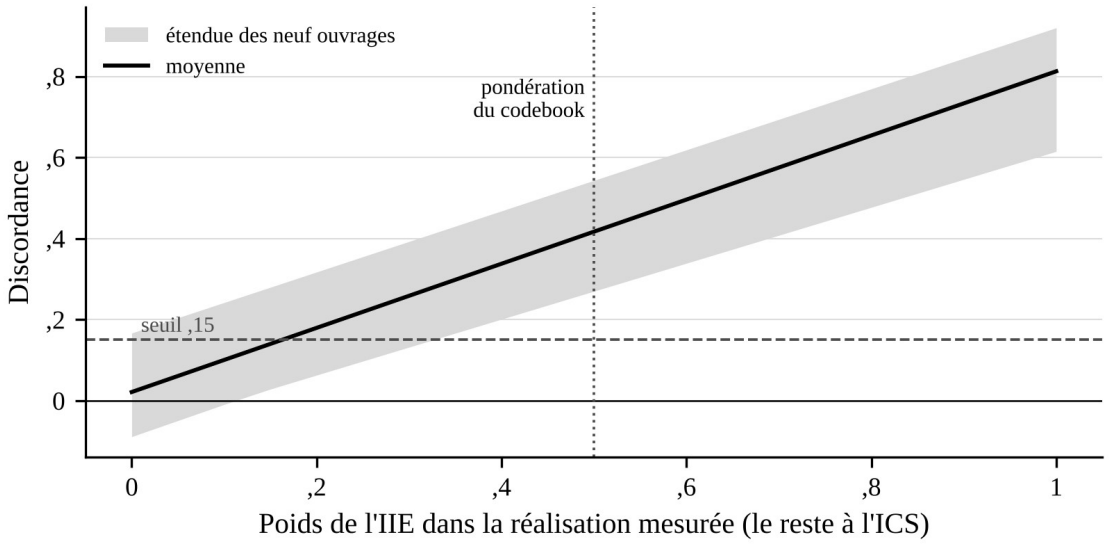


Figure VN-17 : Discordance des neuf ouvrages selon le poids donné à l'investigation effective dans la réalisation mesurée ; trait pointillé : pondération du livre de codes.

Le résultat de la section 10.6.2 est donc solide dans la pondération du livre de codes et dans toute pondération qui donne à l'investigation au moins un tiers du poids. Il ne tient pas à la cohérence des savoirs, qui ne discrimine pas. Il tient à l'écart entre un affichage presque maximal et une investigation effective qui ne dépasse jamais ,19 sur l'échelle normalisée. Avec l'indice d'affichage coté au niveau du volume plutôt que de la collection, deux ouvrages d'Étincelle (M001 et M009) passeraient en discordance négative. Une révision du livre de codes, arrêtée avant le calcul, fixe la cotation au niveau de la collection ; comme les autres révisions, elle n'a pas été consignée (chapitre 7, 7.3.3). L'affichage des manuels peut enfin être rapporté à ce que prescrivent les guides du professeur.

VN-Ch10-7 : Affichage, réalisation et discordance sur trois années d'édition

Complément du chapitre 10, section 10.5

10.6.3. Ce que trois années d'édition permettent de décrire

Trois ouvrages du corpus portent une année de dépôt légal vérifiée sur l'exemplaire. Le tableau VN-33 les met en regard.

Tableau VN-33 : Affichage, réalisation et discordance sur trois années d'édition.

Année	Ouvrages	Affichage normalisé	Réalisation mesurée	Discordance
2013	M007	0,800	0,492	+ 0,308
2017	M006	0,900	0,531	+ 0,369
2020	M002, M003	0,950	0,508	+ 0,442

Sur ces trois années, l'affichage croît de 0,800 à 0,950, la réalisation mesurée reste comprise entre 0,492 et 0,531, et la discordance passe de plus 0,308 à plus 0,442.

Nous décrivons une évolution observée sur trois années d'édition. Nous n'en inférons pas une tendance, et nous ne la prolongeons pas. Quatre ouvrages du corpus sont hors de cet axe, leur champ d'année étant vide ou absent de l'exemplaire ; un cinquième porte une année issue des métadonnées du fichier et non de l'ouvrage, ce qui l'exclut d'un axe que nous avons voulu établi sur pièce.

Le manuel le plus ancien du corpus, daté de 2013, annonce déjà des prérequis, des capacités visées et une problématique définie dès le départ. L'axe pose donc la question du remplissage de l'appareil investigatif plutôt que celle de son apparition.

VN-Ch10-8 : Journal de nettoyage et composition des échantillons

Complément du chapitre 10, section 10.8

10.9. Échantillons obtenus et traitement des données

10.9.1. Nettoyage

Les trois fichiers ont été nettoyés selon les règles de dépouillement telles que les reprend le plan d'analyse du chapitre 7, appliquées dans l'ordre et avant tout calcul. Le tableau VN-34 résume les exclusions. La règle R3 écarte les durées de complétion inférieures au tiers de la médiane du fichier reçu, seuil défini après le recueil ; dans B1, les trois réponses concernées étaient de toute façon incomplètes. Dans B2, la règle R1 supprime deux réponses sans consentement et la règle R2 exclut du quantitatif neuf répondants qui ont échoué à la question de contrôle ; leurs

réponses ouvertes restent mobilisables. Aucune série de réponses constantes n'a été relevée (règle R4). Conformément à la règle R5, chaque analyse porte sur les cas complets de la section concernée et rapporte son propre effectif.

Tableau VN-34 : Journal de nettoyage des trois enquêtes de l'étude 3.

Fichier	Règle	Écartées	Restent
B1 micro-enquête	Réponses reçues	92	92
	R3 durée < 84 s (médiane 252 s / 3)	3	89
	R5 complétude : analyses sur cas complets	0	89
B2 enseignants 3AC	Réponses reçues	140	140
	R1 consentement refusé, supprimées	2	138
	R2 CTRL différent de 4, exclues du quantitatif	9	129
	R3 durée < 320 s (médiane 960 s / 3)	5	124
	R4 séries constantes sur les 32 items Likert	0	124
	R5 complétude : analyses section par section, cas complets	0	124
B4 élèves de tronc commun	Réponses reçues	131	131
	R3 durée < 217 s (médiane 651 s / 3)	2	129
	R4 séries constantes sur les 19 items Likert	0	129
	R5 abandons : sections vides traitées en cas complets	10	129

Note. R1 consentement ; R2 question de contrôle ; R3 durée ; R4 séries constantes ; R5 complétude. Pour B4, la ligne R5 compte les abandons en cours de section C, conservés dans les analyses des sections remplies.

Dans B2, les répondants sont 62 hommes et 60 femmes (2 sans réponse) ; 84 sur 124 enseignent les SVT depuis dix ans ou moins, 77 ont été formés en CRMEF, 55 exercent en milieu urbain, 40 en milieu semi-urbain et 29 en milieu rural. 74 déclarent des classes de 3AC de plus de 35 élèves, dont 22 de plus de 45.

Dans B4, les 129 élèves dont la réponse est exploitable se répartissent entre quatre séances supervisées dans deux lycées et trois réponses par lien hors séance. Ils sont 65 filles et 64 garçons, 90 en tronc commun scientifique et 30 en tronc commun littéraire ; 13 viennent d'un collège privé. 124 élèves sur 129 (96,1 %) déclarent moins de 18 ans. Le fichier ne contient aucune variable de consentement ni d'autorisation parentale : aucune autorisation parentale n'a été recueillie pour ces élèves mineurs, et le chapitre 6 expose ce choix et les protections mises en place. Les sections suivantes rapportent d'abord l'usage du manuel, puis les obstacles, les conditions d'enseignement et les entretiens.

VN-Ch10-9 : Usages détaillés du manuel (B1, B2 et B4)

Complément du chapitre 10, section 10.9

Les vingt réponses ouvertes qui expliquent ce non-usage invoquent surtout le temps (« pas le temps », « programme chargé »), l'absence de laboratoire pour les activités, la longueur et la difficulté des textes pour le niveau des élèves, et le caractère artificiel des situations d'ouverture, auxquelles les élèves « donnent la réponse directement ».

L'usage en classe et l'usage par les élèves chez eux ne se situent pas au même niveau. Sur une échelle harmonisée à quatre degrés, la médiane passe de 3 en classe à 2 à la maison, $T = 335{,}0$, $p < ,001$, $r = ,49$, $N = 81$ paires : 46 enseignants déclarent un usage en classe plus fréquent que l'usage à domicile, 21 un usage égal et 14 un usage inférieur. L'harmonisation regroupe « à chaque séance » et « la plupart des séances » ; elle a été décidée pour rendre les deux questions comparables et se déclare comme telle.

Presque tous les répondants complètent le manuel par d'autres supports (83 sur 88). Les documents personnels dominent (76,1 %), devant les ressources en ligne (55,7 %) et les vidéos (45,5 %) ; la plateforme institutionnelle n'est citée que par 21,6 % et les simulations par 9,1 %. Pour 48 répondants sur 83, ces compléments pèsent souvent ou toujours plus que le manuel. Cette fréquence n'est pas liée à la fréquence d'usage du manuel en classe, $\tau b = ,00$, $p = ,993$, $N = 83$; avec cet effectif, seul un τ d'au moins ,20 (soit une corrélation de l'ordre de ,30) aurait été détectable avec une puissance de 80 %.

10.10.2. Le même profil dans B2 et chez les élèves (B4)

Les enseignants de B2, interrogés par cases à cocher, retrouvent la même hiérarchie : les documents et images sont réellement utilisés par 83,6 % d'entre eux (IC 95 % [76,0 ; 89,1]), les exercices de fin de chapitre par 45,9 %, le texte de cours par 41,8 % et les activités proposées par 28,7 % seulement. Le manuel principal est utilisé à chaque séance par 28 enseignants sur 122 et rarement ou jamais par 34.

Du côté des élèves, 96 sur 129 disent avoir eu un manuel de SVT en 3AC. Parmi eux, 36 l'ouvraient à chaque séance ou souvent, et l'ouvraient d'abord pour regarder les images et les documents (66,7 %), bien plus que pour lire le cours (39,6 %) ou faire les exercices (22,9 %). Ils jugent l'aide apportée par ce manuel modeste (médiane 2,5 sur 5, $N = 96$) et 90 élèves sur 126 ont cherché des explications ailleurs, sur internet ou en vidéo. Le contrôle du filtre est cohérent : la question sur la fréquence d'ouverture manque exactement pour les 33 élèves qui

n’avaient pas de manuel ou ne s’en souviennent plus. Le questionnaire B2 interrogeait ensuite les enseignants sur les sept obstacles.

VN-Ch10-10 : Obstacles perçus par les enseignants : distributions, classement forcé et réponses d’élèves rapportées

Complément du chapitre 10, section 10.10

Les enseignants ont situé chacun des sept obstacles sur une échelle allant de 1 (ne se rencontre pas) à 5 (quasi générale et résiste). Le tableau 51 et la figure VN-18 rapportent les distributions. Tous les obstacles sont jugés présents : la médiane vaut 4 pour cinq d’entre eux et 3 pour les deux autres. L’obstacle de l’enzyme assimilée à un acide arrive en tête, avec 67,2 % de réponses « fréquente et résiste » ou « quasi générale », suivi de la digestion réduite au broyage (62,6 %) et du finalisme (63,1 %) ; le tube vu comme un tuyau traversant les glandes ferme la marche (37,4 %).

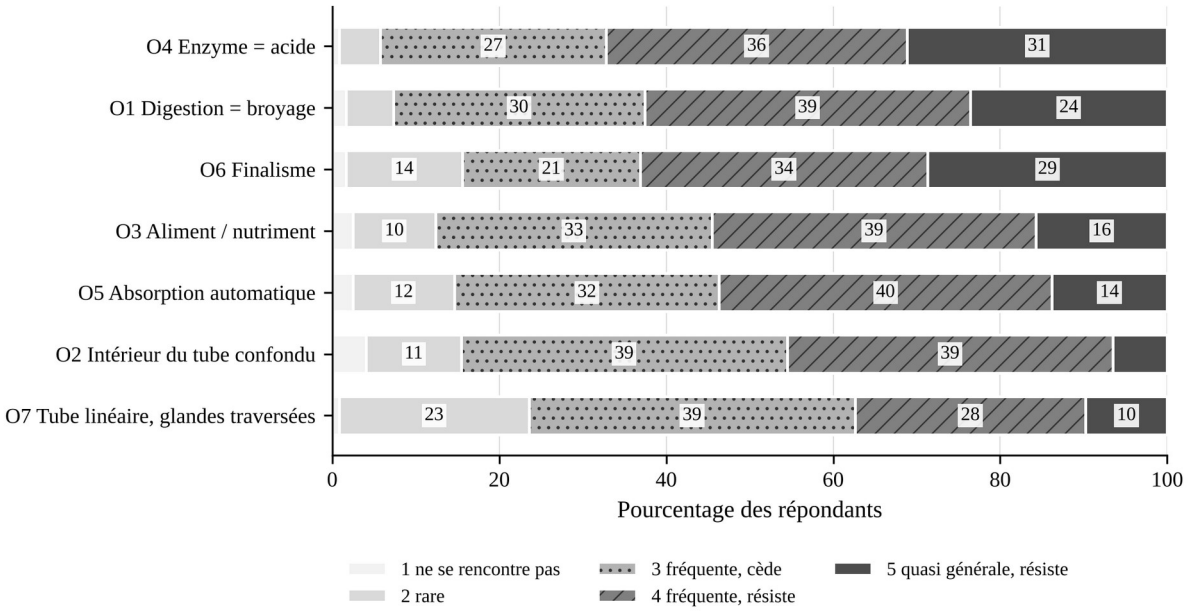


Figure VN-18 : Distribution des cotations des sept obstacles par les enseignants de B2, en pourcentage des répondants.

Les sept obstacles ne sont pas jugés également répandus, $\chi^2F(6) = 51{,}68$, $p < {,}001$, $W = {,}08$, $N = 114$. La taille d’effet est faible : les écarts entre obstacles sont réels mais modestes au regard de la variation entre enseignants. Sur les vingt et une comparaisons par paires annoncées (Wilcoxon, correction de Holm), 7 restent significatives ; elles opposent toutes les obstacles du haut du classement (enzyme, broyage, finalisme) aux deux obstacles du bas (intérieur du tube,

tube linéaire), et l'enzyme à l'absorption automatique. Les obstacles du milieu du classement ne se distinguent pas les uns des autres.

10.11.2. Le classement forcé

Invités à désigner les trois obstacles les plus résistants, 113 enseignants ont fourni un classement valide ; 7 classements incomplets et 4 classements comportant deux fois le même obstacle ont été écartés. Le contrôle arithmétique est vérifié : 678 points et 339 citations, soit 6 *N* et 3 *N*. La figure VN-19 donne les points de Borda. L'enzyme assimilée à un acide totalise 171 points et figure dans le classement de 69,0 % des répondants ; viennent ensuite le broyage (132 points) et la confusion entre aliment et nutriment (125 points), loin devant les quatre autres, qui se tiennent entre 44 et 71 points.

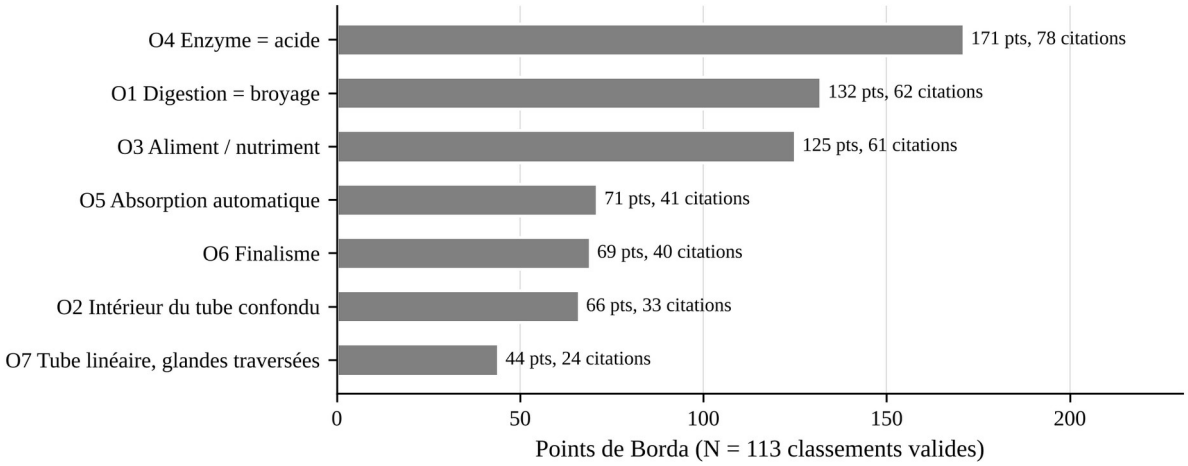


Figure VN-19 : Points de Borda des sept obstacles dans le classement forcé de B2 (N = 113).

Les deux classements, par la moyenne et par Borda, concordent largement (ρ = ,89 sur sept rangs, indication et non test). Une inversion se détache : le finalisme est troisième par la moyenne mais cinquième par Borda. Les enseignants le jugent fréquent sans le désigner comme résistant, ce que les entretiens éclairent (section 10.14).

10.11.3. Les réponses d'élèves rapportées par les enseignants

Deux questions ouvertes demandaient une réponse d'élève révélatrice (B9, 75 réponses) et l'erreur la plus fréquente dans les copies (G3, 84 réponses). Codées sur la grille des sept obstacles, elles placent en tête la digestion réduite au broyage (21 occurrences), puis l'enzyme assimilée à un acide (12), l'absorption automatique et la confusion entre aliment et nutriment (11 chacune). Un peu moins d'un tiers des codes de B9 et la grande majorité de ceux de G3 (63 sur 84) sortent de la grille : ils portent sur l'évaluation (lecture de tableau, absence de témoin,

réponses non justifiées), la langue et le vocabulaire, ou sur des conceptions que la grille ne prévoit pas (digestion dans le sang, liquides non digérés, estomac qui cuit les aliments). Le classement des verbatim rejoint celui de Borda (ρ = ,85). Ce codage est, comme celui des manuels, celui d'un codeur unique.

Quelques réponses rapportées donnent la mesure de ces obstacles. Un enseignant cite un élève pour qui « l'enzyme c'est comme l'acide de la batterie elle brule tout » ; un autre, une copie où « les petits morceaux passent dans le sang tout seuls » ; un troisième, un élève qui, apprenant que le tube digestif est ouvert aux deux bouts, en conclut en riant « alors on est comme un tuyau ». Les élèves de B4 se sont prononcés sur les mêmes obstacles, sous une autre forme.

VN-Ch10-11 : Croisements du questionnaire élèves B4

Complément du chapitre 10, section 10.11

Pour chacun des sept obstacles, les élèves choisissaient entre une formulation porteuse de l'obstacle, une formulation correcte et « je ne sais pas ». Le tableau 52 et la figure VN-20 donnent les trois proportions. Dans cet échantillon, entre 37,2 % et 58,1 % des élèves retiennent la formulation porteuse de l'obstacle selon l'item. La confusion entre aliment et nutriment (58,1 %), le finalisme (57,1 %), l'absorption automatique (56,3 %) et l'enzyme assimilée à un acide (55,0 %) concernent plus de la moitié des répondants ; l'intérieur du tube est le seul obstacle pour lequel la formulation correcte l'emporte (48,8 %).

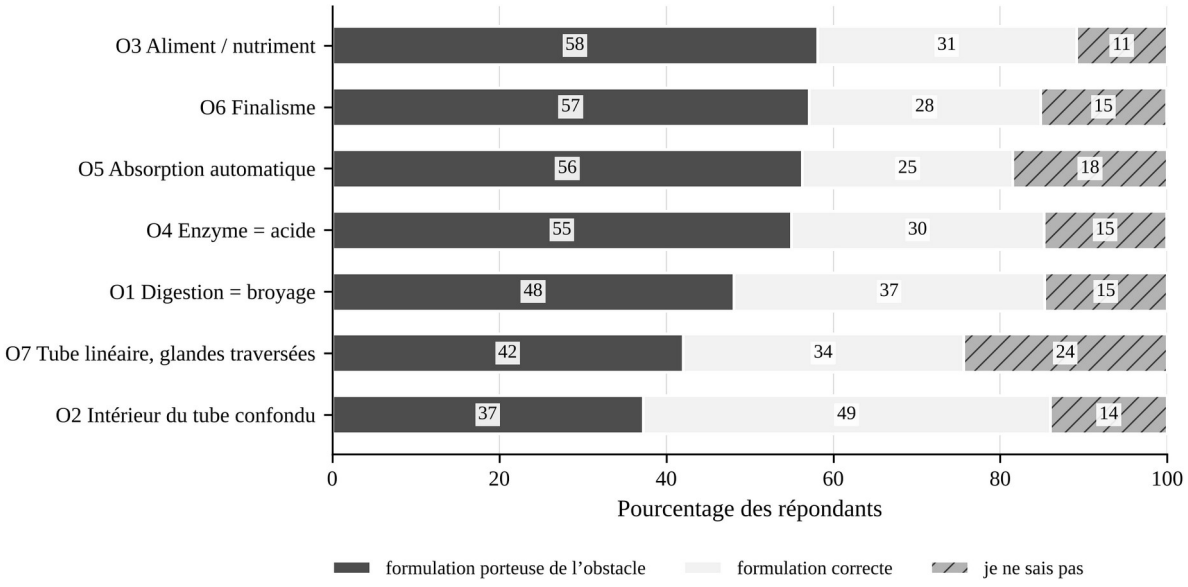


Figure VN-20 : Réponses des élèves de tronc commun aux sept items d'obstacle de B4, en pourcentage.

Les sept proportions diffèrent, Q de Cochran(6) = 22,11, p = ,001, W = ,03, N = 119. Le Q de Cochran est le test retenu pour cette source. Le khi-deux d'ajustement prévu à l'origine n'est pas retenu, parce que les mêmes élèves répondent aux sept items : il traiterait 833 réponses comme indépendantes. Rapporté pour mémoire, il vaut 9,77 (w de Cohen = ,15) pour six degrés de liberté, valeur qui ne permettrait pas de rejeter l'uniformité au seuil de 5 % : chez les élèves, le rejet de l'uniformité repose donc sur le seul Q de Cochran. Le W très faible indique que les écarts entre obstacles, s'ils dépassent le bruit de l'échantillon, restent petits devant la variation entre élèves : la hiérarchie se lit avec prudence, et les quatre premiers obstacles se tiennent en un peu plus de trois points de pourcentage. Le nombre d'obstacles par élève, calculé pour les croisements et jamais comme une note, a pour médiane 4 (EIQ 2 à 5, N = 119) ; 5 élèves n'en portent aucun et 2 les portent tous.

10.12.1. Croisements

Chaque obstacle a été croisé avec la moyenne de SVT déclarée en 3AC et avec l'intérêt pour les SVT, soit quatorze tests corrigés par la méthode de Holm. Deux associations résistent à la correction, toutes deux avec la moyenne déclarée : l'intérieur du tube confondu, $\chi^2(3, N = 123) = 18{,}51$, p corrigé = ,005, V = ,39, retenu par 64,5 % des élèves déclarant moins de 10 de moyenne contre 9,1 % de ceux qui déclarent plus de 15 ; et l'enzyme assimilée à un acide, $\chi^2(3, N = 123) = 17{,}75$, p corrigé = ,006, V = ,38, de 74,2 % à 18,2 %. Pour les cinq autres obstacles, la proportion la plus basse se trouve aussi chez les élèves déclarant plus de 15, mais l'association ne survit pas à la correction. Aucune association avec l'intérêt pour les SVT ne survit à la correction.

Pour l'obstacle le plus fréquent, la confusion entre aliment et nutriment, une régression logistique introduit ensemble la moyenne déclarée, l'intérêt et la filière (N = 115, élèves des filières technologique et autre écartés faute d'effectif). Le modèle dans son ensemble se distingue du modèle nul, $\chi^2(5) = 13{,}45$, p = ,020, R^2 de Nagelkerke = ,15, mais aucun prédicteur n'est significatif isolément ; le plus net est la moyenne supérieure à 15, rapport de cotes = 0,30, IC 95 % [0,09 ; 1,02], p = ,053.

Enfin, les élèves qui déclarent avoir surtout appris le chapitre par cœur perçoivent un peu moins souvent un enseignant qui les faisait chercher avant de donner la réponse, $\rho = -{,}19$, IC 95 % [−,36 ; −,01], p = ,032, N = 129 ; l'apprentissage par cœur n'est pas lié au cours magistral perçu, ρ = ,08, p = ,352. Tous ces croisements sont bivariés : la moyenne déclarée, la filière et la localisation du collège sont liées entre elles, et ces analyses ne séparent pas leurs effets. Les

obstacles ne sont qu'une partie de ce que mesure B2, qui interrogeait aussi les prérequis, les pratiques et les conditions d'enseignement.

VN-Ch10-12 : Prérequis, pratiques et contraintes déclarés

Complément du chapitre 10, section 10.12

10.13. Prérequis, pratiques et conditions d'enseignement

10.13.1. Prérequis

Les quatre items sur les prérequis forment le seul bloc de B2 qui revendique un construit et atteint le seuil de fiabilité retenu après le recueil : α = ,86, IC 95 % [,81 ; ,90], N = 117. La notion de transformation chimique est le prérequis le plus souvent jugé mal installé (69,7 % d'accord), devant la notion de cellule (61,5 %) et les repères d'anatomie (50,8 %) ; 61,5 % des répondants disent consacrer un temps significatif à réinstaller ces prérequis. Le score de prérequis (M = 3,66, ET = 0,89) n'est pas lié de façon significative aux résultats déclarés des élèves, ρ = −,18, IC 95 % [−,36 ; ,02], p = ,059, N = 112 ; avec cet effectif, une corrélation inférieure à ,26 en valeur absolue n'était pas détectable.

Les blocs des obstacles (α = ,42), des pratiques (α = ,12), des contraintes (α = ,13) et des attentes envers le numérique (α = −,21) ont des alphas bas ou négatifs. Ce résultat tient à leur conception : ils inventorient des éléments distincts et ne visent pas un construit unidimensionnel. Ils sont donc lus item par item, sans score ; cette décision, prévue par les règles de dépouillement, est déclarée.

10.13.2. Pratiques déclarées et perçues

Les pratiques déclarées par les enseignants de B2 dessinent un enseignement appuyé sur l'image et le dialogue. Les schémas et planches sont utilisés souvent ou à chaque fois par 85,2 % des répondants, le cours dialogué par 60,3 %, les exemples tirés de l'alimentation locale par 60,3 %. L'expérience sur une enzyme est la pratique la plus rare : 62,3 % la mènent jamais ou rarement. Les tests d'identification des aliments, la démarche d'investigation complète et les vidéos se situent entre les deux.

Ces pratiques expérimentales dépendent fortement du laboratoire déclaré. Les tests d'identification des aliments, $H(2)$ = 37,77, p < ,001, ε^2 = ,31, N = 121, passent d'une moyenne de 3,54 quand le laboratoire est équipé à 2,73 quand il l'est partiellement et à 1,90 sans

laboratoire ; l'expérience enzymatique, $H(2) = 33{,}91$, $p < ,001$, $\varepsilon^2 = ,28$, $N = 120$, de 2,85 à 2,29 puis 1,45. Les trois comparaisons de Dunn corrigées par Holm sont significatives dans les deux cas. Le laboratoire est équipé pour 41 répondants sur 122, partiellement pour 50 et absent pour 31.

Les élèves de B4 perçoivent, un an plus tard, un enseignement de même profil, avec un écart systématique. Le cours parlé avec prise de notes est la pratique qu'ils perçoivent le plus souvent ($M = 3{,}96$, contre 3,69 déclaré par les enseignants pour le cours dialogué), et toutes les autres pratiques sont perçues comme moins fréquentes que les enseignants ne les déclarent, la situation de départ surtout (2,78 contre 3,37). Seules les expériences sont au même niveau bas dans les deux sources (2,25). Les deux populations ne sont pas appariées et les formulations diffèrent : la comparaison est descriptive.

10.13.3. Contraintes et évaluation

Le volume horaire est la contrainte la plus partagée (65,5 % d'accord pour le juger insuffisant), devant les contenus écartés faute de temps (61,9 %). Le poids de l'effectif sur l'activité pratique croît avec la taille déclarée des classes, $\rho = ,49$, IC 95 % [,33 ; ,62], $p < ,001$, $N = 119$. Les évaluations reposent d'abord sur l'exploitation de documents, les réponses courtes et les QCM ; le compte rendu d'expérience n'est utilisé que par 20,2 % des répondants. Les résultats des élèves sur ces chapitres sont jugés moyens par 56 enseignants sur 119 et faibles ou très faibles par 38. Près de la moitié des répondants (60 sur 119) n'ont suivi aucune formation continue en didactique des SVT depuis trois ans. Les entretiens reprennent ces conditions du point de vue de cinq enseignants.

VN-Ch10-13 : Les entretiens enseignants : relevé, thèmes et extraits

Complément du chapitre 10, section 10.13

10.14. Ce que disent les entretiens (B7)

Les cinq entretiens ont été conduits entre le 24 mars et le 3 avril 2026, par téléphone ou en visioconférence, avec deux enseignantes et un enseignant de milieu rural ou semi-urbain, et avec une enseignante et un enseignant de milieu urbain, relevant de quatre académies régionales (Tanger-Tétouan-Al Hoceïma, Fès-Meknès, l'Oriental et Casablanca-Settat), qui ont entre deux et neuf ans d'ancienneté et des classes de 36 à 45 élèves. Les réponses, en arabe marocain, ont été traduites par le chercheur lors de la transcription.

10.14.1. Relevé par entretien

Le tableau VN-35 donne, pour chaque entretien, la position de l'enseignant sur les thèmes de surface du guide B7 ; une case vide signifie que le thème n'est pas abordé. Les transcriptions ont ensuite fait l'objet d'une analyse thématique en six phases (Braun et Clarke, 2006), conduite avec celle de l'étude 2 et décrite à la section 9.5.1. Les cinq transcriptions comptent 116 tours de parole des enseignants. Le codage, à partir d'une grille thématique (obstacles, usages du manuel, conditions, numérique, attentes et craintes) complétée de codes émergents, a porté sur 109 de ces tours, sept tours n'ayant pas été codés, et sur 18 réponses à la question ouverte de B1. Sept thèmes ont été retenus ; le tableau VN-36 les définit et donne leur présence dans les sources.

Tableau VN-35 : Thèmes relevés dans les cinq entretiens enseignants (guide B7).

Thème	ENT-01	ENT-02	ENT-03	ENT-04	ENT-05
Obstacle jugé le plus difficile	broyage, transformation	Enzyme assimilée à un acide	absorption	transformation (broyage)	spécificité de l'enzyme, absorption
Finalisme toléré, peu corrigé	oui	oui	oui	oui	corrigé une fois
Laboratoire	aucun	partiel	partiel	aucun	équipé, sans préparateur
Élèves possédant le manuel	10 à 12 sur 42	n.d.	n.d.	environ 12 sur 45	presque tous
Activités du manuel	jamais	jamais	une ou deux	jamais	transformées
Situation de départ	supprimée	remplacée	remplacée	remplacée	remplacée
Éducation nutritionnelle	sacrifiée	sacrifiée	sacrifiée	sacrifiée	sacrifiée
Langue comme obstacle	premier obstacle	la traduction en crée	son sujet	double le temps	lecture des documents
Outil numérique abandonné		Kahoot	application de quiz, essayée une fois	application de QCM	tableau interactif
Attente : hors connexion	oui	oui		oui	oui
Attente : deux langues	oui	darija	oui	oui	
Attente : exercices à correction immédiate	oui	oui	oui	avec correction	avec correction

Note. Relevé établi par le chercheur à partir des transcriptions ; une case vide signifie que le thème n'est pas abordé, non qu'il est contredit. n.d. : non dit.

10.14.2. Analyse thématique en six phases

Tableau VN-36 : Thèmes de l'étude 3 et leur présence dans les entretiens.

Thème	Définition	Segments	Entretiens	B1 Q7
Un manuel réécrit par l'enseignant	Le manuel sert de réservoir de documents ; ses activités, ses ouvertures et ses textes sont évités, réécrits ou remplacés, souvent parce que les élèves ne l'ont pas.	42	5 sur 5	10
Des obstacles connus, combattus de façon inégale	Les sept obstacles sont reconnus ; le broyage, l'enzyme et l'absorption sont combattus, le finalisme est toléré ; l'évaluation par restitution les laisse intacts.	43	5 sur 5	1

Thème	Définition	Segments	Entretiens	B1 Q7
Les conditions fabriquent la pratique	Laboratoire, effectif, horaire et matériel font la pratique : ils poussent vers le cours dialogué et font sacrifier l'éducation nutritionnelle.	52	5 sur 5	7
La langue, obstacle transversal	La langue d'enseignement double le temps, transforme les mots en sons appris par cœur et crée ses propres obstacles.	20	5 sur 5	3
Un numérique déjà là, bricolé, souvent abandonné	Le numérique existe déjà, porté par l'enseignant et son téléphone ; les outils qui supposent un appareil par élève sont abandonnés.	18	5 sur 5	0
Des attentes précises et des craintes lucides	Les attentes convergent (hors connexion, animations, deux langues, exercices qui expliquent l'erreur) ; les craintes aussi (imposé sans moyens, inégalités, élèves passifs).	17	5 sur 5	0
Seuls face au prescrit	Inspection rare, formation hors sol, collègue absent, parents qui jugent au cahier : l'enseignant est seul face au prescrit.	15	5 sur 5	0

Note. Les sept thèmes sont présents dans les cinq entretiens ; B1 Q7 : réponses ouvertes à la question « si vous n'utilisez jamais certaines parties, pourquoi ? ».

Un manuel réécrit par l'enseignant. Les cinq enseignants utilisent le manuel comme un réservoir de documents et le réécrivent pour le reste. Les raisons tiennent au manuel (des activités « écrites pour un laboratoire qui n'existe pas » (B7-02-009), des ouvertures jugées artificielles, des textes trop longs en français), aux élèves qui ne l'ont pas, et aux parents : « Ici le cahier c'est la preuve que le prof travaille » (B7-04-014). Les réponses ouvertes de B1 disent la même chose en une ligne : le manque de temps, de laboratoire, et des textes trop longs pour le niveau.

Des obstacles connus, combattus de façon inégale. Les enseignants décrivent les obstacles avec précision, et chacun a sa parade (le pain mâché qui devient sucré, la salive chauffée, l'image de l'usine à côté du tube). L'enzyme assimilée à un acide est décrite comme un mur, « Un acide, un acide, un acide » (B7-02-004), et une enseignante restitue la logique d'un élève pour qui le pain est « quand même dedans parce qu'on ne le voit plus » (B7-03-005). Le finalisme, lui, est laissé passer par quatre enseignants sur cinq, une enseignante disant le corriger une fois. Deux enseignants relient la survie des obstacles à l'évaluation : on évalue la restitution, et les conceptions restent dessous. Cette tolérance rejoint l'écart observé dans B2 entre un finalisme jugé fréquent et rarement désigné comme résistant.

Les conditions fabriquent la pratique. C'est le thème le plus dense (52 segments). Une enseignante en donne la règle : « C'est contradictoire avec les orientations, mais c'est l'arithmétique » (B7-05-013). L'éducation nutritionnelle est sacrifiée dans les cinq cas, et, dans des classes de 36 à 45 élèves, les activités pratiques se réduisent à une démonstration au bureau ou disparaissent.

La langue, obstacle transversal. Présente dans les cinq entretiens et dans trois réponses de B1, la langue double le temps d'enseignement et produit ses propres obstacles : traduit par jdar, la paroi devient un mur que les nutriments ne sauraient traverser. Une enseignante le résume : « ils apprennent des phrases par cœur, sans comprendre » (B7-01-018).

Un numérique déjà là, bricolé, souvent abandonné. Le numérique existe, mais il est porté par l'enseignant, souvent sur son propre matériel : « Mon téléphone. C'est mon laboratoire. » (B7-04-012) Quatre enseignants sur cinq décrivent un outil abandonné ou essayé une fois sans suite (Kahoot, application de quiz ou de QCM, tableau interactif) et la raison est la même : l'outil supposait un appareil par élève ou un matériel que l'établissement ne fait pas fonctionner.

Des attentes précises et des craintes lucides. Les attentes ne sont pas génériques : fonctionner sans connexion, montrer ce que le tableau ne peut pas montrer, expliquer l'erreur et non dire « faux », passer d'une langue à l'autre. La crainte la plus partagée est celle d'un outil de plus imposé sans moyens, « c'est comme me donner une voiture sans essence » (B7-04-023). Une enseignante ajoute un critère que reprendront les experts : un manuel numérique « il doit faire faire, pas faire regarder » (B7-05-019).

Seuls face au prescrit. L'inspection est rare (une visite en deux, trois ou quatre ans), la formation se fait loin et sur les outils plutôt que sur les élèves : « On nous forme sur les outils, jamais sur les conceptions des élèves » (B7-05-023). Un enseignant en milieu rural est le seul professeur de SVT de son collège. Les attentes envers le numérique, présentes dans chaque entretien, sont mesurées dans B2 par quatre items.

VN-Ch10-14 : Robustesse des classements et de l'analyse par rangs

Complément du chapitre 10, sections 10.8, 10.10, 10.11 et 10.16

10.16. Robustesse des classements et de l'analyse par rangs

Les résultats des sections précédentes reposent sur des classements : rangs des parties du manuel, rangs des obstacles chez les enseignants et chez les élèves. Un classement peut être exact pour l'échantillon et fragile dès qu'on change quelques répondants. Cette section le vérifie par rééchantillonnage : chaque enquête est retirée 5 000 fois avec remise, au même effectif, et le classement est recalculé à chaque tirage (graine 2026). Les simulations rééchantillonnent les répondants obtenus : elles mesurent la stabilité d'un résultat face aux fluctuations d'échantillonnage, jamais le biais de recrutement d'un échantillon de convenance.

10.16.1. Stabilité des rangs

La figure VN-21 donne, pour chaque obstacle, la proportion des tirages où il occupe chacun des sept rangs. Chez les enseignants, la hiérarchie est d'une grande stabilité : l'enzyme assimilée à un acide est première dans 96,3 % des tirages, et les trois obstacles de tête (O4, O1, O3) figurent parmi les trois premiers dans au moins 99,7 % des tirages ; seul l'ordre entre le broyage et la confusion entre aliment et nutriment hésite. Le tube linéaire est dernier dans 89,1 % des tirages. Chez les élèves, aucun obstacle n'est premier dans plus d'un tiers des tirages : la confusion entre aliment et nutriment l'est dans 32,5 %, le finalisme dans 25,8 %, l'absorption automatique dans 20,3 % et l'enzyme assimilée à un acide dans 19,3 %. Ces quatre obstacles forment un bloc dont l'ordre interne n'est pas déterminé par les données ; le bas du classement, en revanche, est stable (l'intérieur du tube confondu est dernier dans 78,4 % des tirages).

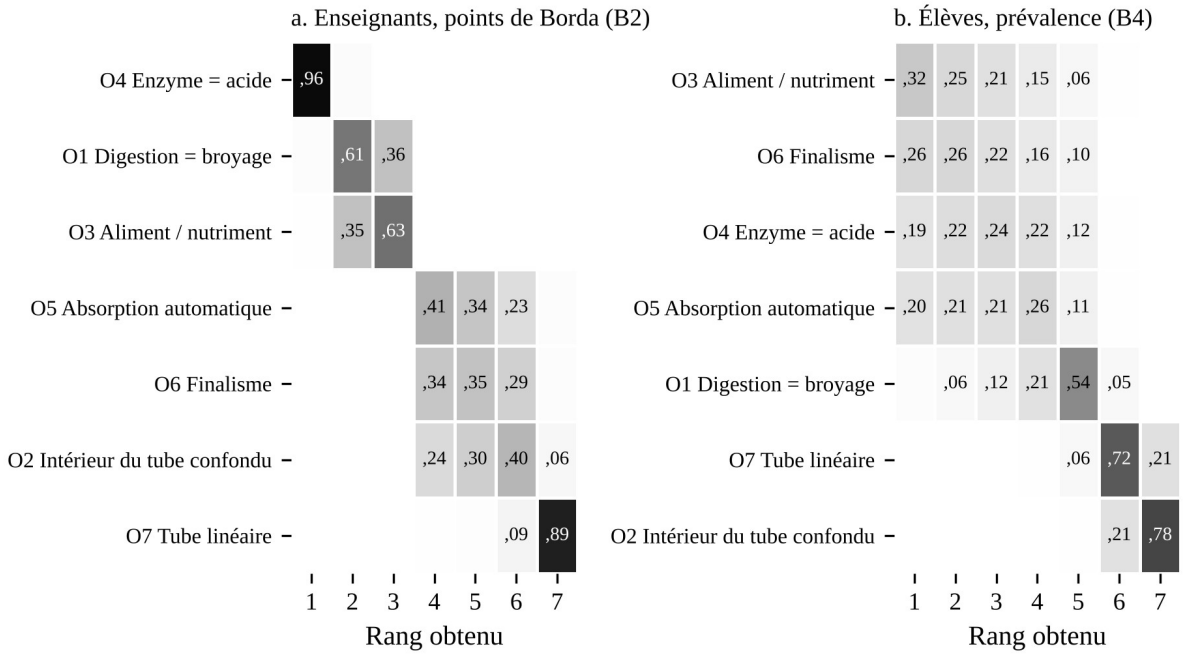


Figure VN-21 : Probabilité, sur 5 000 tirages avec remise, que chaque obstacle occupe chaque rang, chez les enseignants (points de Borda, B2) et chez les élèves (prévalence, B4).

Le même calcul confirme le profil d'usage du manuel dans B1 : les documents, les exercices et le texte de cours occupent les trois premiers rangs des parties utilisées souvent dans au moins 99,8 % des tirages.

10.16.2. L'analyse complémentaire par rangs sous rééchantillonnage

Dans l'échantillon observé, un seul obstacle, la confusion entre aliment et nutriment, figure parmi les trois premiers dans les deux sources (section 10.20). La figure VN-22 montre que ce constat est fragile. En tirant indépendamment les enseignants et les élèves, au moins deux

obstacles communs aux trois premiers rangs apparaissent dans 58,4 % des tirages, un seul dans 41,6 %. Le résultat ne change pas si le classement des enseignants est fait sur les cotations plutôt que sur les points de Borda (58,2 %). La condition est presque toujours remplie avec les quatre premiers rangs (100,0 %) et presque jamais avec les deux premiers (6,7 %). Dans l'échantillon observé, les quatre premiers rangs partagent trois obstacles (O3, O4, O5). La seconde condition de cette analyse complémentaire, au moins deux parties du manuel majoritairement jamais utilisées, est remplie dans 100,0 % des tirages.

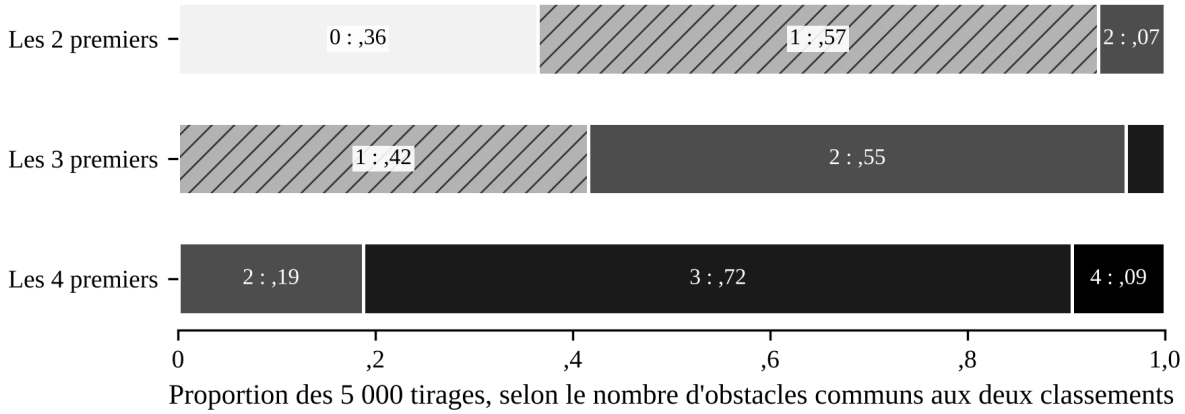


Figure VN-22 : Nombre d'obstacles communs aux premiers rangs des enseignants (Borda, B2) et des élèves (B4), selon le nombre de rangs retenu, sur 5 000 tirages.

Deux conséquences en découlent. Le résultat de la première condition se joue à une fluctuation d'échantillonnage près : avec les trois premiers rangs, les données ne permettent de trancher ni dans un sens ni dans l'autre. Et la définition de « se détacher », que le chapitre 2 ne fixe pas, décide du résultat plus que les données. C'est pourquoi cette règle par rangs est traitée comme une analyse de sensibilité (section 10.20). Les trois premiers rangs restent la lecture de référence de cette analyse, et ce choix n'est pas modifié au vu du résultat qu'il produit.

10.16.3. Groupes de passation et règle d'exclusion

Les élèves de B4 ont répondu en quatre séances supervisées (P1 à P4, une classe chacune) et, pour trois d'entre eux, hors séance (P0). La figure VN-23 place, pour chaque obstacle et chaque groupe, l'écart standardisé entre la prévalence du groupe et la prévalence globale, en fonction de l'effectif du groupe. Sur 35 points, 1 sort des limites à 95 % (le broyage dans P3), quand le hasard seul en ferait attendre 1,8, et aucun ne sort des limites à 99,8 %. Aucun groupe ne s'écarte donc du profil d'ensemble obstacle par obstacle. Le nombre total d'obstacles diffère en revanche légèrement entre les quatre groupes, $H(3) = 7{,}93$, $p = ,048$, $\varepsilon^2 = ,07$, $N = 116$: 4,30 obstacles en moyenne dans P3 contre 3,00 dans P1. P3 est la seule classe de tronc commun

littéraire ; l'écart peut donc tenir à la filière autant qu'aux conditions de passation, sans que les deux puissent être séparés.

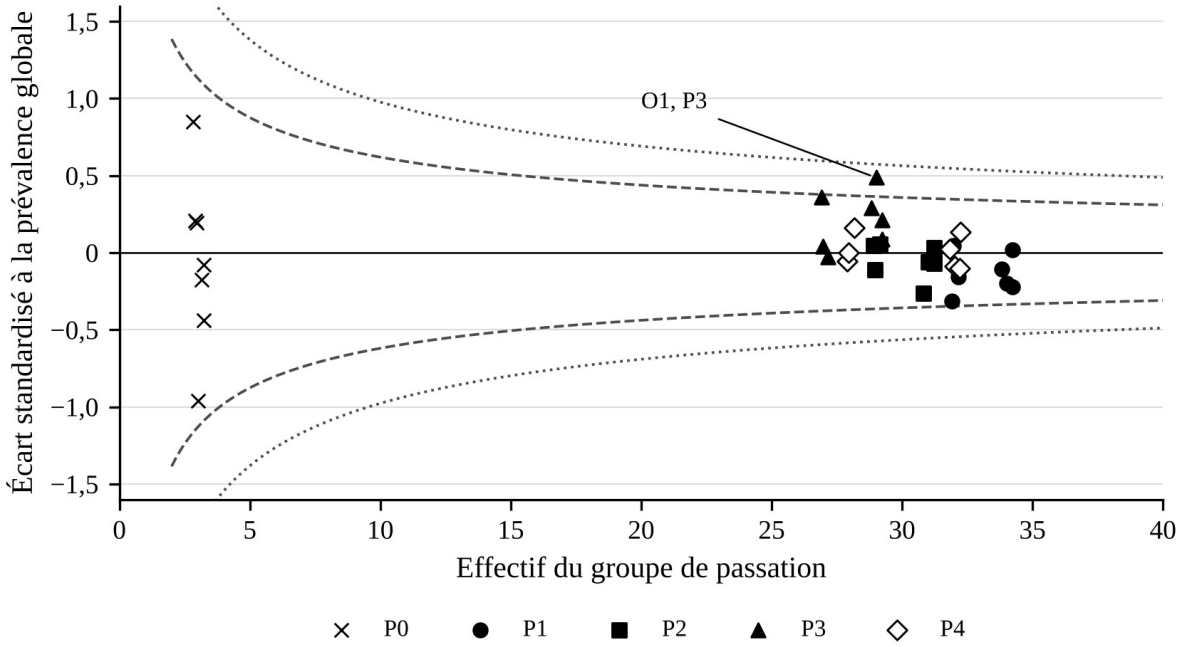


Figure VN-23 : Graphique en entonnoir des prévalences d'obstacle par groupe de passation (B4) ; tirets : limites à 95 %, pointillés : limites à 99,8 %.

La règle R3 écarte les questionnaires remplis en moins du tiers de la durée médiane. Le tableau VN-37 refait les principales analyses sans cette règle et avec des seuils au quart et à la moitié de la médiane. Aucune conclusion ne dépend du seuil : les trois premiers obstacles restent les mêmes dans les deux sources, les statistiques globales varient dans la deuxième décimale et les tailles d'effet de la même façon.

Tableau VN-37 : Sensibilité des principaux résultats au seuil de la règle R3 (durée minimale de complétion).

Seuil R3	*N* B2	*N* B4	*W* bloc B (B2)	Trois premiers, Borda	*Q* de Cochran (B4)	Trois premiers, B4	ε² D3 selon E5
aucun	129	131	,077	O4 O1 O3	22,11, *p* = ,001	O3 O6 O5	,28
1/4 de la médiane	127	129	,074	O4 O1 O3	22,11, *p* = ,001	O3 O6 O5	,29
1/3 (retenu)	124	129	,076	O4 O1 O3	22,11, *p* = ,001	O3 O6 O5	,28
1/2 de la médiane	121	125	,077	O4 O1 O3	21,92, *p* = ,001	O3 O6 O5	,29

Note. Les effectifs B2 sont ceux des analyses quantitatives (après R1 et R2). L'écart entre intention (H1) et conditions déclarées reste significatif ($p < ,001$) à tous les seuils.

10.16.4. Ce que les résultats nuls permettent de dire

Plusieurs associations attendues sont absentes. Une absence ne prouve rien si l'échantillon ne pouvait pas détecter l'effet cherché. La figure VN-24 compare chaque coefficient observé à

l’effet minimal que l’effectif permettait de détecter avec une puissance de 80 % (test bilatéral à 5 %). La fréquence de recours aux compléments et l’usage du manuel dans B1 (a : τ = ,00, *n* = 83), les résultats déclarés et le score de prérequis dans B2 (b : ρ = −,18, *n* = 112), l’intention et l’usage des ressources numériques (c : ρ = −,06, *n* = 116) se situent tous sous le seuil, qui correspond pour le premier à un τ d’au moins ,20 (soit une corrélation de l’ordre de ,30), et à ,26 en ρ pour les deux autres. Ces données excluent une association forte ; elles n’excluent pas une association faible. Le point d, issu de l’étude 2, est commenté au chapitre 9. Restent les réponses ouvertes des questionnaires, qui n’entrent dans aucun de ces classements.

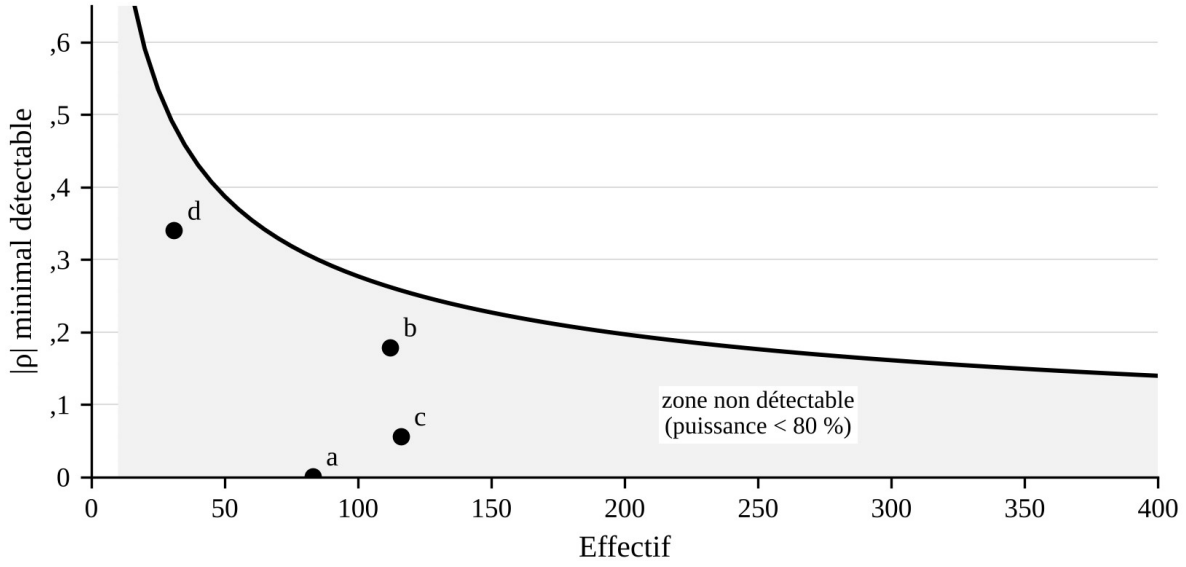


Figure VN-24 : Effet minimal détectable (puissance 80 %, α = ,05) selon l’effectif, et coefficients observés des associations non significatives (a à c : étude 3 ; d : étude 2).

VN-Ch10-15 : Les réponses ouvertes des questionnaires B2 et B4

Complément du chapitre 10, section 10.12

10.17. Les réponses ouvertes des questionnaires

Les questions ouvertes de B2 et de B4 ont été codées réponse par réponse, avec un livre de codes construit à partir du corpus, par un seul codeur. Une réponse peut recevoir plusieurs codes ; les pourcentages sont rapportés au nombre de répondants à la question. Ces décomptes décrivent ce que les répondants ont choisi d’écrire, pas la prévalence d’une opinion : un thème absent d’une réponse n’est pas un thème rejeté.

10.17.1. Enseignants (B2)

La figure VN-25 résume les quatre questions ouvertes de fond. Interrogés sur le prérequis manquant qui les gêne le plus (C5, *n* = 58), les enseignants citent d'abord la cellule et les notions voisines (tissu, membrane : 16 réponses, 27,6 %) et la molécule ou la transformation chimique (14, 24,1 %), avant l'anatomie et la langue. 12 réponses situent le manque au moment de l'absorption intestinale, ce qui prolonge l'item fermé sur la transformation chimique, le prérequis le plus souvent jugé mal installé. La partie la plus souvent supprimée ou écourtée (F5, *n* = 81) est l'éducation nutritionnelle, citée par 37 enseignants (45,7 %), loin devant les expériences et les tests ; plusieurs ajoutent qu'elle est la plus utile aux élèves.

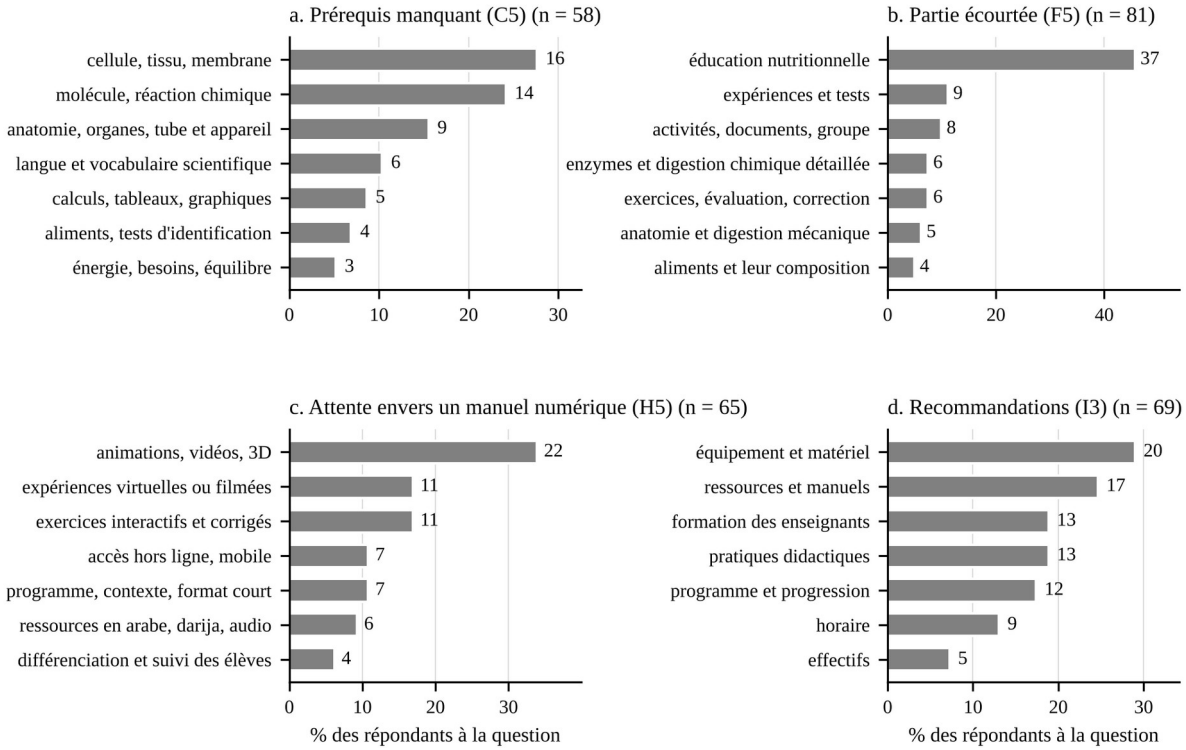


Figure VN-25 : Codes les plus fréquents dans quatre questions ouvertes de B2, en pourcentage des répondants à chaque question (effectifs au bout des barres).

La question sur la partie du manuel qui ne sert pas (E7, *n* = 67) a été codée sur deux axes, la partie visée et la raison donnée. Le manuel dans son ensemble est la réponse la plus fréquente (15), devant les exercices et évaluations (13) et les activités expérimentales (9). Les raisons se répartissent entre l'inadaptation du contenu (contexte, programme, données datées : 17), le manque de moyens (11) et le niveau des élèves (8). Le croisement des deux axes est net : les 11 réponses qui invoquent les moyens visent toutes des activités expérimentales ou numériques, celles qui invoquent l'absence de corrigé visent les exercices, et toutes celles qui portent sur l'éducation nutritionnelle la jugent inadaptée.

Ce qu'un manuel numérique devrait d'abord apporter (H5, $n = 65$) se concentre sur la visualisation : animations, vidéos ou 3D (22), expériences virtuelles ou filmées (11) et exercices interactifs corrigés (11). Les recommandations (I3, $n = 69$) placent l'équipement en tête (20, 29,0 %), suivi des ressources, de la formation, des pratiques didactiques et du programme. Le dernier champ libre (I4, $n = 47$) est surtout fait de formules de politesse ; les autres réponses parlent de moyens, du système et de l'intérêt pour la recherche (six réponses).

Quatre croisements entre ces codes et les questions fermées ont été testés (khi-deux par permutation, 5 000 tirages, Holm sur la famille). Aucun ne résiste : l'attente d'expériences virtuelles ne varie pas avec le laboratoire déclaré, $V = ,25$, p corrigé = ,521 (aucun des quinze enseignants sans laboratoire ne la formule) ; l'éducation nutritionnelle n'est pas plus souvent écourtée dans les grandes classes, $V = ,26$, p corrigé = ,521. Avec des cases qui comptent souvent moins de cinq réponses, ces tests ne pouvaient détecter que des associations fortes.

10.17.2. Élèves (B4)

La figure VN-26 présente les deux questions ouvertes de B4. Ce qui a paru le plus difficile (B5, $n = 75$) est d'abord l'enzyme et la digestion chimique (18, 24,0 %), puis l'absorption et le passage dans le sang (12), le vocabulaire et le français (9) et les organes (9). Les deux premiers codes recoupent les items fermés B2 et B3, mais ne les prolongent pas : les élèves qui citent l'enzyme ne jugent pas l'item fermé sur les enzymes plus difficile que les autres répondants, $\delta = ,02$, $p = ,907$, et il en va de même pour l'absorption, $\delta = -,05$, $p = ,785$. L'item fermé mesure un degré de difficulté ; la réponse ouverte désigne ce qui vient à l'esprit en premier.

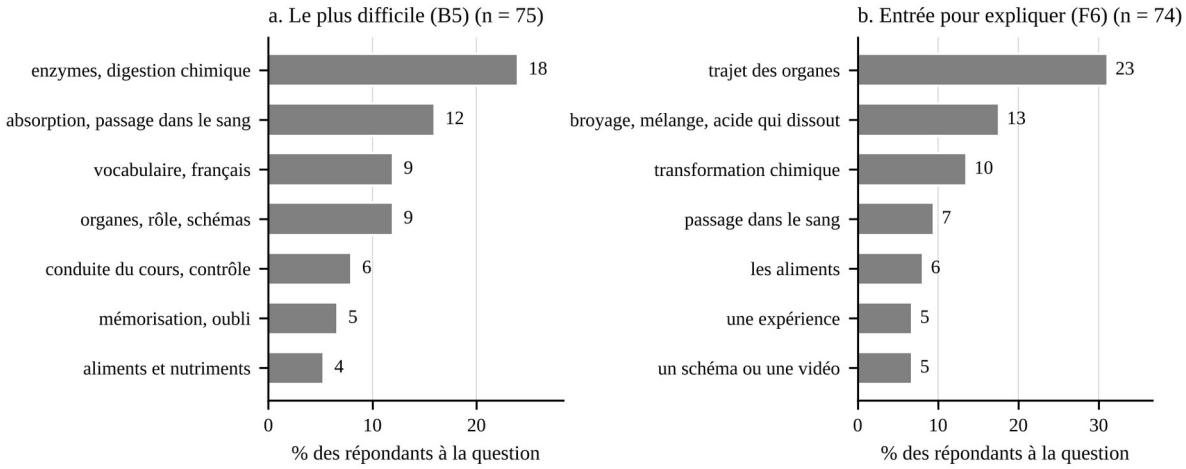


Figure VN-26 : Codes les plus fréquents dans les deux questions ouvertes de B4, en pourcentage des répondants à chaque question.

Invités à dire par quoi ils commenceraient pour expliquer la digestion à plus jeune (F6, $n = 74$), les élèves partent surtout du trajet des organes (23, 31,1 %). 13 réponses (17,6 %) partent du broyage, du mélange ou de l'acide qui dissout, c'est-à-dire d'une formulation porteuse des obstacles O1 et O4, et 10 (13,5 %) d'une transformation chimique. Le plan proposait de croiser cette entrée avec la réponse à l'item sur le broyage (C1). Sur les 70 élèves dont l'entrée est codable, l'association n'est pas significative, $\chi^2(4) = 4{,}29$, p par permutation = ,382, $V = ,17$, et le nombre d'obstacles ne varie pas avec l'entrée choisie, $H(2) = 0{,}62$, $p = ,732$. L'entrée spontanée ne prédit donc pas la réponse aux items fermés ; les deux mesures ne se recouvrent pas. Les croisements qui suivent sortent du plan d'analyse.

VN-Ch10-16 : Analyses exploratoires de l'étude 3

Complément du chapitre 10, section 10.11

10.18. Analyses exploratoires

Les croisements de cette section n'étaient pas prévus par le plan d'analyse. Ils ont été décidés après les premiers résultats et sont rapportés comme exploratoires : ils suggèrent des pistes, ils ne confirment rien. Chaque famille de tests est corrigée par la méthode de Holm, et le tableau VN-38 les rapporte tous, significatifs ou non.

Sur 34 tests, 5 restent significatifs après correction, tous dans la même famille : la clarté que les élèves attribuent aujourd'hui au chapitre. Plus un élève porte d'obstacles, moins le chapitre lui paraît clair, $\rho = -,40$, IC 95 % [−,55 ; −,23], p corrigé < ,001, $N = 119$ (figure VN-27). La relation vaut obstacle par obstacle pour le broyage, l'intérieur du tube, la confusion entre aliment et nutriment et l'enzyme assimilée à un acide (δ de Cliff de −,33 à −,26), pas pour les trois autres. L'hypothèse d'une illusion de compréhension, des élèves sûrs d'eux et porteurs d'obstacles, n'est donc pas la règle : la plupart des élèves qui portent beaucoup d'obstacles le sentent. Elle décrit pourtant une minorité : sur les 32 élèves qui jugent le chapitre clair ou très clair, 11 portent au moins quatre obstacles sur sept.

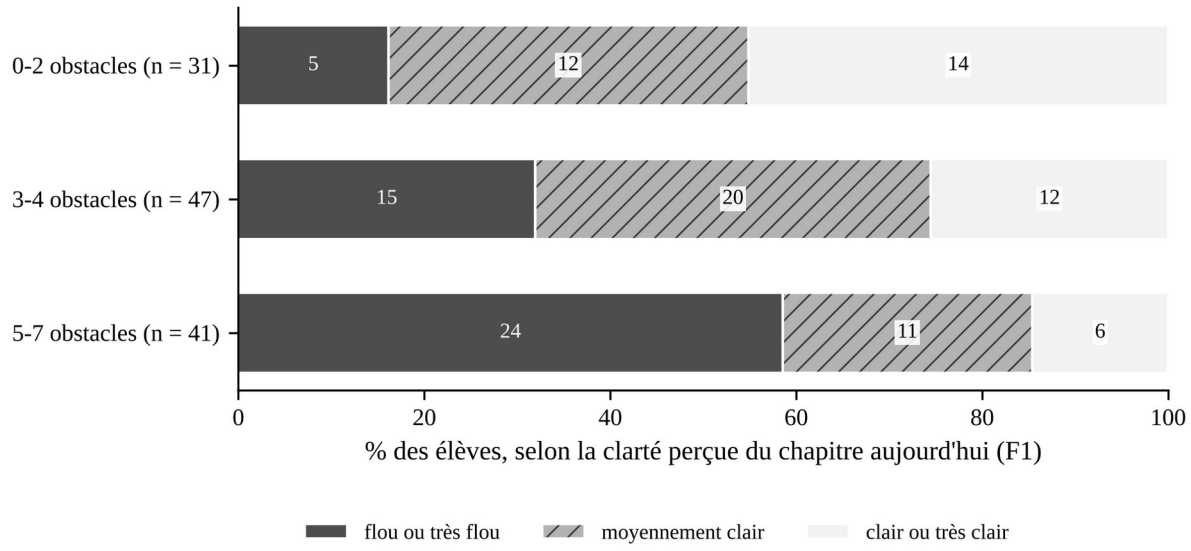


Figure VN-27 : Clarté perçue du chapitre aujourd'hui (F1) selon le nombre d'obstacles portés, élèves de B4 (N = 119, effectifs dans les barres).

Les autres familles ne donnent rien qui résiste à la correction. Le nombre d'obstacles des élèves ne varie ni avec la possession d'un manuel en 3AC, ni avec la fréquence à laquelle ils l'ouvraient, ni avec la recherche d'explications ailleurs ; il tend à croître avec l'apprentissage par cœur déclaré, ρ = ,17, *p* = ,059 avant correction. Chez les enseignants, la perception des obstacles ne dépend ni du laboratoire ni de la formation continue. Les répondants de l'académie de Tanger-Tétouan-Al Hoceïma, qui forment 70,2 % des 124 répondants retenus, cotent un peu plus bas les obstacles et l'acceptabilité que ceux des autres académies (δ de −,23 et −,24), mais ces écarts disparaissent après correction ; rien n'indique, sur ces blocs, que la surreprésentation de cette académie déforme les résultats. Enfin, les pratiques déclarées ne sont liées à aucune des contraintes correspondantes (|ρ| ≤ ,13). Ces analyses closent le volet par enquête ; la section 10.19 rapproche ses résultats de ceux des manuels.

Tableau VN-38 : Ensemble des croisements exploratoires de l'étude 3, avec correction de Holm par famille.

Famille	Croisement	*N*	Statistique	*p*	*p* Holm	Effet
Nombre d'obstacles (B4)	Selon la possession d'un manuel en 3AC (E1)	119	*H*(2) = 2,24	,327	,654	ε² = ,019
	Selon la fréquence d'ouverture du manuel (E2, « jamais » écarté, n = 3)	86	*H*(3) = 4,73	,192	,577	ε² = ,056
	Selon la recherche d'explications ailleurs (E5)	116	*H*(2) = 0,23	,892	,892	ε² = ,002
	Et apprentissage par cœur déclaré (B4)	119	ρ = ,17	,059	,293	
	Et intérêt pour les SVT (A7)	119	ρ = −,14	,139	,555	
Clarté perçue (B4)	Clarté perçue aujourd'hui (F1) et nombre d'obstacles	119	ρ = −,40	< ,001	< ,001	

Famille	Croisement	*N*	Statistique	*p*	*p* Holm	Effet
	F1 selon O1 Digestion réduite au broyage	129	*U* = 1475,0	,003	,020	δ = −,29
	F1 selon O2 Intérieur du tube (obstacle topologique)	129	*U* = 1311,0	,001	,010	δ = −,33
	F1 selon O3 Confusion entre aliment et nutriment	129	*U* = 1508,0	,011	,042	δ = −,26
	F1 selon O4 Enzyme assimilée à un acide	129	*U* = 1500,5	,006	,031	δ = −,27
	F1 selon O5 Absorption automatique	119	*U* = 1422,5	,076	,228	δ = −,18
	F1 selon O6 Finalisme	119	*U* = 1449,0	,113	,228	δ = −,16
	F1 selon O7 Tube linéaire, glandes traversées	119	*U* = 1599,5	,484	,484	δ = −,07
Obstacles perçus selon le laboratoire (B2)	O1 Digestion réduite au broyage selon laboratoire (E5)	121	*H*(2) = 5,16	,076	,454	ε² = ,043
	O2 Intérieur du tube (obstacle topologique) selon laboratoire (E5)	121	*H*(2) = 2,29	,318	1,000	ε² = ,019
	O3 Confusion entre aliment et nutriment selon laboratoire (E5)	119	*H*(2) = 6,32	,042	,297	ε² = ,054
	O4 Enzyme assimilée à un acide selon laboratoire (E5)	120	*H*(2) = 2,53	,282	1,000	ε² = ,021
	O5 Absorption automatique selon laboratoire (E5)	121	*H*(2) = 0,65	,723	1,000	ε² = ,005
	O6 Finalisme selon laboratoire (E5)	120	*H*(2) = 1,87	,393	1,000	ε² = ,016
	O7 Tube linéaire, glandes traversées selon laboratoire (E5)	121	*H*(2) = 0,44	,801	1,000	ε² = ,004
Obstacles perçus selon la formation (B2)	O1 Digestion réduite au broyage selon formation continue (I1)	118	*H*(2) = 2,96	,228	1,000	ε² = ,025
	O2 Intérieur du tube (obstacle topologique) selon formation continue (I1)	118	*H*(2) = 3,23	,199	1,000	ε² = ,028
	O3 Confusion entre aliment et nutriment selon formation continue (I1)	116	*H*(2) = 0,40	,817	1,000	ε² = ,004
	O4 Enzyme assimilée à un acide selon formation continue (I1)	117	*H*(2) = 0,09	,958	1,000	ε² = ,001
	O5 Absorption automatique selon formation continue (I1)	118	*H*(2) = 3,05	,218	1,000	ε² = ,026
	O6 Finalisme selon formation continue (I1)	117	*H*(2) = 0,01	,996	1,000	ε² = ,000
	O7 Tube linéaire, glandes traversées selon formation continue (I1)	118	*H*(2) = 0,03	,984	1,000	ε² = ,000
Académie TTAH contre autres (B2)	Bloc B (obstacles, moyenne)	114	*U* = 1063,0	,048	,192	δ = −,23
	Bloc C (prérequis)	117	*U* = 1373,0	,614	,974	δ = −,06
	Bloc F (contraintes)	111	*U* = 1111,5	,487	,974	δ = −,09
	Bloc H (acceptabilité)	107	*U* = 913,5	,048	,192	δ = −,24
Pratiques et contraintes (B2)	Expérience enzymatique (D3) et préparation impossible (F4)	116	ρ = ,03	,786	,786	
	Démarche d’investigation (D5) et horaire insuffisant (F1)	117	ρ = ,11	,235	,470	
	Travail de groupe (D8) et effectif (A8)	124	ρ = −,13	,136	,409	

Note. Analyses non prévues par le plan, décidées après les premiers résultats. Kruskal-Wallis et Mann-Whitney sur des cotations ordinales ; ρ de Spearman ; δ de Cliff, négatif quand les valeurs sont plus basses dans le premier groupe nommé (porteurs de l’obstacle, académie TTAH).

VN-Ch10-17 : Rapprochements complémentaires entre manuels, enseignants et élèves

Complément du chapitre 10, section 10.15

Une vérification lexicale a été conduite sur les textes océrisés de six ouvrages, d'Oxygène et des quatre guides, à la recherche de formulations finalistes (« sert à », « a pour rôle », « afin que », « pour que l'organisme »). Les occurrences relevées relèvent presque toutes du vocabulaire fonctionnel (« le rôle du suc pancréatique ») ou de la consigne (« afin de mettre en évidence »), que la grille ne tient pas pour finaliste. Une ou deux formulations par le but subsistent, sans atteindre le seuil de renforcement. La vérification, exploratoire, ne contredit donc pas la cotation : le finalisme n'est pas installé par la rédaction des manuels, il n'y est simplement jamais traité. Les guides du professeur ne le nomment pas davantage, à une occurrence près.

10.19.3. Ce que les enseignants délaissent et ce que la grille en dit

Les parties du manuel que les enseignants de B1 n'utilisent majoritairement jamais sont les ouvertures (61,4 %), le glossaire (65,9 %) et les pages d'histoire des sciences (80,7 %). Les activités ne sont utilisées souvent que par 28,4 % d'entre eux. La grille décrit de son côté des situations d'ouverture qui ne résistent pas, la réponse voisinant la question dans quarante-sept cas sur cinquante, et des activités qui se situent aux deux premiers niveaux d'ouverture dans soixante-sept cas sur soixante-huit. Les deux constats se juxtaposent sans que l'un explique l'autre : les enseignants interrogés en entretien invoquent d'abord les conditions (laboratoire, horaire, effectif) et le fait que les élèves n'ont pas le manuel, non la qualité des pages.

10.19.4. Prescription, réalisation, pratique

Trois écarts se mettent bout à bout. Chez trois éditeurs sur quatre, le guide du professeur prescrit huit des neuf étapes de la démarche d'investigation, et le manuel correspondant en dévolue entre un tiers et la moitié (section 10.7). Les enseignants de B2 déclarent une démarche d'investigation complète « souvent » ou « à chaque fois » à 29,8 %, une expérience sur une enzyme à 12,3 %, et une entrée par une situation-problème à 45,5 %. Les élèves de tronc commun perçoivent un enseignant qui les faisait chercher avant de donner la réponse dans 21,7 % des cas, et un cours fait en parlant pendant qu'ils prenaient des notes dans 71,3 %. Les populations ne sont pas appariées et les questions diffèrent ; la mise en regard décrit une pente, du prescrit au perçu, qui va dans le même sens à chaque étage.

10.19.5. Les prérequis

Les enseignants jugent la transformation chimique (69,7 % d'accord) et la cellule (61,5 %) mal installées, et c'est au moment de l'absorption qu'ils situent le manque. La grille cote l'identification et l'activation des prérequis par les manuels (R2.1) à 1,11 sur 3 en moyenne, de 0 à 2, et la cohérence verticale entre niveaux (R2.5) à 1,67. Aucun ouvrage n'atteint le degré 3 sur l'activation des prérequis. La grille dit que les manuels activent peu les prérequis ; elle ne dit pas lesquels, et le rapprochement avec la cellule et la transformation chimique reste à établir sur les pages. Ces rapprochements, exploratoires, ne se substituent pas aux éléments que la section suivante rapporte au critère de H3.

Chapitre 12. De la recherche à la conception : les principes d'ingénierie du dispositif MANARA

VN-Ch12-1 : Justifications détaillées des principes d'ingénierie

Complément du chapitre 12, section 12.2.3

12.2. Du résultat au principe d'ingénierie

12.2.1. Quatre principes issus de l'analyse du curriculum

Les énoncés de l'étude 3 convergent vers un même constat de forme : les ressources analysées montrent le savoir, le prescrivent, l'évaluent, et ne le font pas construire. Quatre principes en découlent, et chacun répond à un énoncé distinct plutôt qu'au constat d'ensemble.

Le premier, P1, est celui des conceptions d'abord. Il trouve son fondement dans l'énoncé selon lequel trois situations sur les cinquante examinées sont qualifiées par la grille des sept critères de la situation-problème, et qu'aucune des quarante-sept autres ne franchit le critère de résistance, la réponse voisinant la question sur la page. Une ressource dont la réponse est visible depuis la question ne fait pas émerger de conception, elle en dispense. Le principe énonce donc qu'aucun chapitre du dispositif n'expose le savoir avant une activité qui fait émerger les conceptions, au sens que Giordan et De Vecchi (1987) donnent à cette opération, et son test est immédiat : le premier écran d'un chapitre est une question, jamais un cours.

Le deuxième, P2, est celui du conflit plutôt que de la vérification. Il se fonde sur l'énoncé le plus net du chapitre 10, celui de l'indicateur de problème dévolu coté zéro pour les neuf ouvrages, sur trente-huit leçons, deux cent douze tâches et soixante-huit activités, et sur le fait que soixante-sept activités sur soixante-huit se situent aux deux premiers niveaux d'ouverture. La dévolution, au sens où Brousseau (1998) l'entend, est la remise du problème à l'élève ; son absence signifie que l'activité vérifie un résultat déjà donné. Le principe énonce que toute activité d'investigation est conçue pour contredire une conception nommée, et produire ainsi le conflit cognitif au sens de Piaget (1970) ; son test est que chaque activité d'investigation cible au moins un code d'obstacle, faute de quoi elle ne contredit rien.

Le troisième, P4, est celui de la relance plutôt que de la correction. Il se fonde sur le traitement inégal des obstacles que la grille documente, le finalisme n'étant traité par aucun des neuf ouvrages et l'obstacle topologique étant, après lui, le moins bien traité des sept. Une rétroaction

qui livre la bonne réponse traite de la même manière une erreur de lecture et une erreur qui manifeste un obstacle, alors que le statut de l'erreur établi par Astolfi (1997) impose de les distinguer. Le principe énonce que la rétroaction distingue les deux et relance au lieu de corriger ; son test est qu'un distracteur balisé obstacle déclenche une relance, un contre-exemple ou une question, et non l'affichage du résultat attendu.

Le quatrième, P3, tient à ce que le dispositif n'institutionnalise pas. Il se fonde sur un énoncé dont la portée est moins immédiate : cinq ouvrages sur huit ne portent aucune tâche de restitution dans leurs activités, et la restitution occupe leurs rubriques d'évaluation. Ce déplacement montre que le moment où un énoncé reçoit le statut de savoir de la classe n'est pas porté par la ressource mais renvoyé à l'évaluation. Nous en tirons, avec le chapitre 5, un principe de portée théorique autant que fonctionnelle : l'institutionnalisation, telle que Brousseau (1998) la conçoit, est un acte qui revient à l'enseignant, parce qu'aucun dispositif ne porte l'autorité institutionnelle qui fait qu'un énoncé devient un savoir. Son test est qu'aucune synthèse ne reçoit le statut de savoir de la classe sans une action de l'enseignant, et qu'elle reste, en travail autonome, explicitement marquée comme à valider en classe.

12.2.2. Deux principes issus de l'étude des déterminants et de la mesure

L'étude 1 et le chapitre 10 se rejoignent sur un point que ni l'un ni l'autre n'établit seul, et qui fonde le cinquième principe. L'étude 1 établit un niveau de formation reçue coté 2,08 sur 5, d'étendue observée de 1 à 3, c'est-à-dire qu'aucun répondant ne se déclare bien formé. Le chapitre 10 établit que, chez trois éditeurs sur quatre, le guide du professeur prescrit huit des neuf étapes de la démarche quand le manuel correspondant en dévolue entre un tiers et la moitié. Le premier énoncé dit que l'enseignant n'a pas été formé à la démarche ; le second dit que la ressource qu'il a en main ne la porte pas davantage, alors que son guide la prescrit. L'écart ne s'explique donc pas par la seule disposition des enseignants : c'est aussi celui d'une prescription sans appui, dont Calmettes et Matheron (2015) discutent les conditions de réalité.

Le principe qui en découle, P5, est que le dispositif porte la démarche, de telle sorte que son usage l'enseigne à l'enseignant autant qu'à l'élève. Il est le plus exigeant des dix, parce qu'il interdit de renvoyer à une formation préalable ce que la conception doit assumer. Son test est qu'un enseignant non formé à l'investigation peut conduire la séance avec le seul guide intégré au dispositif, ce qui impose que chaque phase dispose de sa fiche enseignant lisible en une minute.

Le sixième principe porte sur la mesure et non sur l'enseignement, et il procède d'un défaut relevé dans notre propre travail. Le chapitre 8 a établi que le questionnaire de l'étude 1 comportait un item d'usage antérieur, en oui ou non, et que cet item n'a pas été exploité, absence qu'il déclare comme une limite de l'étude ; celle-ci n'établit donc pas la dissociation entre acceptation et usage. Le chapitre 10 fournit un avertissement de même nature sur la validité des indicateurs : la part des tâches que la taxonomie cote au niveau « Analyser » ne renseigne pas sur le ratio de dévolution, deux ouvrages auxquels la cotation attribue la même part portant des ratios qui diffèrent de trente pour cent. Un indicateur plausible peut ne rien mesurer de ce qu'on lui prête.

Ce principe, P10, énonce que la trace n'est pas l'usage. Un dispositif qui journalise des événements produit des bornes, non des verdicts, et ses tableaux de bord doivent afficher les premières sans suggérer les seconds. Son test est qu'aucun libellé de l'interface ne qualifie un élève ni un apprentissage, ni « élève inactif » ni « a compris », et que le tableau de bord enseignant parle en obstacles manifestés plutôt qu'en notes obtenues.

12.2.3. Trois principes issus du contexte et du risque

Les trois derniers principes ne procèdent pas de ce que font les ressources, mais des conditions dans lesquelles un dispositif devra fonctionner, et du risque propre au numérique éducatif.

Le hors ligne d'abord et la sobriété technique procèdent du même énoncé contextuel. L'écart de 35,3 points entre milieu urbain et milieu rural sur l'équipement de travail au domicile, établi au chapitre 1, signifie qu'un dispositif supposant la connexion et un appareil récent aggraverait l'inégalité qu'il prétend réduire, et le ferait d'autant plus sûrement que le travail hors de la classe est le moment où cette inégalité s'exerce. Le premier principe, P6, énonce donc que tout ce qui sert en classe fonctionne sans réseau, journalisation comprise, et son test est le parcours complet d'un chapitre en mode avion suivi d'une synchronisation sans perte de l'horodatage d'origine. Le second, P7, énonce qu'un téléphone Android d'entrée de gamme doté de deux gigaoctets de mémoire fait tourner un chapitre, et son test est le respect des budgets que présente le tableau 61.

Le dernier principe répond à un risque plutôt qu'à un résultat, et le chapitre 5 l'a nommé en énonçant les trois risques du modèle ASIN : la surcharge cognitive par excès de multimédia, la substitution du spectacle à l'investigation, et l'aggravation des inégalités d'accès. Les deux premiers se traitent par la même règle. La théorie de la charge cognitive de Sweller (1988) et les principes de R. E. Mayer (2001) établissent que la manière de présenter l'information accroît ou réduit la charge inutile ; il en découle qu'une ressource dont la fonction didactique n'est pas

écrite ne peut pas être évaluée sur ce critère. Ce principe, P8, énonce qu'aucune ressource multimédia n'entre dans le dispositif sans une fiche de justification nommant la phase servie, les obstacles visés, le principe mobilisé, la durée et le poids. Son test est que la production du dispositif échoue si une fiche manque, ce qui transforme une exigence de rigueur en contrainte mécanique.

VN-Ch12-2 : Dérivation des principes d'ingénierie : tableau complet

Complément du chapitre 12, section 12.2.4

Le tableau VN-39 récapitule la dérivation telle qu'elle a guidé la conception, chaque ligne allant de l'énoncé à la fonctionnalité qui le sert, en passant par le principe qui autorise le pas. Une dernière colonne indique ce que les enquêtes B1, B2 et B7, disponibles lors de la spécification, ont nourri, puis ce que les résultats obtenus ensuite confirment, nuancent ou ajoutent ; la section 12.2.5 les détaille. Les identifiants de fonctionnalités renvoient à la spécification du dispositif, dont la section 12.5 donne l'organisation. C'est ce tableau qu'un lecteur doit pouvoir parcourir dans les deux sens, et c'est sur lui que la contribution se discute.

Tableau VN-39 : Dérivation des principes d'ingénierie du dispositif MANARA, de l'énoncé qui a guidé la conception à la fonctionnalité, apports des enquêtes et résultats obtenus ensuite.

Énoncé qui a guidé la conception	Origine	Principe d'ingénierie	Fonctionnalités	Apports des enquêtes B1, B2 et B7, résultats ultérieurs (ch. 9 et 10)
Trois situations sur cinquante sont qualifiées par la grille de la situation-problème ; aucune des quarante-sept autres ne franchit le critère de résistance	Étude 3, volet documentaire, ch. 10	Conceptions d'abord (P1) : aucun savoir exposé avant une activité qui fait émerger les conceptions	Sonde de conceptions en ouverture, situation-problème sur document authentique	A nourri le diagnostic : 61,4 % des enseignants de B1 n'utilisent jamais les ouvertures, jugées artificielles ; aucun des cinq enseignants interrogés n'utilise la situation de départ, quatre la remplaçant par la leur (ch. 10)
Indicateur de problème dévolu coté 0 pour les neuf ouvrages ; 67 activités sur 68 aux deux premiers niveaux d'ouverture	Étude 3, volet documentaire, ch. 10	Conflit plutôt que vérification (P2) : toute investigation contredit une conception nommée	Tableau d'hypothèses révisable, ressources d'investigation balisées par obstacle	Nuance : les cinq distracteurs révélateurs reculent davantage dans la classe utilisatrice, mais un seul recul résiste à la correction de Holm, et les codes des questions ouvertes ne suivent pas (ch. 9)
Le finalisme n'est traité par aucun des neuf ouvrages ; l'obstacle topologique est, après lui, le moins bien traité des sept	Étude 3, volet documentaire, ch. 10	Relancer plutôt que corriger (P4) : la rétroaction distingue l'erreur de lecture de l'erreur d'obstacle	Rétroaction différenciée par distracteur, tableau de bord par obstacle	Ajoute : aucun des onze exercices autocorrectifs ne vise le finalisme (O6) ni la confusion entre aliment et nutriment (O3), retenus par 57,1 % et 58,1 % des élèves de B4 (ch. 10)

Énoncé qui a guidé la conception	Origine	Principe d'ingénierie	Fonctionnalités	Apports des enquêtes B1, B2 et B7, résultats ultérieurs (ch. 9 et 10)
Cinq ouvrages sur huit ne portent aucune tâche de restitution dans leurs activités ; la restitution occupe leurs rubriques d'évaluation	Étude 3, volet documentaire, ch. 10	Le dispositif n'institutionnalise pas (P3) : la mise en commun appartient à l'enseignant	Synthèse marquée à valider en classe, institutionnalisation par l'enseignant	A nourri : deux enseignants interrogés relient la survie des obstacles à une évaluation par restitution (ch. 10) ; aucun résultat ne porte sur la validation des synthèses
Les neuf ouvrages présentent une discordance positive entre l'affichage et la réalisation mesurée, de plus 0,270 à plus 0,543	Étude 3, volet documentaire, ch. 10	Une fonction didactique écrite avant toute ressource (P8) : pas de multimédia sans justification	Fiche de justification obligatoire par ressource, dossier du dispositif	A nourri : les enseignants de B2 citent d'abord les animations, vidéos ou 3D, 22 réponses sur 65 (ch. 10). Nuance : la surcharge apparaît quand l'enseignant conduit trop vite, non quand les élèves manipulent (ch. 9)
Chez trois éditeurs sur quatre, le guide prescrit huit des neuf étapes et le manuel en dévolue entre un tiers et la moitié	Étude 3, volet documentaire, ch. 10	Porter la démarche (P5) : son usage l'enseigne à l'enseignant autant qu'à l'élève	Guide de phase lisible en une minute, composition de séance	A nourri : démarche d'investigation complète déclarée souvent ou à chaque fois par 29,8 % des enseignants de B2 (ch. 10). Confirme : plan de séance modifié 19 fois par ENS01, 11 des 15 activités projetées hors plan (ch. 9)
Formation reçue cotée 2,08 sur 5, d'étendue observée de 1 à 3, pour une utilité perçue de 4,22 et une intention de 4,14	Étude 1, ch. 8	Porter la démarche (P5), et ne rien renvoyer à une formation préalable	Guide de phase, vue élève simulée, tutoriels courts	A nourri : 88,8 % d'accord sur l'idée qu'un manuel numérique faciliterait l'enseignement, 41,2 % sur le sentiment d'être formé (B2, ch. 10). Nuance : une heure de préparation par séance au lieu de vingt minutes les premières semaines (ch. 9)
L'item d'usage antérieur a été recueilli et non exploité ; la part de tâches cotées « Analyser » ne prédit pas le ratio de dévolution	Étude 1 et étude 3, volet documentaire, ch. 8 et 10	La trace n'est pas l'usage (P10) : des bornes, jamais des verdicts	Journalisation native et export sans manipulation, libellés sans jugement	Confirme : projection journalisée à moins de deux pour cent du temps déclaré, mais panne de la troisième semaine absente de la table des incidents, trois fonctionnalités sans table et export sans lien entre comptes et codes élèves (ch. 9)
Écart urbain-rural de 35,3 points sur l'équipement de travail au domicile, quand plus de 94 pour cent des établissements sont raccordés	Ch. 1	Hors ligne d'abord (P6), et sobriété technique (P7)	Lecteur de ressources et recherche hors connexion, budgets opposables	A nourri : hors connexion demandé dans quatre entretiens sur cinq (ch. 10). Confirme : 13 comptes connectés hors classe, toujours sur téléphone ; mode hors ligne découvert lors de la panne de la troisième semaine (ch. 9). Nuance : le hors ligne ne supplée pas l'appareil absent

Note. Les identifiants complets des fonctionnalités et leur rattachement aux cinq dimensions du dispositif info-documentaire figurent dans la spécification présentée en 12.5 ; les numéros P1 à

P10 sont ceux de la spécification de conception, que reprend le chapitre 14. Le principe de pseudonymat par construction (P9) ne figure pas dans ce tableau : il procède d'un engagement éthique et non d'un résultat, et il est exposé en 12.5.2. La dernière colonne ne fonde aucun principe, chacun reposant sur l'énoncé de la première colonne. « A nourri » signale un résultat des enquêtes B1, B2 ou B7, disponible lorsque la spécification a été écrite ; « Confirme », « Nuance » et « Ajoute » signalent des résultats obtenus après la conception (12.1.1). B1, B2, B4 et B7 désignent la micro-enquête, le questionnaire enseignants, le questionnaire élèves et les entretiens de l'étude 3 ; O1 à O7, les obstacles de la grille du chapitre 10.

Les neuf lignes de ce tableau n'épuisent pas les énoncés des chapitres 1, 8 et 10, et c'est volontaire. Un énoncé qui ne commande aucune décision de conception n'a pas à figurer dans un chapitre de conception, et le forcer dans une colonne produirait la fausse impression d'un dispositif intégralement dérivé. Deux énoncés du chapitre 10 restent ainsi sans conséquence directe sur l'artefact, celui de l'écart de vingt points entre validité scientifique et pédagogie, qui décrit le corpus sans prescrire de fonctionnalité, et celui de l'ouvrage hors corpus qui dévolue le problème, dont la portée est de montrer qu'un éditeur soumis au même programme peut faire autrement. Ce dernier énoncé importe pourtant à l'argumentation générale : il établit que les constats du chapitre 10 ne décrivent pas une contrainte du programme, mais des choix éditoriaux, donc des choix qu'une autre conception peut reprendre autrement.

VN-Ch12-3 : Confrontation détaillée des principes aux enquêtes et aux résultats obtenus ensuite

Complément du chapitre 12, section 12.2.5

12.2.5. Ce que les enquêtes ont nourri, et ce que les résultats obtenus ensuite confirment, nuancent ou ajoutent

Les résultats des enquêtes B1, B2 et B7, que rapporte le chapitre 10, étaient sous les yeux de la conception ; ceux de l'étude 2 (chapitre 9) et du questionnaire élèves B4 (chapitre 10) ne l'étaient pas. Les deux lectures ne se confondent pas. Pour les premiers, il s'agit de dire quel principe ils ont nourri, à côté de l'énoncé qui le fonde. Pour les seconds, les confronter aux principes ne revient pas à dériver ceux-ci après coup : il s'agit de dire, principe par principe, s'ils vont dans le sens de la décision prise, s'ils en limitent la portée ou s'ils désignent un manque. Quatre groupes de résultats sont mobilisés : les obstacles O1 à O7, l'usage sélectif du manuel, les attentes des enseignants et la trajectoire de l'enseignant ENS01. Les réserves de leurs

chapitres les accompagnent : échantillons de convenance pour les enquêtes, codeur unique, un seul enseignant et deux classes non assignées au hasard pour l'étude 2.

Le chapitre 10 a mesuré les sept obstacles O1 à O7 dans trois sources : la grille des manuels, le questionnaire des enseignants (B2) et celui des élèves de tronc commun (B4). Aucune hiérarchie ne se retrouve d'une source à l'autre, à une exception près, le finalisme (O6), que les neuf manuels ignorent tous, que quatre des cinq enseignants interrogés disent laisser passer (la cinquième dit le corriger une fois) et que retiennent 57,1 % des élèves de B4. Ce que les enseignants interrogés en disent a nourri le diagnostic sur lequel repose la relance (P4), à côté de l'énoncé documentaire qui portait déjà sur le finalisme. La part des élèves de B4 qui le retiennent, connue après la conception, va dans le même sens et y ajoute un manque : aucun des onze exercices autocorrectifs du dispositif ne vise le finalisme, pas plus que la confusion entre aliment et nutriment (O3), retenue par 58,1 % des élèves. Les principes du conflit (P2) et de la relance (P4) exigeaient que les activités et les distracteurs soient balisés par obstacle ; ils ne disaient pas lesquels viser, et la répartition des onze exercices, dont sept visent le broyage (O1) et cinq l'absorption automatique (O5), ne suit pas la fréquence des obstacles chez les élèves. Au test de l'étude 2, le code du finalisme passe de 46,9 % à 43,8 % dans la classe utilisatrice, avec onze abandons et dix adoptions, va-et-vient que le chapitre 9 invite à lire comme l'indice d'un code instable plutôt que comme une résistance établie. Les entretiens ont enfin nourri la non-institutionnalisation (P3) : deux enseignants y relient la survie des obstacles à une évaluation qui porte sur la restitution, ce qui rejoint l'énoncé documentaire sur lequel ce principe repose.

Sur le conflit cognitif lui-même, l'étude 2 apporte une nuance plutôt qu'une confirmation. Les cinq distracteurs révélateurs du test reculent davantage dans la classe utilisatrice que dans la classe de comparaison, mais un seul recul reste significatif après correction de Holm, et les codes de conception relevés dans les questions ouvertes ne vont pas dans le même sens (chapitre 9). Les exercices du dispositif ont donné lieu à 226 tentatives, dont les réponses erronées renvoient d'abord au broyage (42), à l'absorption automatique (38) et à l'intérieur du tube (24) : les élèves ont bien choisi les distracteurs balisés par obstacle, ce qui ne dit rien de leur effet. Tout écart entre les deux classes garde la portée que lui donne le chapitre 9 : un écart indicatif à court terme entre deux classes non assignées au hasard et ayant le même enseignant, jamais un effet causal du dispositif.

L'usage sélectif du manuel, tel que B1 et les entretiens le décrivent, a nourri pour sa part deux choix de conception. Les enseignants de B1 utilisent souvent les documents et schémas (72,7 %) et n'utilisent majoritairement jamais les ouvertures et situations de départ (61,4 %), le glossaire

et l'index (65,9 %) ni les pages d'histoire des sciences (80,7 %) ; ceux qui expliquent ce non-usage invoquent notamment le caractère artificiel des situations d'ouverture, auxquelles les élèves « donnent la réponse directement » (chapitre 10). Ce résultat a nourri le principe des conceptions d'abord (P1), à côté du diagnostic documentaire qui le fonde, avec un avertissement : une ouverture jugée artificielle est sautée, quel que soit son support. Les cinq enseignants interrogés se servent par ailleurs du manuel comme d'un réservoir de documents, ce qui a nourri le choix d'une recomposition des séances, que l'étude 2 confirme. ENS01 a fait de même avec le dispositif : le plan de séance du chapitre « La digestion » a été modifié 19 fois, et les projections ont montré 15 activités, dont 11 qui n'y figuraient pas (chapitre 9). La recomposition, que la conception voulait rendre possible et observable, a donc eu lieu. Elle nuance l'idée d'un parcours ASIN suivi phase après phase : le plan a servi de point de départ que la séance déborde, et l'éducation nutritionnelle a été remplacée par la lecture d'étiquettes de produits (chapitre 9), quand les cinq enseignants de l'étude 3 disent la réduire.

Les attentes des enseignants ont nourri trois décisions de conception. Dans les entretiens, quatre enseignants sur cinq demandent un fonctionnement hors connexion, quatre un passage entre deux langues, l'un d'eux nommant la darija, et les cinq des exercices corrigés, la plupart en précisant que la correction doit être immédiate ; une enseignante pose qu'un manuel numérique « doit faire faire, pas faire regarder » (chapitre 10). Les enseignants de B2 attendent d'abord de la visualisation, animations, vidéos ou 3D, dans 22 réponses sur 65. Ces attentes ne valent pas validation : disponibles lorsque la spécification a été écrite, elles ont orienté les décisions qu'elles rejoignent et ne peuvent donc pas les éprouver ; elles portent en outre sur un échantillon de convenance. Elles signalent aussi une limite. La crainte la plus partagée est celle d'un outil imposé sans moyens, et l'idée qu'un manuel numérique faciliterait l'enseignement (88,8 % d'accord dans B2) dépasse de loin le sentiment d'être formé au numérique (41,2 %) et l'adéquation déclarée de l'équipement et de la connexion (22,4 %). C'est l'écart que l'étude 1 avait mesuré, et sur lequel repose le portage de la démarche (P5) ; ces résultats ont nourri ce principe.

La trajectoire d'ENS01, enfin, éclaire plusieurs principes, dans les limites d'un cas unique. Elle confirme le traitement de la projection collective comme usage de plein droit (12.3.2) : les premières semaines, l'enseignant projette, le temps de projection journalisé correspond au temps déclaré à moins de deux pour cent près, et les connexions d'élèves en classe se limitent aux deux séances en salle multimédia, aux quatrième et cinquième semaines ; sans le journal de projection, les semaines précédentes n'apparaîtraient pas dans les traces. Elle confirme le hors

ligne comme état de référence (P6) : la panne de connexion de la troisième semaine a fait découvrir le mode hors ligne à l'enseignant, qui dit qu'elle lui a « enlevé la peur » de l'écran noir. Elle en marque aussi la limite. Hors de la classe, 13 comptes se sont connectés, toujours sur téléphone, deux des six élèves du focus group n'ont jamais ouvert le dispositif chez eux, et ceux qui ne l'ont pas utilisé hors de la classe invoquent d'abord l'absence d'appareil : le hors ligne ne supplée pas l'appareil absent. Elle nuance le portage de la démarche (P5), puisque l'enseignant a consacré une heure à la préparation de chaque séance au lieu de vingt minutes les premières semaines, et que rien n'établit encore qu'une fiche de phase suffise à un enseignant non formé. Elle situe enfin la surcharge du côté de la conduite de la séance plutôt que des ressources (P8) : élèves et enseignant la placent au moment où l'enseignant va trop vite, non quand les élèves manipulent. Le chapitre 9 décrit une appropriation qui se dit en termes de pratique, de relation et de documents, la technique conditionnant la trajectoire sans en constituer le contenu ; la confrontation de H2 appartient au chapitre 11.

La trace n'est pas l'usage (P10) : l'étude 2 en donne l'illustration la plus directe. Les traces s'accordent avec les déclarations sur le temps de projection et sur le nombre d'élèves connectés hors classe, 13 comptes pour 13 élèves sur 31 qui déclarent un tel usage. Mais la panne de la troisième semaine n'est pas enregistrée dans la table des incidents, le glossaire, le jeu et l'évaluation intégrée n'ont pas de table propre, et l'export ne relie pas les comptes aux codes élèves, de sorte que le lien entre usage hors classe et gain au test ne peut pas être calculé (chapitre 9). Les traces ont borné l'usage sans suffire à le décrire, ce que le principe prévoyait.

Au total, les enquêtes B1, B2 et B7 ont nourri plusieurs principes, et les résultats obtenus après la conception vont dans le sens de la plupart des diagnostics sur lesquels elle s'est appuyée, nuancent la portée de quatre principes, le conflit, le portage de la démarche, le hors ligne et la fonction didactique des ressources, et désignent un manque, celui des obstacles que le dispositif ne vise pas. Aucune révision du dispositif n'est rapportée comme découlant de ces résultats : le chapitre 14 consigne les écarts entre la spécification et l'artefact, et aucune de leurs justifications n'invoque un résultat d'étude (section 14.8). La section suivante revient à la conception elle-même, et à la manière dont le modèle ASIN y devient un parcours.

VN-Ch12-4 : La chaîne de journalisation hors connexion

Complément du chapitre 12, section 12.4.1

12.4.1. Le hors ligne comme architecture et non comme option

Cette inversion a trois conséquences techniques dont la dernière est la moins visible et la plus importante pour la recherche. La première est que l'application s'installe et met ses ressources en cache, et que le contenu d'un chapitre se télécharge explicitement, sa taille étant annoncée avant le téléchargement, de sorte que l'élève ou l'enseignant décide en connaissance de cause de ce qu'il consomme de son forfait. La deuxième est que les données d'usage, la progression, les réponses et les annotations résident sur l'appareil.

La troisième est que la journalisation doit fonctionner hors connexion sans perdre l'information qui lui donne sa valeur. Les événements sont écrits localement dans une file qui n'accepte que des ajouts, et la synchronisation les transmet par lots en conservant l'horodatage d'origine, et non celui de la reconnexion. Une purge locale n'intervient qu'après accusé de réception du serveur. Sans cette règle, une classe travaillant hors connexion le mardi apparaîtrait comme ayant travaillé le vendredi soir, au moment où l'enseignant retrouve une connexion, et toute analyse de rythme ou de durée serait fausse sans qu'aucun contrôle ne le signale. La figure VN-28 présente cette chaîne et les points où une perte d'information est possible.

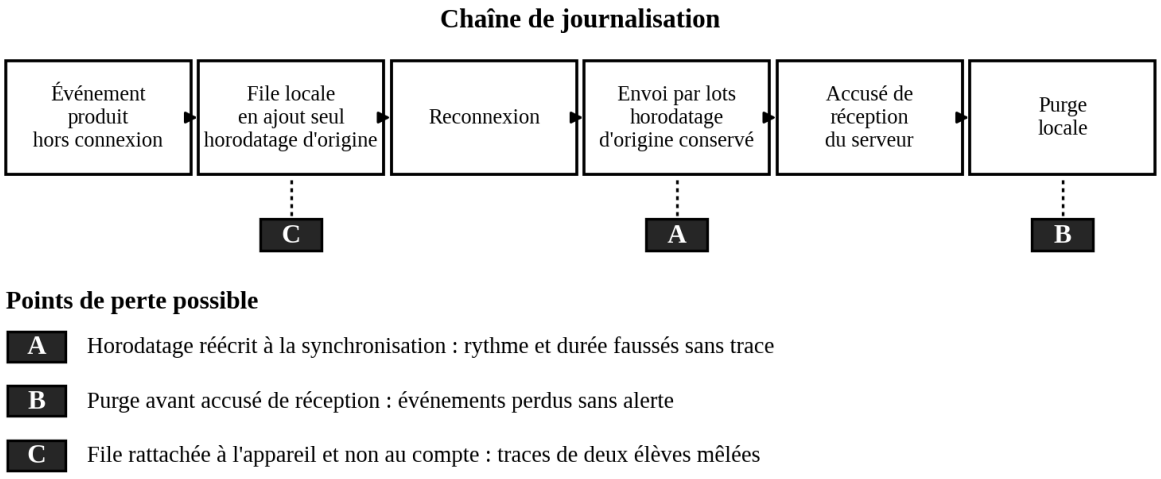


Figure VN-28 : Chaîne de journalisation hors connexion et points de perte possible de l'horodatage d'origine.

Un dernier cas a été traité parce qu'il est fréquent et qu'il fausse silencieusement les données : l'appareil partagé entre plusieurs élèves, ou entre un élève et sa famille. La file d'événements est rattachée au compte qui les a produits et non à l'appareil, et la déconnexion est immédiate. Sans cette précaution, les traces de deux élèves se mêleraient en un seul profil d'usage dont la cohérence apparente serait entièrement artificielle.

VN-Ch12-5 : Variantes écartées

Complément du chapitre 12, section 12.4.2

12.4.1. Le hors ligne comme architecture et non comme option

La manière la plus répandue de traiter l'absence de connexion consiste à prévoir un mode dégradé : l'application fonctionne en ligne et offre, en cas de coupure, un sous-ensemble de ses fonctions. Cette solution est irrecevable ici, et le motif est empirique. Si le hors ligne est un mode dégradé, alors les élèves que l'écart de 35,3 points laisse sans équipement de travail à domicile utilisent en permanence une version amoindrie du dispositif, et la conception reproduit l'inégalité qu'elle devait contenir. Le principe énoncé en 12.2.3 impose donc l'inverse : le fonctionnement sans réseau est l'état de référence, et la connexion n'ajoute que la synchronisation.

12.4.2. La sobriété comme budget opposable

Ces budgets ont eu un effet immédiat et documenté sur le contenu, et c'est le point où la contrainte de contexte a réellement modifié la conception plutôt que de la décorer. Trois familles de ressources prévues dans les prototypes ont été remplacées. Les simulations en rendu tridimensionnel accéléré et les jeux sérieux construits sur des moteurs de jeu ont cédé la place à des modules légers en technologies natives du navigateur, un module par simulation. Une visite en réalité virtuelle et une application de réalité augmentée ont été remplacées par une animation interactive et un modèle tridimensionnel léger. Les exercices importés d'un format d'édition externe ont été refaits en exercices natifs, pour une raison qui n'est pas de poids mais de fonction : la journalisation fine et la rétroaction balisée par obstacle, qu'exigent les principes de 12.2.1, ne peuvent être garanties dans un format dont nous ne contrôlons pas le comportement hors connexion.

Chacune de ces substitutions est consignée avec son motif. Prises ensemble, elles montrent qu'une contrainte de contexte établie au chapitre 1 a retiré du dispositif des ressources que leur attrait aurait fait retenir. Les valeurs mesurées sur la version réalisée sont rapportées au chapitre 14 (section 14.6) : le premier chargement et les paquets de chapitre tiennent leur budget, tandis que la première interaction et la mémoire sur un appareil Android réel n'ont pas été mesurées.

12.4.3. Les langues, et ce qui a été reporté

Le plan de la thèse annonçait un traitement trilingue des contraintes de contexte. La conception a d'abord retenu deux langues d'interface, le français et l'arabe, avec un glossaire bilingue, le

contenu demeurant en français, langue d'enseignement de la discipline dans la filière internationale, option français, dont relèvent les manuels du corpus (chapitre 10). L'anglais a été reporté.

Ce report s'écarte de l'annonce du plan, et son motif doit donc être énoncé. Une troisième langue d'interface aurait alourdi la relecture d'une interface dont la correction en arabe est déjà une exigence, et cette exigence n'est pas seulement typographique : l'interface arabe demande une inversion réelle de la mise en page, et non du seul texte, les nombres et les formules chimiques devant rester dans leur sens de lecture propre. La relecture par un locuteur natif enseignant était posée comme condition de livraison. Les entretiens de l'étude 3 ont nourri le choix du bilinguisme : la langue est un obstacle transversal dans les cinq entretiens, et quatre enseignants sur cinq demandent un passage entre deux langues (chapitre 10). L'étude 2 va ensuite dans le même sens : les élèves de la classe utilisatrice demandent l'arabe ou la darija (chapitre 9).

La version réalisée est allée plus loin que la spécification : elle propose trois langues d'interface, le français, l'arabe et le tamazight en écriture tifinagh, le contenu restant en français, et la relecture native n'y est établie ni pour l'arabe ni pour le tamazight (chapitre 14, sections 14.7 et 14.8). Le trilinguisme annoncé au plan existe donc dans l'interface, sans l'anglais, et la condition de livraison posée plus haut n'est pas remplie. Il reste à décrire l'architecture qui porte l'ensemble de ces choix.

Chapitre 13. Du modèle ASIN aux séquences : le cours de 3AC et les fiches pédagogiques

VN-Ch13-1 : Établissement des versions du cours

Complément du chapitre 13, section 13.1.1

13.1.1. Les versions du cours et celle qui fait foi

Le dossier des supports de cours de 3AC contient quatre fichiers, dont il faut établir le rapport avant de citer le moindre extrait. Le premier, un document Word consacré au seul chapitre de la digestion, a été créé et enregistré le 15 avril 2026. Le deuxième, intitulé version doctorale, rassemble l'introduction de l'unité, les trois chapitres (les aliments, la digestion, l'éducation nutritionnelle) et une bibliographie ; créé le même jour, il a été enregistré pour la dernière fois le 6 juin 2026. Les deux derniers sont des fichiers Markdown datés du 8 octobre 2026, l'un pour l'unité complète, l'autre pour le chapitre de la digestion.

La comparaison mot à mot de ces fichiers donne un résultat net. Le chapitre de la digestion contenu dans la version doctorale est identique à celui du fichier d'avril, à une espace près dans un titre. Les deux fichiers Markdown reproduisent les deux documents Word sans changement de contenu : les seules différences relevées portent sur l'apostrophe, rendue typographique, sur les guillemets, sur les points de suspension et sur la numérotation de quelques listes. Le fichier le plus récent par la date est donc une transcription, et le contenu le plus récent est celui de juin.

Nous retenons en conséquence la version doctorale de juin 2026 comme la version qui fait foi, et c'est sur elle que s'appuie la suite du chapitre ; les extraits sont cités dans la transcription d'octobre, qui en respecte la typographie. Le document se date lui-même, dans sa dernière page, du 15 avril 2026, annonce environ 27 500 mots et déclare un style de citation numérique. Il n'a pas été réécrit après l'étude 3 et ne nomme pas les obstacles O1 à O7. Deux défauts matériels se retrouvent dans toutes les versions : la rubrique des ressources complémentaires du chapitre 1 s'interrompt au milieu d'une ligne, à l'endroit où commence le chapitre 2, et la bibliographie finale mêle des références incomplètes à des références vérifiables. L'annexe J, qui résume le chapitre 1 et retire la bibliographie d'origine, ne montre plus ces deux défauts.

VN-Ch13-2 : Architecture du cours rédigé et analyse phase par phase du chapitre de la digestion

Complément du chapitre 13, section 13.2

13.2. L’architecture du cours selon les sept phases ASIN

13.2.1. Un gabarit commun aux trois chapitres

Le cours rédigé expose lui-même, dans son introduction, une « architecture pédagogique en 7 phases » appliquée à chacun des trois chapitres. Les intitulés sont ceux du modèle, à une différence près, qui touche au fond. Le cours appelle sa quatrième phase « mise en commun et confrontation » et sa cinquième « institutionnalisation et structuration », alors que le chapitre 5 réunit la mise en commun et l’institutionnalisation dans la quatrième phase et réserve la cinquième à la structuration. Dans le cours rédigé, l’institutionnalisation accompagne donc la rédaction du cours structuré. Dans le modèle tel que le chapitre 5 l’a fixé, elle est un geste de l’enseignant qui clôt la mise en commun, au sens que Brousseau (1998) donne à ce moment, et le chapitre 12 en a tiré le principe selon lequel le dispositif n’institutionnalise pas.

Chaque chapitre suit le même gabarit de neuf rubriques : une fiche pédagogique (objectifs, compétences, prérequis, matériel, ressources numériques, répartition des séances), la situation-problème, le questionnement et les hypothèses, les activités d’investigation, la mise en commun et l’institutionnalisation, le cours structuré, les schémas et figures, l’évaluation différenciée et les prolongements. Cette fiche pédagogique, comme le texte complet des chapitres 1 et 3, n’est pas reproduite à l’annexe J. Cinq phases du modèle ont ainsi leur rubrique. La sixième, l’application et le transfert, n’en a pas : elle est dispersée entre un jeu sérieux rangé parmi les activités d’investigation, les exercices de niveau 3 de l’évaluation et les prolongements. La septième a la sienne, mais elle n’est pas également remplie : le chapitre 1 décrit une évaluation diagnostique, une évaluation formative et une évaluation sommative corrigée, le chapitre 2 une évaluation diagnostique de trois questions et une évaluation sommative sans corrigé, le chapitre 3 une évaluation sommative seule. Ce constat rejoint celui que le chapitre 14 consigne pour le prototype de contenu, privé de phase d’application et d’évaluation formative pour deux des trois chapitres.

13.2.2. Les phases dans le temps des séances

La partie a de la figure 64 montre une séquence en escalier : les trois premières phases occupent la première séance, l'investigation se poursuit sur les deux suivantes, la quatrième séance réunit la mise en commun et le cours structuré, la cinquième l'application et l'évaluation. L'ordre des phases est respecté et chacune a sa place. Deux traits apparaissent cependant. La situation-problème, le questionnement et la première investigation tiennent dans la même séance de deux heures, ce qui laisse à la situation-problème, et donc à l'émergence des conceptions, moins d'une demi-heure. Et la mise en commun intervient une seule fois, après trois séances d'investigation, de sorte que les hypothèses formulées à la première séance ne sont confrontées aux résultats qu'à la quatrième.

La partie b montre le même escalier, plus étiré. Le cours type consacre une séance entière aux deux premières phases, puis cinq séances à l'investigation, soit 455 minutes sur 835, avant une mise en commun d'une heure à la sixième séance. La part de l'investigation est donc encore plus forte que dans le cours rédigé, ce qui est cohérent avec le chapitre 5, qui fait de cette phase le cœur du modèle, mais la difficulté de la confrontation tardive n'est pas levée : elle est déplacée vers les prédictions écrites que la fiche exige avant chaque labo, et qui jouent, activité par activité, le rôle d'une confrontation locale. Le cours type couvre en outre, en un peu moins de quatorze heures, la matière que le cours rédigé répartissait sur vingt-six heures en trois chapitres. Les fiches signalent elles-mêmes que le volume officiel du programme et la place de l'unité dans la progression annuelle restent à confirmer.

13.2.3. Une investigation multimodale écrite pour un matériel absent

La troisième phase est, dans le cours rédigé, une « investigation multimodale » qui combine l'expérimentation réelle, l'observation de documents et l'exploration numérique. La combinaison est explicite dans le chapitre de la digestion : l'anatomie est abordée par des documents puis par une visite immersive, la transformation de l'amidon par une expérience réelle puis par une animation, la spécificité des enzymes par une simulation, l'absorption par un modèle tridimensionnel. Le principe est défendable. La plupart des ressources numériques viennent après un document ou une expérience, et elles visent un changement d'échelle que la planche imprimée ne donne pas à voir, fonction que le chapitre 5 assigne à cette phase.

Ce principe suppose cependant un matériel que le terrain décrit au chapitre 10 n'offre pas toujours : quatre des cinq enseignants interrogés en entretien disent travailler sans laboratoire ou avec un laboratoire partiel, et le cours requiert en outre des casques ou des tablettes et une salle

informatique. Le cours rédigé ne prévoit pas de variante pour une classe sans laboratoire. Le cours type prévoit au contraire, dans ses supports, que les labos jouables remplacent le montage réel lorsque la salle n'a pas le matériel, et il introduit des gestes filmés (le compte-gouttes, la pipette, le bain-marie, la pince à tube) qui montrent la manipulation avant de la confier aux élèves. Le passage de l'un à l'autre relève de ce que le chapitre 12 décrit comme le traitement des contraintes du contexte par la conception.

L'architecture du cours rédigé est donc fidèle au modèle dans son ordre et dans le poids qu'elle donne à l'investigation, plus fragile dans les phases qui suivent la mise en commun. Pour voir ce que cette architecture fait faire aux élèves et à l'enseignant, il faut descendre au niveau des activités, ce que fait la section suivante sur le chapitre de la digestion.

13.3. Une séquence analysée phase par phase : la digestion

Nous retenons le chapitre de la digestion pour trois raisons. C'est celui que l'étude 3 a pris pour terrain, celui dont l'enseignant de l'étude 2 a utilisé la version portée par la plateforme, et celui dont les obstacles sont les mieux documentés. L'analyse suit l'ordre des phases et s'appuie sur de courts extraits du cours, cités avec la section où ils figurent.

13.3.1. La situation-problème : une conception portée par un tiers

La situation « Le mystère du couscous disparu » (section 2.2) met en scène Youssef, élève de 3AC, qui se demande après le couscous du vendredi : « Où va tout ce que je viens de manger ? » Sa sœur Amina, six ans, répond que le couscous « va directement dans ton ventre, et après il sort quand tu vas aux toilettes ». Le choix est habile à deux égards. Il ancre la question dans un plat que tous les élèves connaissent, et il fait porter la conception erronée par un personnage plus jeune, ce qui permet à l'élève de l'examiner sans avoir à la reconnaître comme sienne.

Ce second avantage a toutefois un revers. Le texte précise aussitôt que Youssef « n'est pas convaincu » et qu'il sait déjà, grâce au chapitre précédent, que les aliments contiennent des nutriments dont le corps a besoin. La situation désigne donc la conception fausse avant toute investigation : l'élève apprend en même temps quelle idée examiner et qu'elle est fausse. Au sens de Giordan et De Vecchi (1987), la situation fait bien émerger une conception, mais elle la fait émerger déjà disqualifiée, et le conflit cognitif qu'elle prépare est affaibli d'autant. La problématique que la classe est invitée à formuler va dans le même sens : « Comment les aliments que nous consommons sont-ils transformés en nutriments simples capables de passer

dans le sang pour nourrir nos cellules ? » (section 2.3). La question contient la réponse, la transformation, les nutriments simples et le passage dans le sang, et elle relève de ce que le chapitre 10 appelle une question qui voisine sa réponse sur la page.

13.3.2. Le questionnement et les hypothèses : une dévolution partielle

Le questionnement se déroule en trois temps : recueil des questions spontanées, catégorisation selon trois axes (anatomie, transformation, absorption), formulation de la problématique. Les hypothèses sont ensuite recueillies sous-question par sous-question et consignées dans un tableau à cinq colonnes : la question, les hypothèses, la méthode d'investigation, les résultats et la validation. Ce tableau est l'élément le plus solide du chapitre du point de vue du modèle. Il donne aux hypothèses des élèves une existence écrite, il les maintient jusqu'à la mise en commun, et il prépare la validation ou l'infirmation que la quatrième phase doit conduire.

La dévolution reste partielle, et le cours le montre lui-même. Les hypothèses figurent dans le document sous le titre d'« hypothèses des élèves » alors qu'elles sont attendues, ce qui est légitime dans un document destiné à l'enseignant mais qui l'invite à reconnaître des formulations plutôt qu'à accueillir celles de sa classe. La colonne des méthodes est préremplie (« Observation (schémas, visite VR) », « Expérimentation (digestion in vitro), animation ») : l'élève formule une hypothèse, il ne choisit pas comment la mettre à l'épreuve. Au sens où Brousseau (1998) l'entend, le problème est remis à l'élève pour ce qui est de sa formulation, non pour ce qui est de sa résolution.

13.3.3. L'investigation : de la vérification à la prédiction

L'activité centrale de la phase 3 est l'expérience de digestion in vitro de l'amidon (section 2.4, activité 2). Le cours en donne le problème, « L'amidon du pain est-il digéré dans la bouche ? Si oui, quel est le rôle de la salive ? », puis l'hypothèse : « La salive contient une enzyme (amylase) qui transforme l'amidon en sucres simples. » Le protocole suit, avec un tube témoin et un tube d'essai, puis un tableau des résultats attendus et une conclusion. L'hypothèse n'est donc pas celle de la classe : elle est fournie, et l'expérience la vérifie. On retrouve le mode de vérification que Boulal (2020) a relevé dans les manuels du collégial sur cette même expérience, et que le chapitre 10 a observé dans le corpus.

L'activité contient pourtant deux ouvertures qui ne relèvent pas de la vérification. La question « Pourquoi le tube 1 est-il nécessaire (témoin) ? » fait réfléchir à la logique de contrôle, et la question « Que se passerait-il si on plaçait les tubes à 0 °C ou à 100 °C ? » demande une

prédiction que l'expérience n'a pas encore tranchée. Le cours type a fait de ces ouvertures la règle. Dans la fiche ASIN, la même expérience (activité 11) suit l'enchaînement « La question, le protocole, ta prédiction, faire l'expérience, déduire », et l'enseignant « vérifie la prédiction écrite avant toute manipulation » et « ne donne aucun résultat : il vient de la manipulation ». L'hypothèse imprimée a disparu au profit d'une prédiction écrite par l'élève, comme le demande le principe du conflit plutôt que de la vérification (P2) établi au chapitre 12.

Les ressources numériques du chapitre appellent deux remarques d'un autre ordre. La simulation de l'action des enzymes est décrite par ce que les élèves y « observent » (« L'amylase ne digère que l'amidon »), et sa conclusion énonce le « principe clé-serrure » ; seul son mode défi pose une vraie question (« Pourquoi la digestion des protéines ne commence-t-elle pas dans la bouche ? »). Le schéma de la digestion de l'amidon prévu à la section 2.7 représente quant à lui l'action de l'amylase par des « ciseaux symboliques coupant la chaîne ». Or le chapitre 5 décrit l'obstacle de l'enzyme-outil, qui se représente l'enzyme comme un outil qui découpe ou qui casse. Cette image mécanique occulte la nature catalytique de l'action ; elle se forme au collège dans le chapitre de la digestion, où l'étude 3 la mesure sous la forme de l'enzyme assimilée à un acide (O4), et elle compromet au lycée la compréhension des voies métaboliques et de leur régulation. Par ce schéma, le cours rédigé installe l'image que le chapitre 5 désigne comme obstacle.

La cohérence scientifique interne du chapitre doit aussi être examinée, puisque le chapitre 5 fait de la cohérence et de l'exactitude un critère d'analyse des manuels. Le cours structuré attribue à l'amylase salivaire la transformation de l'amidon en maltose, et à la maltase de l'intestin grêle celle du maltose en glucose (section 2.6). La conclusion de l'activité 2 et l'animation de l'activité 3 font au contraire aller la transformation buccale jusqu'au glucose. Seul le premier énoncé est conforme au savoir de référence. L'amylase hydrolyse l'amidon en disaccharides et en trisaccharides, dont le maltose ; le glucose n'est libéré qu'au niveau de l'intestin grêle, par les enzymes de la bordure en brosse comme la maltase, et les glucides ne sont absorbés que sous forme de monosaccharides (Betts et al., 2013). Le chapitre porte en outre des valeurs numériques (longueur du tube, surface d'échange de l'intestin grêle, durées du transit) dont aucune source n'est donnée.

L'annexe J reproduit l'introduction et le chapitre 2 du cours, tels qu'ils ont été utilisés, sans correction ; ses chapitres 1 et 3 y sont résumés et les fiches pédagogiques du cours rédigé n'y figurent pas. Deux points sont retenus comme corrections pour la version suivante du cours : l'amylase menée jusqu'au glucose, dans la conclusion de l'activité 2, dans l'animation de

l’activité 3 et dans la légende du schéma de la section 2.7, est à ramener au maltose ; le schéma des « ciseaux » est à remplacer par une représentation qui ne fasse pas de l’enzyme un instrument de découpe, faute de quoi le cours continue de renforcer l’obstacle de l’enzyme-outil. La même liste comprend d’autres imprécisions du cours et des fiches : la longueur du tube digestif (« environ 9 mètres ») et la surface de l’intestin grêle (« environ 200 m² »), données sans source ; l’obésité définie par un IMC supérieur à 30, seuil établi pour l’adulte, dans un cours destiné à des adolescents ; les acides gras et le glycérol rangés ensemble dans la voie lymphatique ; un optimum à 37 °C étendu à toutes les enzymes ; le diazote, qui ne traverse jamais la paroi dans le « labo de l’alvéole », alors qu’il y diffuse sans échange net ; enfin la salive collectée par les élèves, qui pose une question d’hygiène. Une relecture scientifique aurait relevé ces points, et le chapitre 14 rapporte qu’aucune validation scientifique n’est enregistrée pour les ressources de la plateforme qui en sont issues.

13.3.4. La mise en commun, l’institutionnalisation et la structuration

La mise en commun occupe une heure, en quatre temps de quinze minutes : présentation des schémas fonctionnels de l’anatomie, présentation des résultats de l’expérience, présentation des observations sur les villosités, validation des hypothèses (section 2.5). Pour chacun des trois premiers temps, le cours donne la « synthèse collective » à laquelle l’enseignant doit conduire la classe. Le quatrième temps est annoncé sans être outillé : là où le chapitre 1 fournit le tableau de validation des hypothèses, le chapitre 2 se borne à indiquer que l’enseignant « reprend le tableau des hypothèses et guide la validation collective ».

Le cours structuré qui suit est un texte complet, rédigé à l’avance, organisé selon le trajet de l’aliment puis selon les enzymes et l’absorption. L’introduction du cours le dit « co-construit avec les élèves à partir de leurs découvertes ». Un savoir dont le texte est fixé avant la séance peut être institutionnalisé ; on voit mal en quel sens il serait co-construit. Le cours type traite autrement cette tension. La synthèse y reste marquée « à valider en classe » tant que l’enseignant ne l’a pas institutionnalisée en phase 4, et la structuration (activités 18 et 19) consiste à lire, recopier et compléter une trace écrite déjà validée. Le texte du savoir n’est pas moins fixé, mais son statut dépend d’un geste de l’enseignant, conformément au principe P3 du chapitre 12.

13.3.5. L’application et l’évaluation

La cinquième séance du chapitre est consacrée à « l’application, le jeu sérieux, l’évaluation sommative ». Le jeu « Digestion Quest », qui fait incarner à l’élève un nutriment traversant le

tube digestif, est la seule activité d'application. Ses niveaux sont des questions fermées (« Le glucose peut-il être absorbé dans l'estomac ? ») suivies de leur réponse, ce qui en fait un exercice de rappel plutôt qu'une situation de transfert. Le jeu prête en outre au nutriment un trajet à accomplir et une attente (il « doit attendre l'intestin grêle »), formulations qui suffisent à installer le finalisme.

L'évaluation sommative est structurée en trois niveaux, acquisition, approfondissement et expertise, sur dix, six et quatre points. Le niveau d'approfondissement reprend l'expérience de l'amylase à trois températures, ce qui évalue l'interprétation d'un résultat et non sa restitution. Le niveau d'expertise propose une situation nouvelle, celle d'un élève atteint d'une maladie qui altère les villosités intestinales, et demande d'en déduire les conséquences sur l'absorption : c'est la seule tâche de transfert du chapitre. Aucune évaluation formative n'est décrite, et l'évaluation diagnostique, réduite à trois questions, n'est rattachée à aucune séance. Le cours type comble ce manque par trois activités de transfert (« Un goûter sans étiquette », « Passe ou ne passe pas ? », « Deux journées de repas au souk ») et par une phase d'évaluation dont l'instrument est un tableau de bord par obstacle.

L'analyse du chapitre de la digestion fait apparaître un cours qui pose la démarche sans toujours la laisser aux élèves : la situation désigne la conception fausse, l'hypothèse de l'expérience est imprimée, la synthèse est écrite d'avance. On retrouve là les traits que l'étude 3 a relevés dans les manuels. Ce cours a toutefois été repris, après l'étude 3, dans une seconde forme dont les fiches pédagogiques donnent la mesure, et que la section suivante examine.

VN-Ch13-3 : Durée prévue des sept phases dans les deux cours types

Complément du chapitre 13, section 13.3

La fiche ASIN permet aussi de mesurer le temps que chaque cours type accorde à chaque phase. La figure VN-29 en donne la répartition pour les deux cours types.

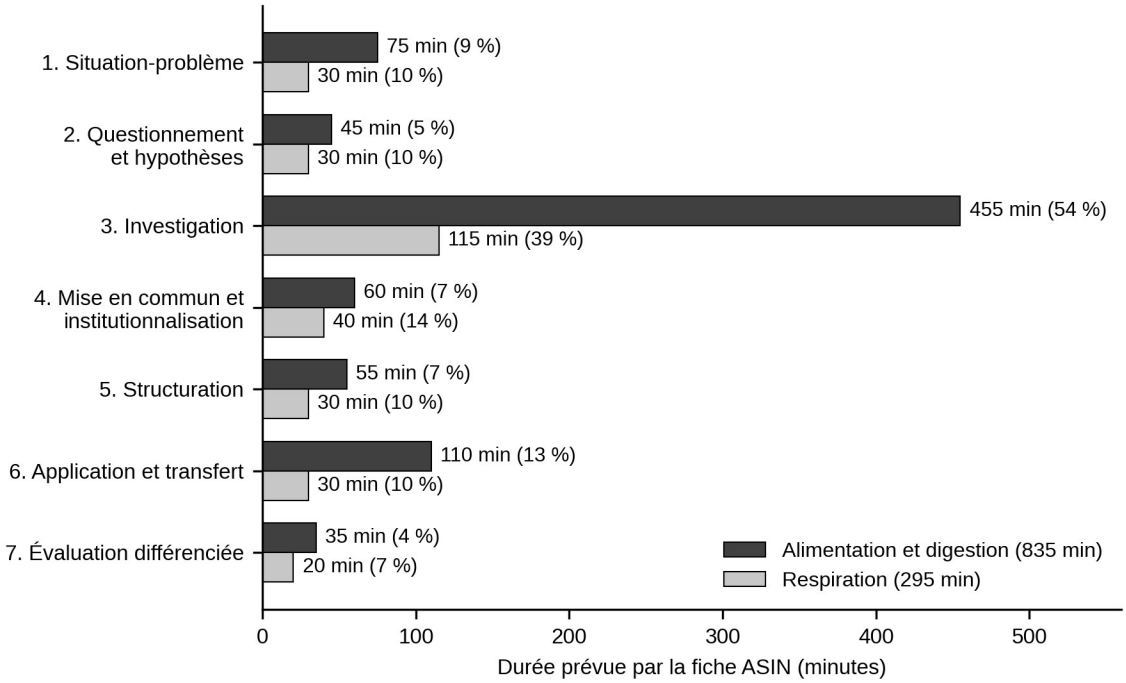


Figure VN-29 : Durée prévue pour chacune des sept phases dans les fiches ASIN des cours types « Alimentation et digestion » et « Respiration ».

La figure VN-29 montre que l'investigation domine dans les deux cours types, plus nettement dans celui de l'alimentation et de la digestion, où elle occupe un peu plus de la moitié du temps (455 minutes sur 835), que dans celui de la respiration, où elle en occupe environ deux cinquièmes. L'évaluation différenciée est la phase la plus courte dans les deux cas. La mise en commun et l'institutionnalisation disposent d'une heure dans le premier cours type et de quarante minutes dans le second, ce qui est peu au regard de ce qu'elles ont à reprendre : dans le cours « Alimentation et digestion », une heure doit faire le bilan de onze activités d'investigation. Le cours de la respiration, plus resserré, distribue le temps plus également. La figure ne dit rien de la durée réelle des séances ; elle rend compte de l'intention de la fiche.

VN-Ch13-4 : Ce que la fiche ordinaire et la fiche ASIN disent d'une même séance

Complément du chapitre 13, section 13.3

13.4.2. Ce que chaque fiche fait de la même séance

Le tableau VN-40 compare, critère par critère, ce que la fiche ordinaire et la fiche ASIN disent d'une même séance du cours type « Alimentation et digestion ». Ses huit lignes sont ensuite commentées autour de quatre notions du modèle : la dévolution, le conflit cognitif, le rôle de l'enseignant et l'évaluation.

Tableau VN-40 : Ce que la fiche ordinaire et la fiche ASIN disent d’une même séance du cours type « Alimentation et digestion ».

Critère	Fiche ordinaire	Fiche ASIN
Unité de description	La séquence, en sept rubriques numérotées	L’activité, rangée sous sa phase, avec sa durée
Question de l’activité	Titre de l’activité seulement	Question écrite, que l’enseignant fait reformuler
Prédiction et résultat	Non réglés	Prédiction écrite vérifiée avant toute manipulation ; aucun résultat donné avant l’activité où l’élève le produit
Obstacles	Liste d’ensemble à la rubrique 7	Portés par la question de chaque activité ; vigilance sur les verbes d’intention
Rôle de l’enseignant	Non décrit	Gestes nommés par activité : projeter, recueillir, ne pas trancher, circuler, institutionnaliser en phase 4, lire le tableau de bord
Modalité de travail	Non précisée	Seul, en binôme, en groupe de quatre ou en classe entière, selon l’activité
Évaluation	Trois régimes énoncés : diagnostique, formative, sommative	Mêmes régimes traduits en gestes : sonde sans retour, relances de la plateforme, reprise de l’obstacle le plus fréquent avec l’activité de phase 3 qui le traite
Points de vigilance	Absents	Ordre des capsules, synthèse à valider, profils fictifs, item réservé au questionnaire de l’étude

Note. Établi d’après les deux fiches du 7 novembre 2026. Les capsules sont de courtes animations ; les exercices balisés associent chaque distracteur à un obstacle.

Sur la dévolution, les deux fiches divergent nettement. La fiche ordinaire donne pour la première séance cinq titres d’activités et leurs supports, sans dire ce que l’enseignant y fait. La fiche ASIN précise pour chaque activité de la situation-problème que l’enseignant « recueille quelques réponses » et « ne tranche rien », et pour la sonde initiale qu’il ne commente ni ne corrige. Pour chaque activité d’investigation, elle prescrit de faire reformuler la question, de vérifier la prédiction écrite et de ne donner aucun résultat. Elle énonce enfin une règle d’ordre, consignée comme décision de conception : aucun résultat n’est donné avant l’activité où l’élève le produit. Une même séance peut donc être conduite selon la fiche ordinaire comme une suite de démonstrations commentées, alors que la fiche ASIN rend cette conduite contraire à la lettre du document.

Pour le conflit cognitif, la fiche ordinaire liste les obstacles visés en bloc, à la dernière rubrique. La fiche ASIN les fait passer dans les questions elles-mêmes, qui énoncent la conception comme une hypothèse à tester : « Écraser très finement suffit-il à transformer l’amidon ? », « Agit-elle sur tous les aliments, comme un acide qui attaque ? », « Être transformé suffit-il pour rejoindre le sang ? ». La conception n’est plus attribuée à un personnage et disqualifiée

d’avance, comme dans la situation d’Amina ; elle est posée comme une proposition que le labo peut contredire. On trouve là la condition du conflit cognitif au sens de Piaget (1970), et l’application du principe P2, selon lequel toute investigation contredit une conception nommée.

C’est sur le rôle de l’enseignant que la fiche ASIN apporte le plus. Pour les quatre premières phases, elle suit le déplacement de la centralité que le modèle prévoit : l’enseignant mène seul la situation-problème, sans trancher, se retire pendant l’investigation, où il circule entre les binômes, puis reprend la main en phase 4 pour conduire les présentations, reprendre le tableau des hypothèses (« confirmée, infirmée, pas encore tranchée ») et valider la synthèse. Pour les trois dernières, elle s’en écarte en partie. La structuration y est conduite par l’enseignant, qui fait lire et recopier la trace écrite, alors que le chapitre 5 fait du dispositif l’acteur central de cette phase. Les relances de la plateforme interviennent pendant l’application, phase où le chapitre 5 ne donne pas ce rôle au dispositif. Seule l’évaluation, où les exercices balisés de la plateforme précèdent la lecture du tableau de bord par l’enseignant, suit le partage prévu. La fiche ordinaire ne contient aucune de ces indications ; elle suppose un enseignant qui sait déjà conduire une démarche d’investigation, ce que les enquêtes du chapitre 10 et l’étude 1 ne permettent pas de supposer.

Sur l’évaluation, l’écart est plus mince. Les deux fiches énoncent le même régime : une sonde diagnostique sans note ni retour, des exercices balisés par obstacle avec relance avant correction, des activités sommatives en phase 7. La fiche ASIN y ajoute la boucle qui donne son sens au balisage : l’enseignant lit le tableau de bord par obstacle et reprend en classe l’obstacle le plus fréquent avec l’activité de phase 3 qui le traite. L’erreur y est renvoyée à l’activité qui peut la déstabiliser plutôt que sanctionnée, conformément au statut que lui donne Astolfi (1997).

Chapitre 14. La plateforme MANARA et son évaluation experte

VN-Ch14-1 : Pile technique, modèle de données et fonctionnement hors ligne

Complément du chapitre 14, section 14.2.1

14.2.2. Les choix de pile et leur justification

Le tableau VN-41 liste les choix de pile avec les versions épinglées dans les fichiers de configuration des paquets, dont nous avons vérifié la présence dans le fichier de verrouillage du gestionnaire de paquets (75 dépendances à version exacte, aucune absente). La justification est celle que la conception consigne, ou celle de la spécification de conception lorsque le choix y est expliqué ; nous ne reconstruisons pas de motif qui n'y figure pas.

Tableau VN-41 : Pile technique du dispositif MANARA, versions épinglées et justification consignée.

Couche	Choix et version	Justification consignée (source)
Code source et outillage	Monorepo pnpm 10.28.0 ; Node 24 en CI (version minimale 24.7) ; TypeScript 5.9.3	Nouveau code source, rien repris de l'ancien code ; versions épinglées, une commande de contrôle unique
Schémas partagés	Zod 4.6.7 dans le paquet schéma	Une seule définition du contenu, des événements et des objets d'échange, partagée entre interface, serveur et build de contenu
Interface	React 19.3.0, Vite 8.0.16	Pile de l'existant, déjà maîtrisée (spécification de conception, 10.1)
Routage	wouter 3.11.0	Option légère choisie par le concepteur contre un routeur plus lourd, au nom du budget de 250 Ko
Données et langues	TanStack Query 5.103.1 ; i18next 26.4.2 et react-i18next 17.0.14	Choix de la spécification de conception
Style	Tailwind 4.3.3, jetons générés préfixés --mn-	Outil de build seulement, seul le CSS généré est livré ; alternative écartée : CSS sans utilitaires
Hors ligne	Service worker écrit à la main, IndexedDB sans bibliothèque	Aucune dépendance, une soixantaine de lignes lisibles ; l'API n'est jamais mise en cache
Contenu	MDX, JSON et YAML ; remark-mdx 3.1.1, unified 11.0.5, yaml 2.9.1 ; validation Zod au build	Contenu versionné avec le code : une version gelée est une étiquette et une empreinte de paquet (chapitre 12, 12.5.1)
Serveur	Express 5.2.1, regroupé par esbuild 0.28.2	Continuité avec l'existant (spécification, 10.1) ; esbuild parce que la compilation TypeScript en NodeNext exigerait des extensions dans tout le monorepo
Accès aux données	Prisma 7.10.0, adaptateur pg 7.10.0, pg 8.23.0	Version stable choisie car l'étiquette courante désignait une préversion ; SQL écrit à la main écarté
Base de données	PostgreSQL 16 (image alpine)	Écritures concurrentes de plusieurs classes et exports volumineux (spécification, 10.1)

Couche	Choix et version	Justification consignée (source)
Authentification	Sessions par cookie ; argon2id natif de Node ; second facteur TOTP pour chercheur et administrateur	Révocation simple, aucune dépendance de hachage
Proxy et conteneurs	Caddy 2, Docker Compose, images node:24-alpine, postgres:16-alpine, caddy:2-alpine	Caddy sert le statique et relaie /api, une brique de moins
Tests	Vitest 5.0.1, Testing Library 16.3.3, jsdom 30.1.0, supertest 7.2.2, Playwright 1.63.0, axe-core 4.13.0	Parcours complets sur le Chrome du poste, audit d'accessibilité à chaque écran
Qualité	ESLint 10.10.0, Prettier 3.9.8, Lighthouse 13.5.0	Contrôles bloquants en CI ; Lighthouse en tâche à part
Assistant	SDK Anthropic 1.3.0, dans l'API seulement	Service serveur appelé à la demande

Note. La colonne de justification rapporte le motif consigné par la conception ; elle ne constitue pas une évaluation de ce motif.

Le tableau VN-41 montre un trait de la pile qui découle des principes du chapitre 12 : la plupart des choix minimisent la dépendance. Le hors ligne n'utilise ni Workbox ni bibliothèque d'accès à IndexedDB ; le hachage des mots de passe n'appelle aucune dépendance ; le routage est le plus léger des routeurs considérés. Chacun de ces choix répond au budget de sobriété autant qu'à une préférence de maîtrise, et la justification le dit explicitement quand c'est le cas.

14.2.3. Le modèle de données et les routes

Le schéma Prisma compte 27 modèles et 13 migrations. Les rôles de la base sont l'élève, l'enseignant, le chercheur, l'administrateur et l'expert, et les niveaux sont 3AC et 2BAC. Les modèles se répartissent en cinq groupes : les comptes et les classes, le contenu et ses versions, la progression et les résultats, les traces et les journaux, et les cours d'enseignants avec leurs versions, publications et programmations. La route de l'API est organisée en onze modules (administration, assistant, classes, cours, exports, journaux, résultats, séance, suivi, synchronisation, tableau) auxquels s'ajoute l'authentification. Une fonction d'autorisation unique, qui consulte une matrice rôle par ressource, garde chaque route ; dans cette matrice, le rôle d'expert n'a aucun droit, ce que le code commente comme un état d'attente de la version d'évaluation experte.

14.2.4. Hors ligne et journalisation

Le chapitre 12 a posé le fonctionnement sans réseau comme état de référence et la conservation de l'horodatage d'origine comme condition de validité des traces. Le code source contient les composants correspondants : un service worker généré au build avec la liste exacte des fichiers

de la coquille, un téléchargement explicite des paquets de chapitre, un gestionnaire de traces qui met les événements en file locale, une synchronisation par lots, un module d'horodatage local et des identifiants d'événement ordonnés dans le temps. Le schéma des événements compte onze types : les sept de la spécification des traces, auxquels s'ajoutent la séance de projection, la séance composée, la réponse à la sonde et la révision.

Nous avons rejoué le parcours « mode avion » du code source sur une construction de production, avec le service worker réel et une API simulée par le navigateur de test. Il s'est déroulé en 8,5 secondes de test (13,6 secondes avec la construction) et a réussi. L'élève se connecte et télécharge le chapitre de la digestion, le service worker prend le contrôle de la page ; le réseau est coupé ; l'application et la fiche du chapitre se rouvrent, l'élève répond aux sept questions de la sonde et passe à l'activité suivante sans qu'aucun événement ne parte vers le serveur ; l'indicateur d'état affiche alors un nombre d'événements en attente. Le réseau revenu, la file part : les événements de réponse à la sonde portent un horodatage compris dans la fenêtre de la coupure, à une seconde près, leurs identifiants sont tous distincts, l'indicateur disparaît et le navigateur n'a relevé aucune violation de la politique de sécurité de contenu. Ce rejeu établit le comportement du client sur ce scénario ; il ne dit rien du serveur réel, de l'appareil réel ni d'un parcours plus long. Reste à dire dans quel environnement ce code est construit, testé et mis en ligne.

VN-Ch14-2 : Environnement de développement et chaîne d'intégration et de livraison

Complément du chapitre 14, section 14.2.1

14.3. L'environnement de développement et de déploiement

14.3.1. Le poste de développement

Le développement se fait sur un poste de travail, avec les outils de la pile décrite plus haut (Node 24.7 au moins, pnpm 10.28.0). Les commandes principales sont une commande de contrôle (pnpm check : analyse statique, types, tests unitaires, construction et budget de poids), des parcours de bout en bout sur le navigateur Chrome, des tests d'intégration sur PostgreSQL et une pile complète avec jeu de données fictif.

14.3.2. La chaîne d’intégration et de livraison

La figure VN-30 présente la chaîne qui mène une modification du code source à la version déployée. Une intégration continue exécute les tests avant chaque déploiement : analyse statique, types, tests unitaires, construction, budget de poids et parcours de bout en bout, puis tests d’intégration sur base de données et parcours sur une pile complète avec un jeu de données fictif. Le déploiement est automatique une fois ces contrôles réussis.

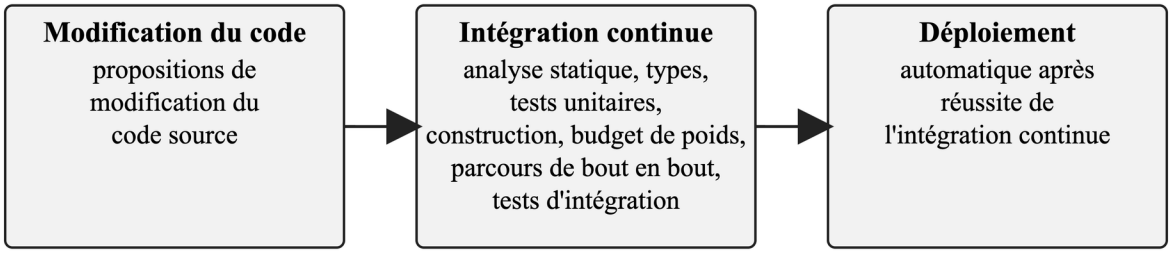


Figure VN-30 : Chaîne d’intégration et de livraison : une modification du code source est validée par l’intégration continue avant tout déploiement automatique.

Le tableau VN-42 résume l’environnement par couche.

Tableau VN-42 : Environnement de développement, d’intégration et de déploiement du dispositif MANARA.

Couche	Caractéristiques
Poste	Poste de développement ; navigateur Chrome pour les parcours et les mesures
Intégration continue	Analyse statique, types, tests unitaires, construction, budget de poids bloquant, parcours de bout en bout, tests d’intégration sur base de données, pile complète avec jeu de données fictif ; Lighthouse et captures de référence sur les propositions de modification
Livraison	Déploiement automatique à partir de la branche principale, après réussite de l’intégration continue
Serveur	Un serveur héberge l’application ; les migrations de base sont appliquées au déploiement ; la collecte de données réelles reste soumise à la déclaration à la CNDP
Sauvegarde	Une sauvegarde quotidienne de la base est en place ; le code source contient aussi des commandes de sauvegarde, de restauration et de test de restauration

Le tableau VN-42 fixe aussi la portée de ce qui suit. Les mesures et les captures de ce chapitre ont été faites sur le poste de développement, à partir de constructions de production et d’une pile locale, et non sur le serveur déployé, dont la section suivante décrit l’état constaté.

VN-Ch14-3 : Budgets de performance mesurés et tests

Complément du chapitre 14, section 14.2.2

14.6. Les budgets de performance mesurés

Le chapitre 12 a converti le principe de sobriété en cinq budgets opposables, présentés au tableau 61 du chapitre 12. Cette section donne ce que nous avons mesuré nous-mêmes, et seulement cela. Les mesures ont été prises à partir d'une construction de production faite sur le poste de développement, avec les scripts du code source : le script de budget du premier chargement, le script de budget par adresse, qui ouvre la construction dans Chrome devant une API simulée et relève tout le JavaScript et le CSS chargés jusqu'à l'écran stable, le build du contenu pour les paquets, et le script Lighthouse du code source. Les tailles sont compressées en gzip, avec 1 Ko valant 1 000 octets, ce qui est la lecture la plus stricte. Aucune mesure n'a pu être faite sur un appareil réel, faute d'appareil physique disponible.

Le tableau VN-43 confronte chaque budget à ce qui a été mesuré. Une cible n'y figure jamais comme une mesure : lorsque rien n'a été mesuré, la case porte « non établi ».

Tableau VN-43 : Budgets du chapitre 12 et valeurs mesurées.

Budget (tableau 61 du chapitre 12)	Limite	Valeur mesurée par nous	Résultat
Premier chargement de l'application, compressé	moins de 250 Ko	186,54 Ko (script de budget du premier chargement)	Dans le budget
Premier chargement et fragments, par adresse	moins de 250 Ko par adresse	41 adresses mesurées ; maximum 288,54 Ko sur /enseignant/cours ; 259,84 Ko sur /design-system ; 248,80 Ko sur la fiche d'un chapitre élève ; 246,62 Ko sur l'accueil élève ; toutes les autres adresses sous 247 Ko	Dans le budget, sauf deux exceptions écrites à 300 Ko
Paquet d'un chapitre, médias compris	moins de 40 Mo	0,75 Mo, 1,69 Mo et 0,54 Mo pour les trois chapitres ; capsules publiées hors paquet : 14 pour 95,7 Mo	Dans le budget pour les paquets
Une ressource de simulation	moins de 3 Mo	Plus gros module de l'inventaire : 249 532 octets ; plus gros des 30 modules du code source : 275 420 octets, avant compression	Dans le budget
Première interaction, Android d'entrée de gamme	moins de 4 s	Appareil réel : non établi. Émulation Lighthouse mobile (processeur ralenti 6 fois, latence 300 ms, 700 kbit/s) sur six écrans : LCP de 6,79 s à 14,43 s, FCP de 5,01 s à 5,75 s, blocage total de 0 à 82 ms, score de performance de 61 à 64	Non établi (appareil) ; émulation fournie, au-delà de 4 s pour le LCP
Mémoire pendant une simulation	moins de 300 Mo	Non établi	Non établi

Note. Le LCP émulé est celui que Lighthouse calcule sous ralentissement simulé d'une connexion et d'un processeur ; il n'est pas la première interaction du budget, et une émulation n'est pas un appareil. Mesures faites sur l'API simulée du code source et non sur le serveur déployé.

La figure VN-31 donne, adresse par adresse, le poids chargé jusqu'à l'écran stable. Elle regroupe les adresses d'un même espace dont le poids est identique, par exemple les cinq écrans de la console du chercheur, d'où 29 lignes pour 41 adresses.

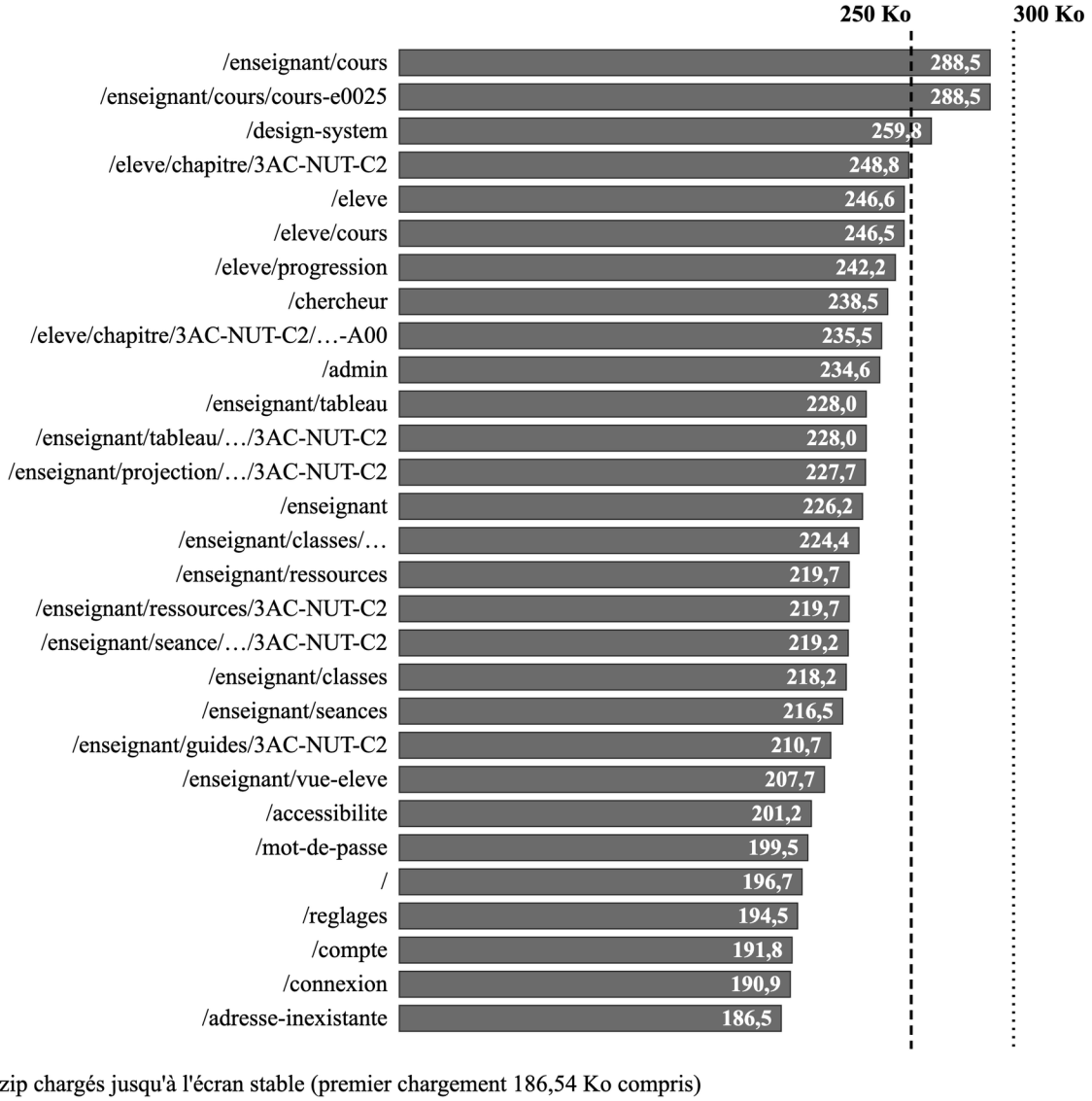


Figure VN-31 : Poids gzip, en kilooctets, du JavaScript et du CSS chargés jusqu'à l'écran stable pour 29 groupes d'adresses du dispositif ; les deux traits verticaux marquent le budget de 250 Ko et l'exception écrite de 300 Ko.

Dans la figure VN-31, les adresses de l'enseignant comptent parmi les plus lourdes, l'éditeur de cours chargeant à lui seul 102,00 Ko de fragments à la demande, et il est le seul écran de ce rôle à dépasser le budget général, sous une exception écrite que la conception justifie par le fait qu'il s'agit d'un écran de bureau hors du périmètre des téléphones des élèves. La page interne du

système de design dépasse aussi 250 Ko, sous la même limite exceptionnelle. Enfin, les écrans de l'élève restent entre 187 et 249 Ko, avec une marge étroite sur la fiche de chapitre, à 1,2 Ko de la limite, et la route de lecture d'une activité à 235,54 Ko dépasse la cible interne de 230 Ko que la conception s'était donnée pour elle, sans dépasser le budget général.

Le script Lighthouse du code source, dans ses conditions habituelles (préréglage mobile, processeur ralenti 4 fois, connexion de 4G lente), a donné un LCP de bureau de 0,73 à 1,46 s, un décalage cumulé de mise en page de 0,000 à 0,001 et un score d'accessibilité de 100 pour six écrans, tous installables ; le score de performance mobile émulé va de 72 à 89 et le LCP mobile émulé de 3,27 s à 6,63 s. Nous l'avons relancé en durcissant les conditions, selon la demande d'une émulation d'appareil d'entrée de gamme : processeur ralenti 6 fois, latence de 300 ms et débit de 700 kbit/s. Le score de performance tombe à 61 à 64, le LCP à 6,79 s pour la page de connexion, 8,73 s à 8,75 s pour les accueils, et 14,43 s pour le lecteur et le tableau de bord de l'enseignant ; le FCP va de 5,01 s à 5,75 s et le blocage total de 0 à 82 ms. Le score d'accessibilité reste à 100 et le décalage de mise en page à 0,001 au plus. Cette émulation dit que, sur un processeur six fois plus lent et un réseau de ce débit, les écrans lourds dépassent largement quatre secondes avant d'afficher leur plus grand élément ; elle ne mesure pas la première interaction, et elle ne remplace pas la mesure sur un Android réel, qui reste non établie. Le script signale aussi un audit d'accessibilité en échec sur le lecteur, la règle sur la cohérence entre l'étiquette visible et le nom accessible, malgré le score de 100.

Les tests du monorepo ont été exécutés. Les tests unitaires comptent 3 781 tests dans six paquets (184 pour les schémas, 1 493 pour les simulations, 635 pour le système de design, 124 pour le contenu, 249 pour l'API et 1 096 pour l'interface). Les tests d'intégration de l'API, joués sur une base PostgreSQL 16 migrée, comptent 164 tests dans 18 fichiers et ont tous réussi. Les parcours de bout en bout, joués sur une construction de production avec Chrome, comptent 126 tests dans 17 fichiers : 120 ont réussi, 6 ont été ignorés (captures conditionnées à une variable d'environnement) et aucun n'a échoué. Ces résultats disent que la suite du code source passe sur ce poste ; ils ne disent pas que les tests couvrent ce qu'il faudrait couvrir. La section suivante revient aux écrans, pour ceux que la version 4 a ajoutés.

VN-Ch14-4 : Composition de séance et mode projection

Complément du chapitre 14, section 14.3.1

La figure 69 illustre le principe de relance. La réponse choisie rend l'obstacle de la réduction au broyage ; le message qui s'affiche sous elle ne donne pas le résultat attendu, il renvoie à la comparaison avec le tube témoin, et le bandeau demande à l'élève de lire le message puis de modifier sa réponse. Le texte de la relance est celui que porte le distracteur dans le fichier de l'exercice, avec le code de l'obstacle ; un distracteur d'erreur de lecture porte à la place une indication. La règle de correction du code ne montre la bonne réponse et sa justification qu'après la deuxième tentative. La figure VN-32 passe du côté de l'enseignant.

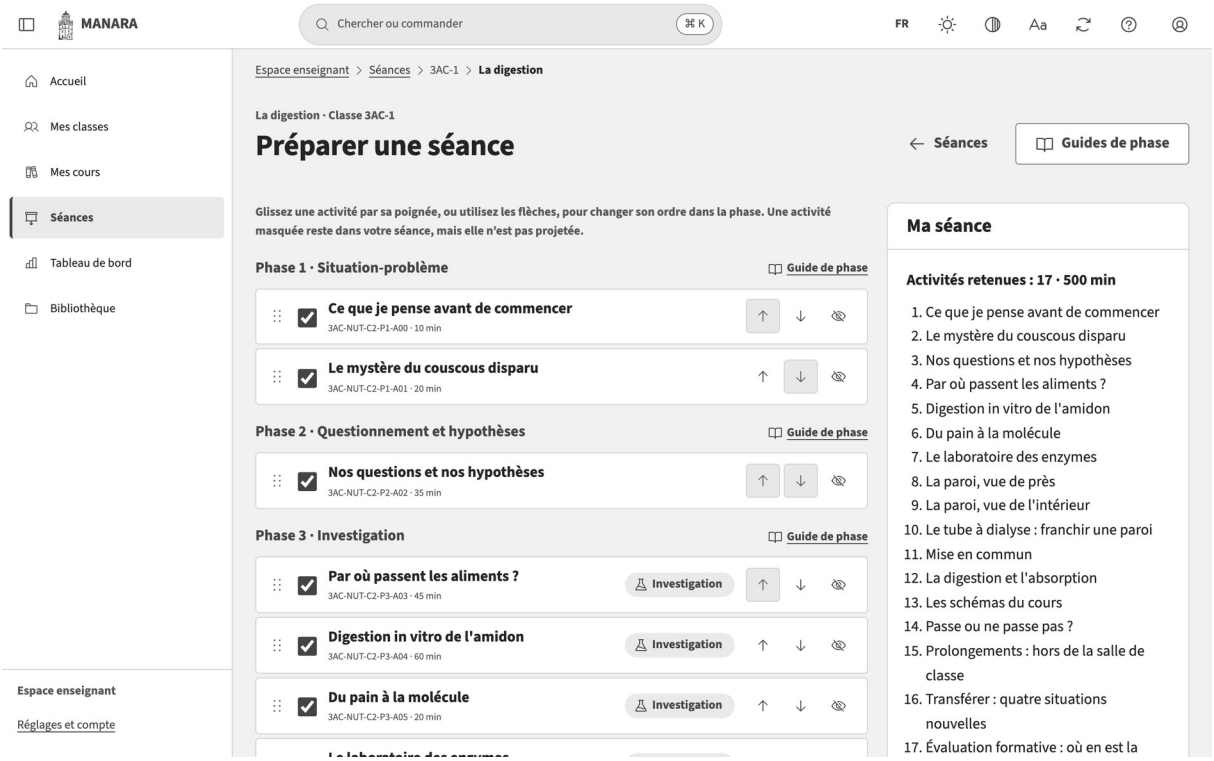


Figure VN-32 : Écran « Préparer une séance » pour la classe de démonstration 3AC-1 et le chapitre « La digestion » : activités regroupées par phase avec case de sélection, flèches d'ordre, bouton de masquage et lien vers le guide de phase, et récapitulatif « Ma séance » à droite (17 activités, 500 minutes).

La figure VN-32 montre la composition de séance, l'instrument qui rend observable le geste de recomposition dont le chapitre 12 faisait l'indicateur praxéologique le plus direct. L'enseignant coche, réordonne par la poignée ou les flèches, et masque ; une activité masquée reste dans la séance mais n'est pas projetée. Chaque phase renvoie à son guide d'une minute. Chaque séance composée donne lieu à un événement journalisé. La figure VN-33 montre l'écran de projection.



Figure VN-33 : Mode projection du chapitre « La digestion » à la phase 1 : en-tête avec guide de phase, capsules, plein écran et fin de projection, frise de sept pastilles numérotées dont la première, active, porte le nom de la phase, et contenu en grands caractères sous le titre de la phase.

Dans la figure VN-33, les sept pastilles sont ici numérotées et la phase courante porte son nom : c'est la forme que le chapitre 12 décrivait. Les commandes sont réduites à quatre : le guide de phase, les capsules, le plein écran et la fin de la projection. Le mode projection est un mode de première classe, journalisé comme séance collective ; sans cela, une classe qui travaille sur l'écran de l'enseignant apparaîtrait dans les données comme un usage élève nul. La figure 72 montre le tableau de bord par obstacle.

VN-Ch14-5 : Labos de la phase 3 non retenus dans le corps du chapitre

Complément du chapitre 14, section 14.3.2

L'écran de la figure 74 est une situation que l'élève explore. La consigne le dit : « Mène l'enquête dans le salon, puis montre ton idée sur la silhouette : c'est ton explication qui compte, pas celle d'un autre. » L'élève relève des indices dans la scène, puis représente ce que devient le couscous en posant des étiquettes d'état et en traçant un ou plusieurs chemins sur une silhouette qui ne montre aucun organe. L'écran recueille ainsi son explication avant tout enseignement, au sens du principe P1 ; le plan de production de la capsule associée vise les obstacles O2 (intérieur du tube), O5 (absorption automatique) et O7 (tube linéaire, glandes traversées). La fiche fait

mener l'enquête en classe entière, l'enseignant la lançant sans rien trancher : le dispositif fournit le matériau de la situation, dont l'enseignant reste l'acteur central, comme le prévoit le modèle ASIN pour cette phase (chapitre 5). Plusieurs labos de la phase 3 prennent la forme de paillasses virtuelles ; la figure VN-34 montre celle de l'activité 6, « Reconnaître un nutriment », que le chapitre 13 rattache à l'obstacle O3, la confusion entre aliment et nutriment.

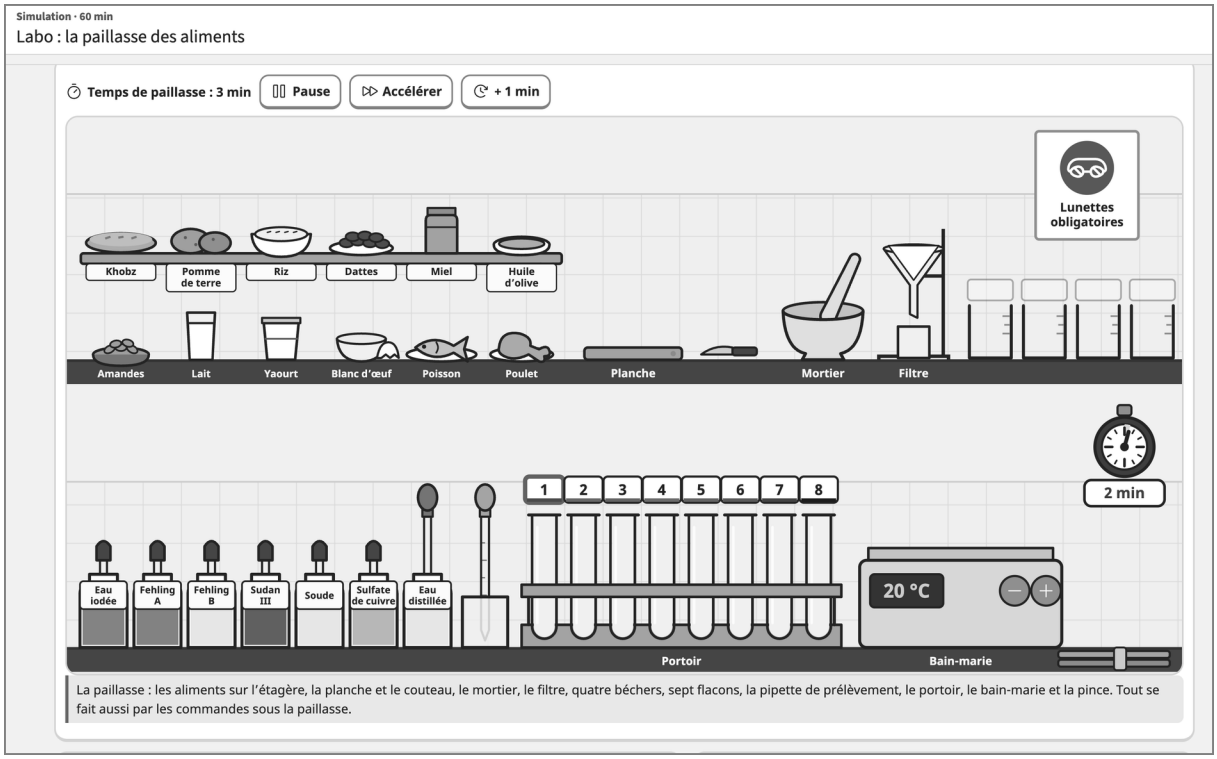
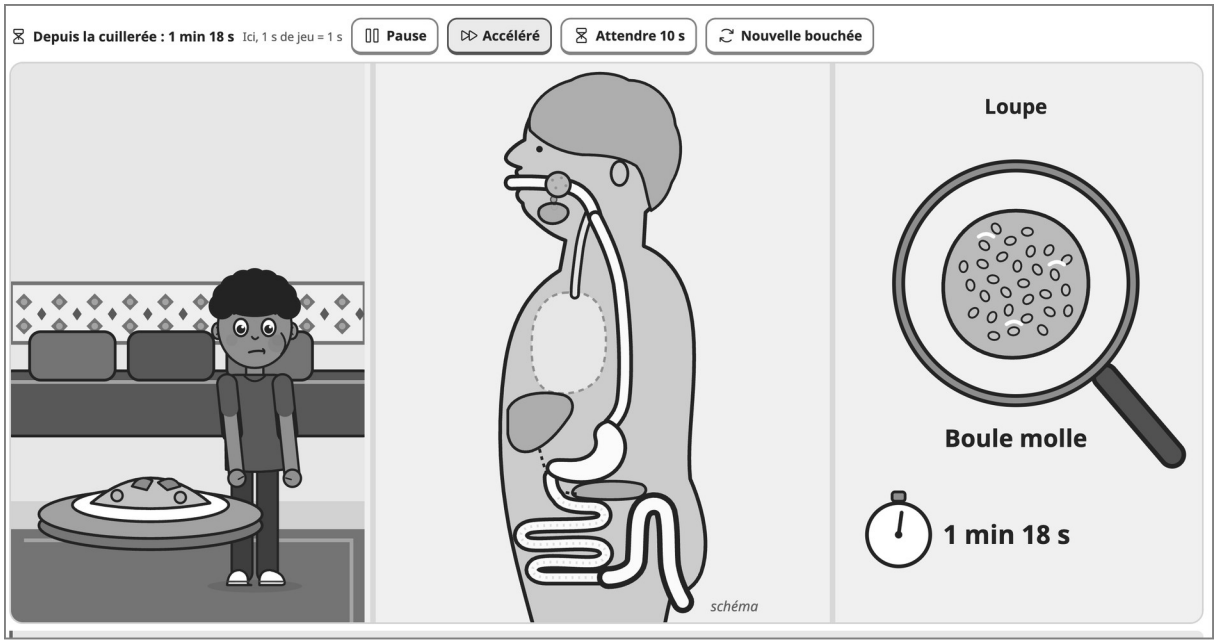


Figure VN-34 : « Labo : la paillasse des aliments » (activité 6, phase 3) : aliments, instruments de préparation, sept flacons (six réactifs et l'eau distillée), portoir de huit tubes, bain-marie réglable et chronomètre, sous les commandes du temps de paillasse.

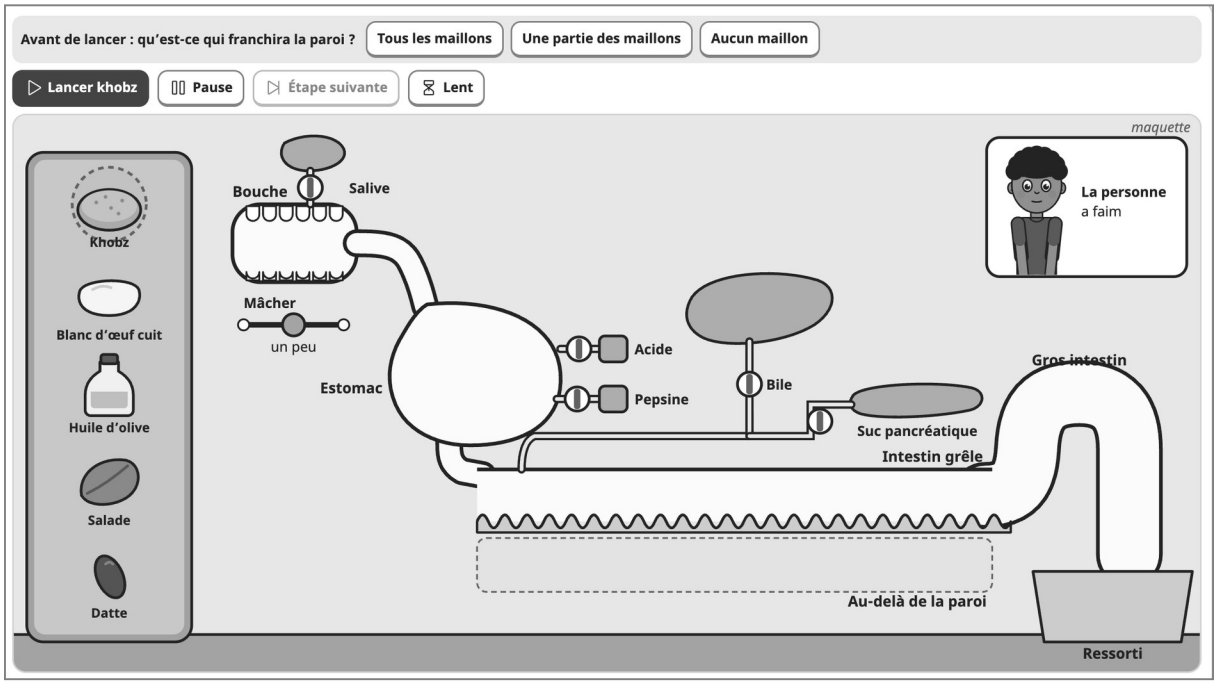
La paillasse de la figure VN-34 réunit le matériel d'une séance de travaux pratiques : les aliments, de quoi les découper, les broyer et les filtrer, et les réactifs des tests de reconnaissance que le cours garde du manuel (eau iodée, liqueur de Fehling, Soudan III, soude et sulfate de cuivre). La fiche fixe l'ordre de l'activité : question, protocole, prédiction écrite, observation des tests sur les substances connues, qui est le moment de la capsule (figure 73, b), tests faits par l'élève sur les aliments, déduction. L'élève obtient ainsi le résultat par sa manipulation, après l'avoir prédit, et l'enseignant n'en donne aucun. La figure 76 montre deux paillasses du chapitre de la digestion, celles des activités 11, « Digestion in vitro de l'amidon », et 12, « Un suc pour chaque aliment ? » ; le chapitre 13 rattache la seconde à l'obstacle O4, l'enzyme assimilée à un acide, et le plan de production de la capsule de l'activité 11 vise les obstacles O1 et O4.

Sur la première paillasse de la figure 76, la prédiction de l'élève reste affichée pendant la manipulation, et un bouton permet de la reprendre ; la fiche demande à l'enseignant de la

vérifier avant toute manipulation. Les couleurs prédites y sont écrites en toutes lettres, ce qui garde l'écran lisible en niveaux de gris. Sur la seconde, la question de l'activité, « Agit-elle sur tous les aliments, comme un acide qui attaque ? Et dans n'importe quelles conditions ? », appelle des essais où ces conditions varient l'une après l'autre, et la paillasse en fournit le matériel. Les labos suivants représentent le corps lui-même : la figure VN-35 montre un schéma où l'on suit une bouchée, en phase 3, et une maquette du tube digestif, en phase 6.



(a)



(b)

Figure VN-35 : Modèles du tube digestif, identifiés d'après l'écran : (a) « Labo : le trajet d'une bouchée » (activité 8, phase 3), la bouchée suivie dans la scène, le schéma et la loupe ; (b)

« Labo : passe ou ne passe pas ? » (activité 21, phase 6), maquette à vannes et question posée avant le lancement.

Dans le panneau (a) de la figure VN-35, la même bouchée est suivie dans trois vues juxtaposées, la scène du repas, le tube et la loupe, au rythme de l'horloge (« Ici, 1 s de jeu = 1 s ») ou en accéléré ; l'activité, que le chapitre 13 rattache à l'obstacle O7, demande une prédiction avant de piloter la bouchée. Dans le panneau (b), l'élève choisit un aliment, règle la mastication et les vannes des sécrétions, puis répond avant de lancer à la question de ce qui franchira la paroi, entre « Tous les maillons », « Une partie des maillons » et « Aucun maillon ». Chaque représentation affiche son statut, « schéma » ou « maquette », ce qui signale un modèle et non le corps. La figure VN-36 descend à l'échelle de la paroi intestinale, avec le labo de l'activité 14, « La villosité, et ce qui change le long du tube », que le chapitre 13 rattache à l'obstacle O5, l'absorption automatique.

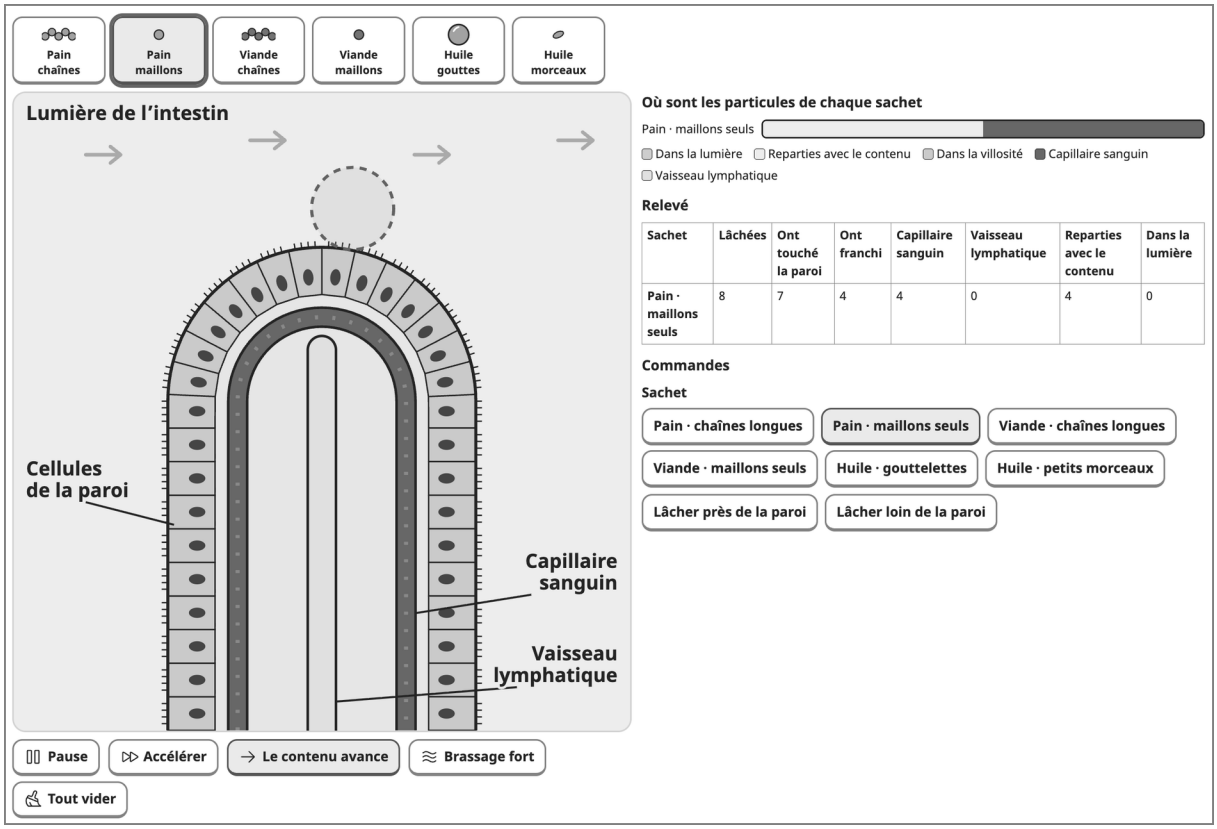
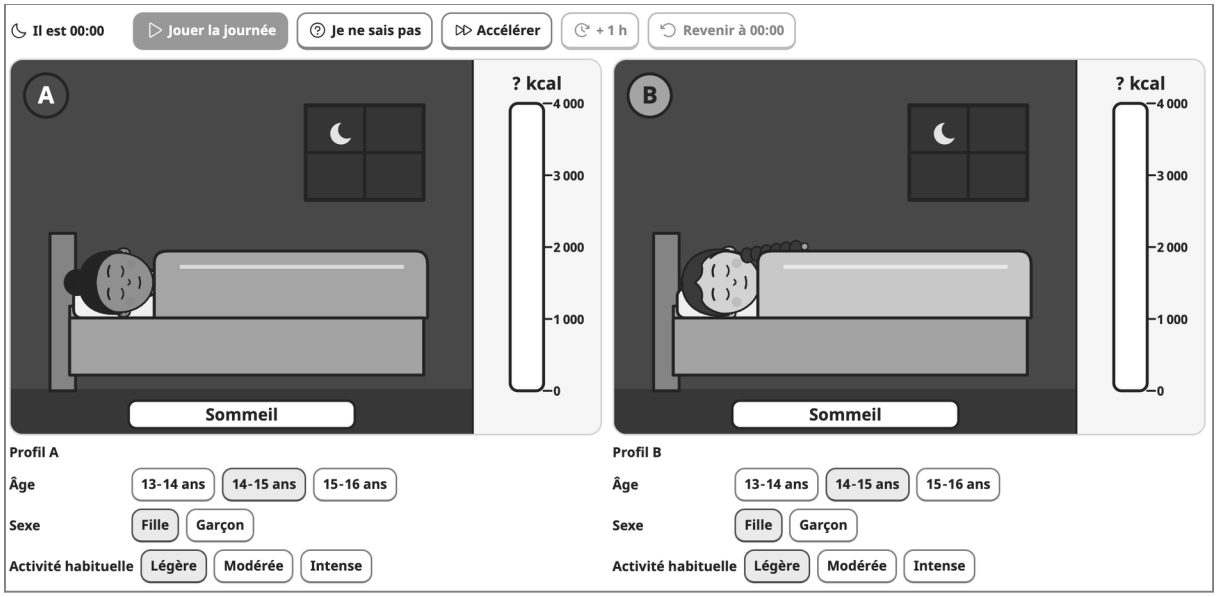


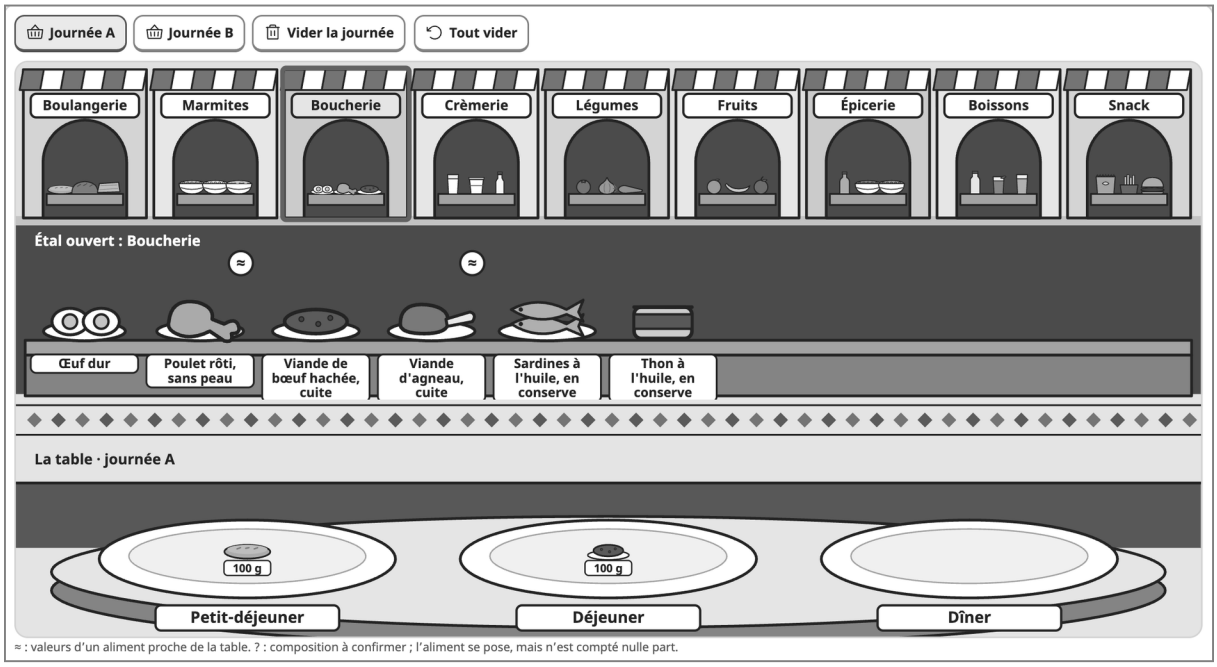
Figure VN-36 : Labo « Monde : la villosité, en coupe » (activité 14, phase 3), identifié d'après l'écran : sachets de particules, coupe de la villosité et de ses vaisseaux, commandes et tableau « Relevé » d'un essai.

La coupe de la figure VN-36 montre la lumière de l'intestin, les cellules de la paroi, le capillaire sanguin et le vaisseau lymphatique. Son relevé sépare les particules qui ont touché la paroi de celles qui l'ont franchie (7 et 4 sur 8 dans l'essai capturé), ce que met en jeu la question de l'activité (« Et le passage est-il automatique ? »). Le module donne à voir un niveau

d’organisation que l’élève ne peut pas observer directement, la cible que le chapitre 5 assigne à l’investigation. Le chapitre de l’éducation nutritionnelle déplace ensuite les modules du corps vers la journée et le repas : la figure VN-37 montre un labo de phase 3 sur deux profils fictifs et un labo de phase 6 sur deux journées de repas.



(a)



(b)

Figure VN-37 : Labos de l’éducation nutritionnelle, identifiés d’après l’écran : (a) « Labo : deux profils, une journée » (activité 15, phase 3), profils fictifs A et B et jauges en kilocalories ; (b) « Labo : le souk, deux journées de repas » (activité 22, phase 6), étals et table de la journée A.

Les deux labos de la figure VN-37 suivent les points de vigilance de la fiche : des profils fictifs seulement, sans jamais demander à un élève ses propres valeurs, et aucun jugement sur un

plat ou une journée, aucun mot sur le corps. Dans le panneau (a), il s'agit de savoir si les compteurs des deux profils arrivent au même niveau en fin de journée, et sinon quel réglage fait l'écart ; sur la capture, la journée n'a pas commencé. Dans le panneau (b), l'élève compose une journée de repas étal par étal, en portions de 100 g, puis la compare à celle d'un autre binôme ; la légende placée sous la table signale les valeurs empruntées à un aliment proche de la table de composition (« ≈ ») et les compositions à confirmer (« ? »), ces derniers aliments se posant sans être comptés. La figure VN-38 montre enfin le labo de l'activité 16, « Les plats de nos régions », qui fait passer la composition des repas par la géographie du Maroc.

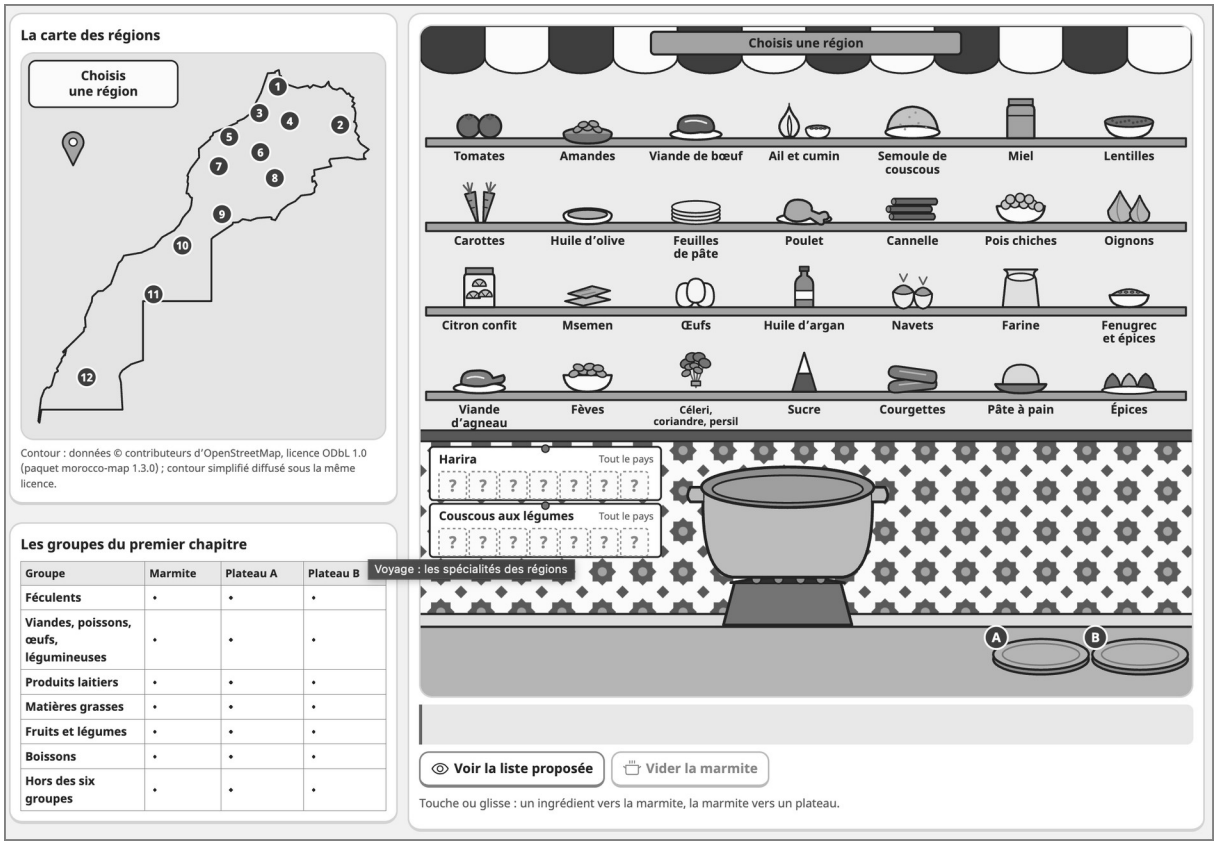


Figure VN-38 : Labo « Voyage : les spécialités des régions » (activité 16, phase 3) : carte des régions, marmite et étagères d'ingrédients, plateaux A et B, tableau « Les groupes du premier chapitre ». Contour de la carte : données © contributeurs d'OpenStreetMap, licence ODbL 1.0 ; contour simplifié diffusé sous la même licence.

Sur l'écran de la figure VN-38, l'élève choisit une région sur la carte, où elles sont numérotées de 1 à 12, prévoit ce que contient un de ses plats, le compose dans la marmite à partir des ingrédients de l'étagère, puis verse la marmite sur un plateau. Le tableau de gauche range le contenu de la marmite et des plateaux dans les groupes d'aliments du premier chapitre, ce qui relie l'éducation nutritionnelle au classement établi dans le chapitre « Les aliments ». La liste des plats et de leurs ingrédients reste une proposition, à valider par l'enseignant selon la fiche ; l'écran la présente comme « la liste proposée ».

VN-Ch14-6 : Les écrans propres à la version 4

Complément du chapitre 14, sections 14.2.3 et 14.3.1

14.7. Les écrans propres à la version 4

Les captures de la section 14.4 montrent le noyau du parcours ASIN, puis les capsules et les simulations du cours type. Cette section présente neuf autres écrans, propres à la version 4 ou à des contextes d'usage que les premières ne couvrent pas : le lecteur pupitre, un labo jouable dans une activité, une capsule, le suivi par élève, l'éditeur, l'interface arabe, l'interface tamazight, le téléphone et le guide de phase. La règle est celle de 14.4.3 : pile locale, jeu de démonstration, aucun nom de personne, niveaux de gris. La figure VN-39 montre le lecteur pupitre avec deux panneaux ouverts.

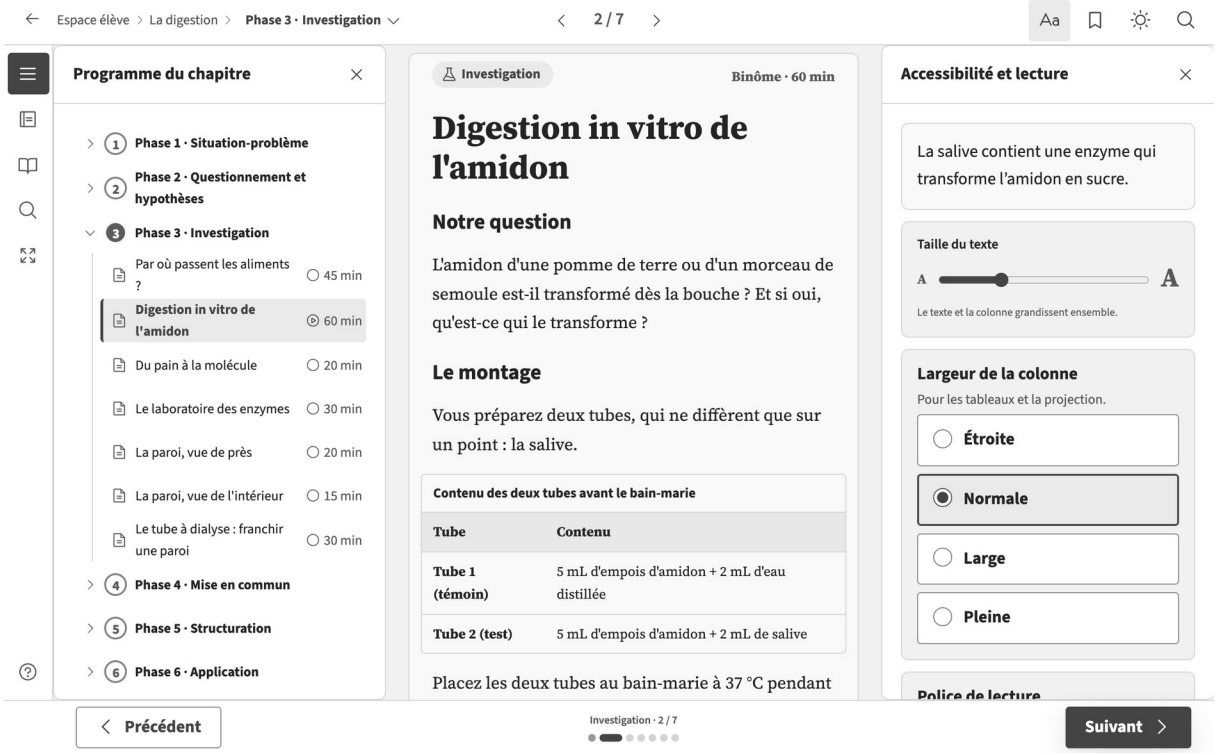


Figure VN-39 : Lecteur « pupitre » du chapitre « La digestion » : barre unique en haut (fil d'Ariane, phase, position), rail d'icônes à gauche, panneau « Programme du chapitre » et tiroir « Accessibilité et lecture » (taille du texte, largeur de colonne) ouverts à côté de l'article, barre de position à sept points en bas.

Dans la figure VN-39, les panneaux poussent l'article au lieu de le recouvrir, et l'écran reste verrouillé en hauteur, seul l'article défilant. Les réglages du tiroir portent sur la taille du texte, la largeur de la colonne et la police de lecture, et ils s'appliquent à l'article sans quitter le chapitre. Cette forme de lecteur est celle du lecteur retenu après validation sur maquette. La figure VN-40 montre un labo jouable à sa place dans une activité.

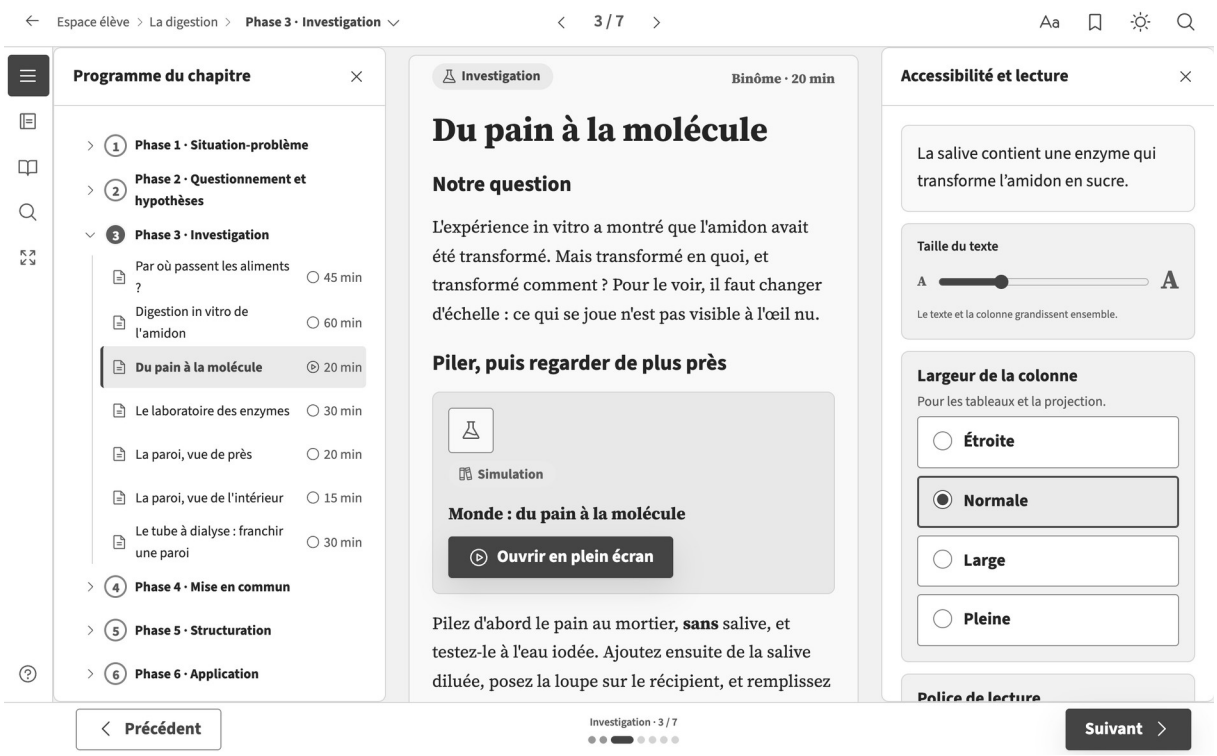


Figure VN-40 : Activité « Du pain à la molécule » du chapitre « La digestion » : une carte « Simulation », intitulée « Monde : du pain à la molécule », est insérée dans le texte de l'activité, avec le bouton « Ouvrir en plein écran ».

La carte de la figure VN-40 est un bloc « simulation » du contenu, qui appelle par son code un module de la bibliothèque. Le module est un document HTML autonome chargé dans un cadre isolé ; il ne communique avec la plateforme que par un petit protocole d'événements de début, de progression et d'achèvement, entiers seulement. La figure VN-41 montre ce module ouvert.

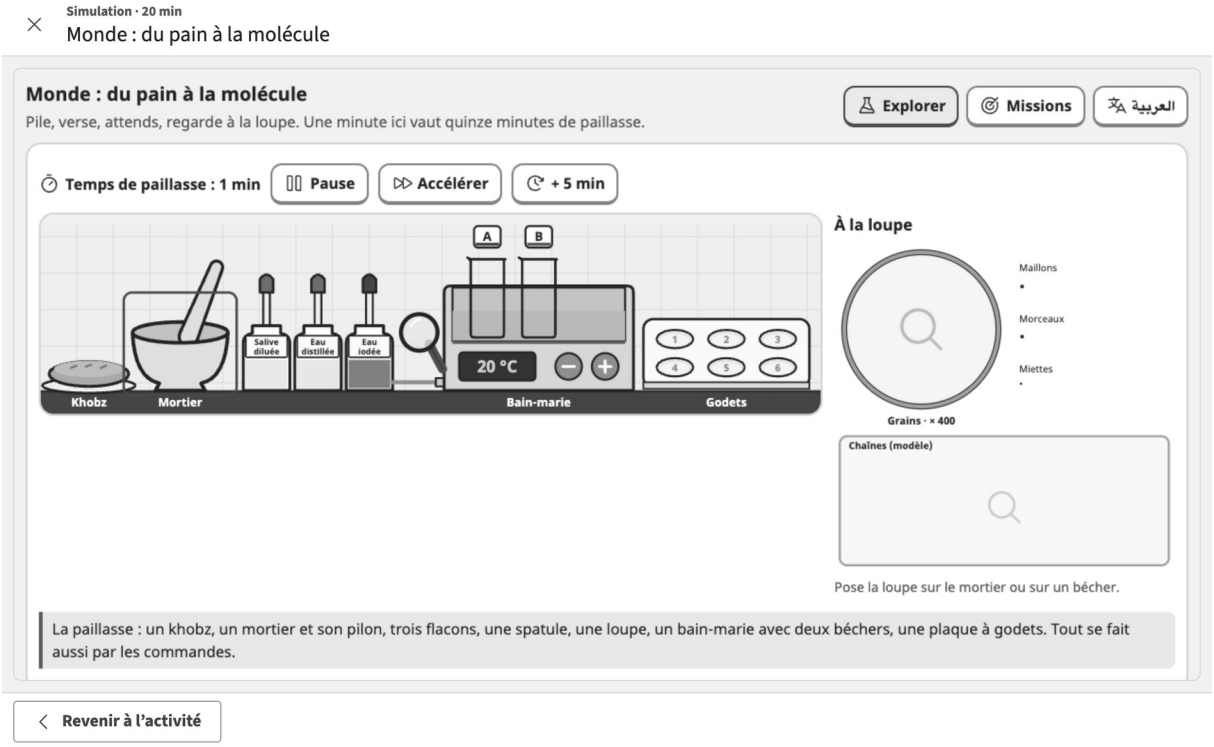


Figure VN-41 : Le module « Monde : du pain à la molécule » ouvert en plein écran : paillasse (khobz, mortier, bain-marie, godets), commandes de temps de paillasse (pause, accélération, cinq minutes de plus), boutons « Explorer » et « Missions », bouton de langue, bouton « Revenir à l'activité ».

La figure VN-41 montre une simulation jouable qui remplace, pour cette activité, la ressource passive du prototype de contenu : l'élève manipule le temps et les objets au lieu de lire un résultat. Le poids du module est de 163 Ko dans la fiche de justification, très en deçà du budget de 3 Mo. Cette fonction didactique est écrite dans la fiche C02 du module, qui nomme la phase, l'obstacle visé et le mécanisme. La figure VN-42 montre une capsule animée.



Figure VN-42 : Lecteur de capsule ouvert depuis le mode projection, phase 1 (situation-problème) : capsule « Le couscous disparu » (1 min 22 s, 3,9 Mo) rattachée à l'activité « Le mystère du couscous disparu », choix Français ou Darija, lecteur vidéo arrêté à 0 min 22 s sur une image de l'animation (une assiette de couscous presque vide, sous l'intertitre « Un peu plus tard… »), mention « Sous-titres incrustés dans l'image » et bouton de téléchargement pour le hors ligne.

La figure VN-42 montre la capsule à sa place, avec une image fixe de l'animation lue dans le lecteur : le fichier lu est celui de la capsule publiée, arrêté à 22 secondes, sur une assiette de couscous presque vide, sans personnage. La capsule est rattachée à l'activité de la phase 1, offerte en deux langues et téléchargeable à part pour le hors ligne, hors des paquets de chapitre. Les pistes de sous-titres ne sont pas livrées, la mention du lecteur indiquant que les sous-titres sont incrustés dans l'image. La figure VN-43 passe au suivi par élève.

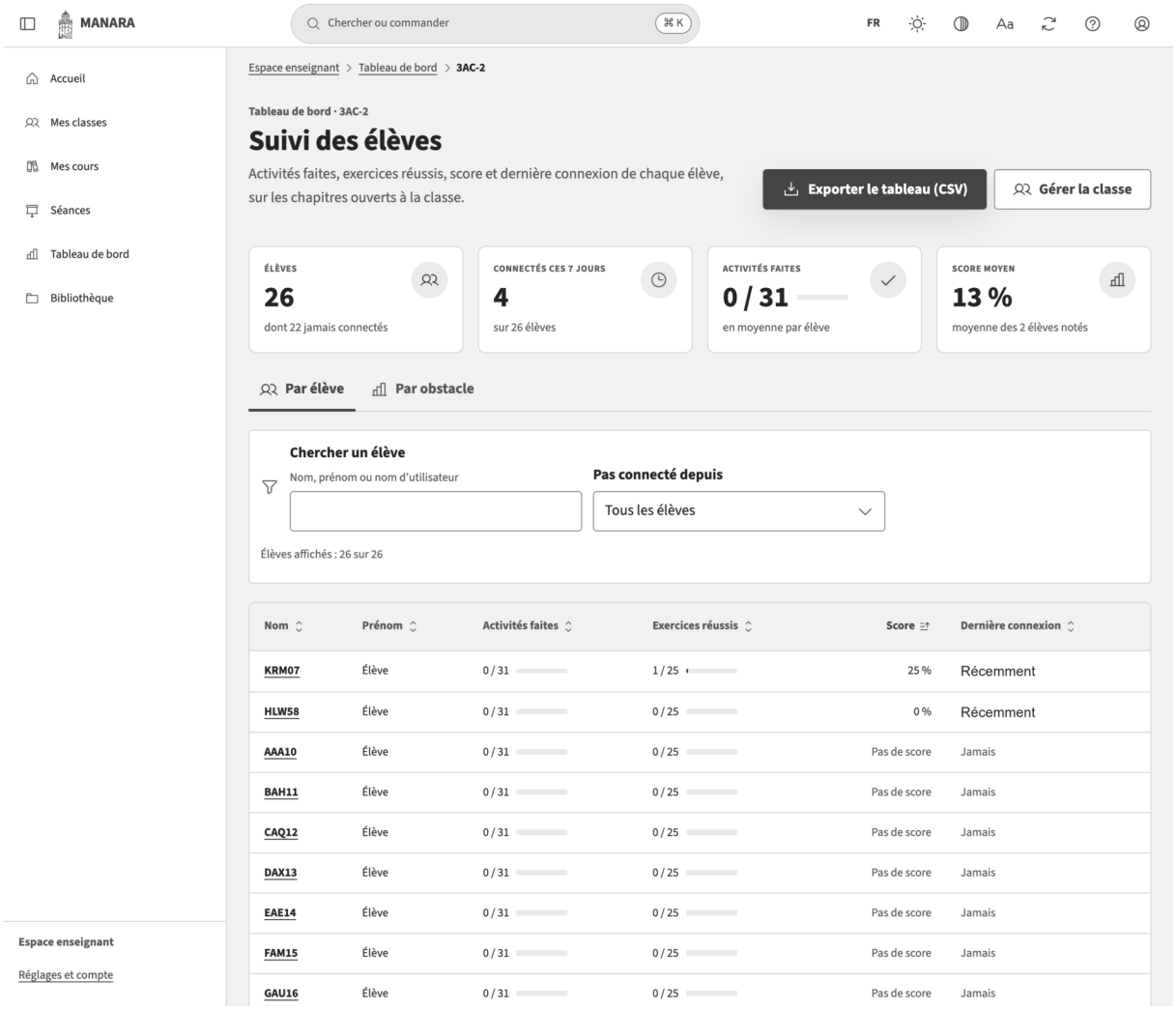


Figure VN-43 : Écran « Suivi des élèves » de la classe de démonstration 3AC-2 : indicateurs (26 élèves dont 22 jamais connectés, 4 connectés sur 7 jours, 0 sur 31 activités faites en moyenne, score moyen de 13 % sur 2 élèves notés), onglets « Par élève » et « Par obstacle », filtres, et tableau trié par score ; les élèves sont des comptes « Élève » identifiés par un code, quatre d'entre eux ayant répondu à des exercices pour la capture.

La figure VN-43 montre ce que la version 4 a ajouté pour l'enseignant : un tableau par élève, avec activités faites, exercices réussis, score et dernière connexion, à côté du tableau par obstacle. Le score n'apparaît qu'à partir de trois questions faites, ce que montre la mention « moyenne des 2 élèves notés » ; les autres lignes portent « Pas de score ». Les valeurs sont celles d'un jeu de démonstration et ne disent rien de l'usage réel. Ce tableau est celui qui a levé, pour la version produit, la part du principe de la trace qui excluait tout suivi individuel. La figure VN-44 montre l'éditeur.

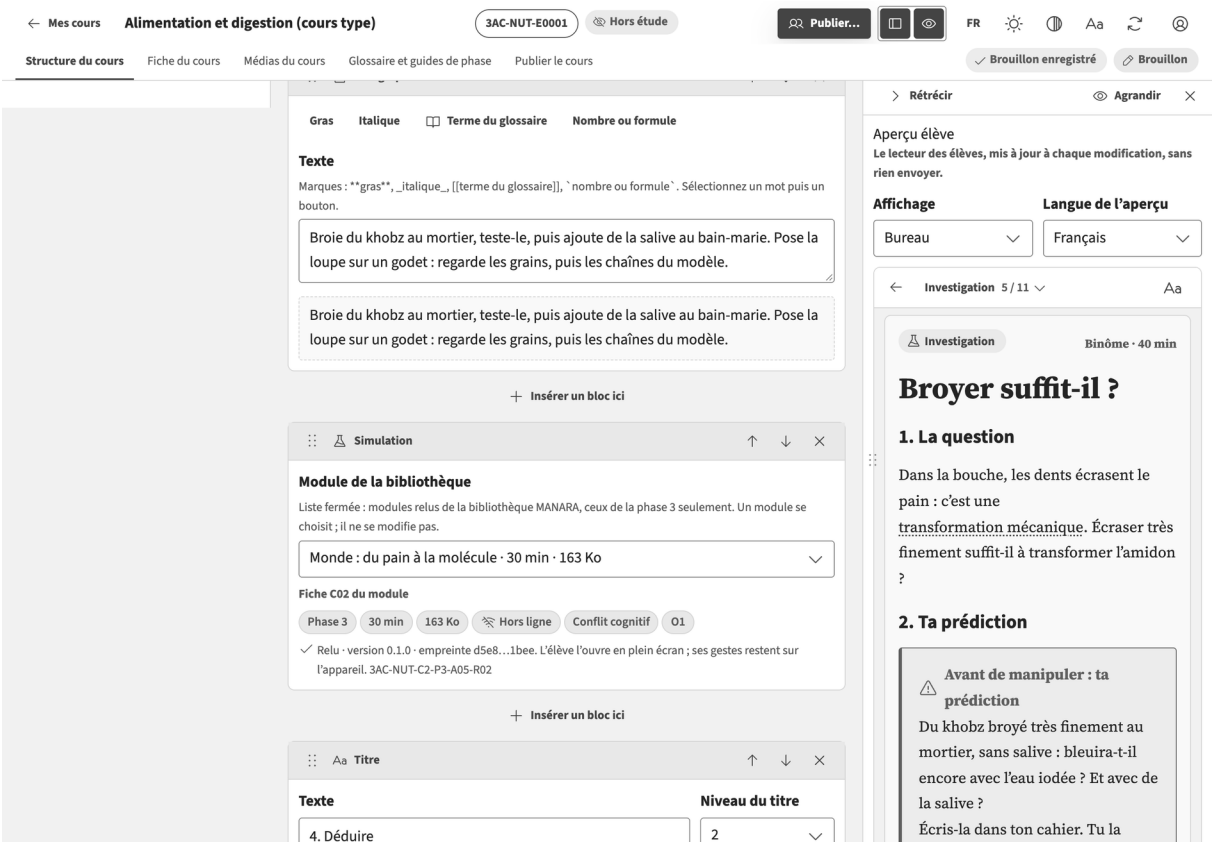


Figure VN-44 : Éditeur de cours, activité « Broyer suffit-il ? » du cours type « Alimentation et digestion » : au centre un bloc « Simulation » dont le module (« Monde : du pain à la molécule », 30 min, 163 Ko) est choisi dans la liste fermée de la bibliothèque, avec sa fiche C02 (phase 3, 30 min, conflit cognitif, obstacle O1) ; à droite l'aperçu élève ; le volet du programme du cours est masqué sur la capture.

Dans la figure VN-44, le choix du module est contraint : la liste est fermée, le module doit appartenir à la phase de l'activité, et la fiche C02 du module s'affiche pour que l'enseignant sache ce qu'il appelle. Le cours est un cours type importé sur la pile locale, « hors étude », et son contrôle de publication répond qu'il est publiable. Le volet du programme du cours a été masqué parce que les titres d'activités citent des prénoms de personnages fictifs. La figure VN-45 montre l'interface en arabe.

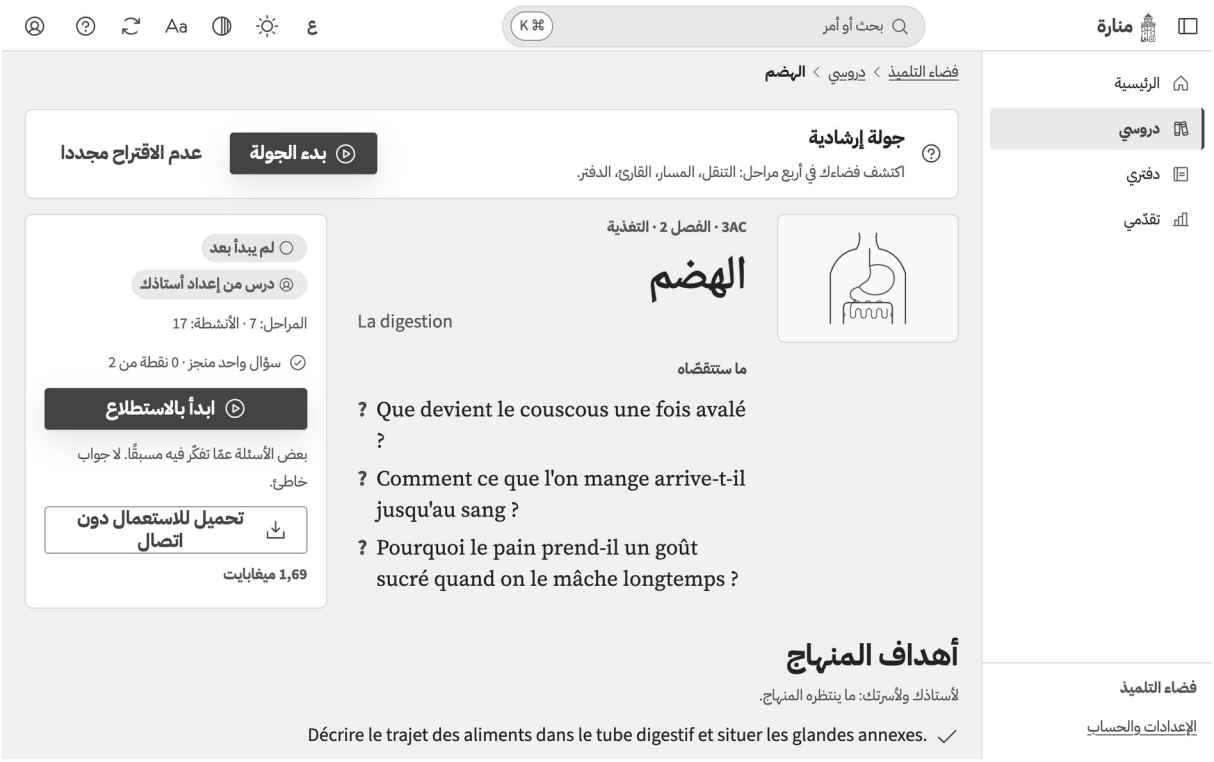


Figure VN-45 : Fiche du chapitre « La digestion » en interface arabe : mise en page inversée de droite à gauche, menus, boutons et indicateurs en arabe, titre accompagné de son équivalent arabe, questions d'ouverture et objectifs du programme restés en français.

La figure VN-45 illustre la décision de langue : l'interface est traduite et la mise en page inversée, tandis que le contenu des cours reste en français, avec des titres en arabe. L'interface existe aussi en tamazight, en écriture tifinagh, que le code source teste par un parcours de bout en bout distinct. La relecture de l'arabe par un locuteur natif n'est pas établie ; le glossaire porte un indicateur « à valider » pour chaque équivalent non relu. La figure VN-46 montre l'interface en tamazight.

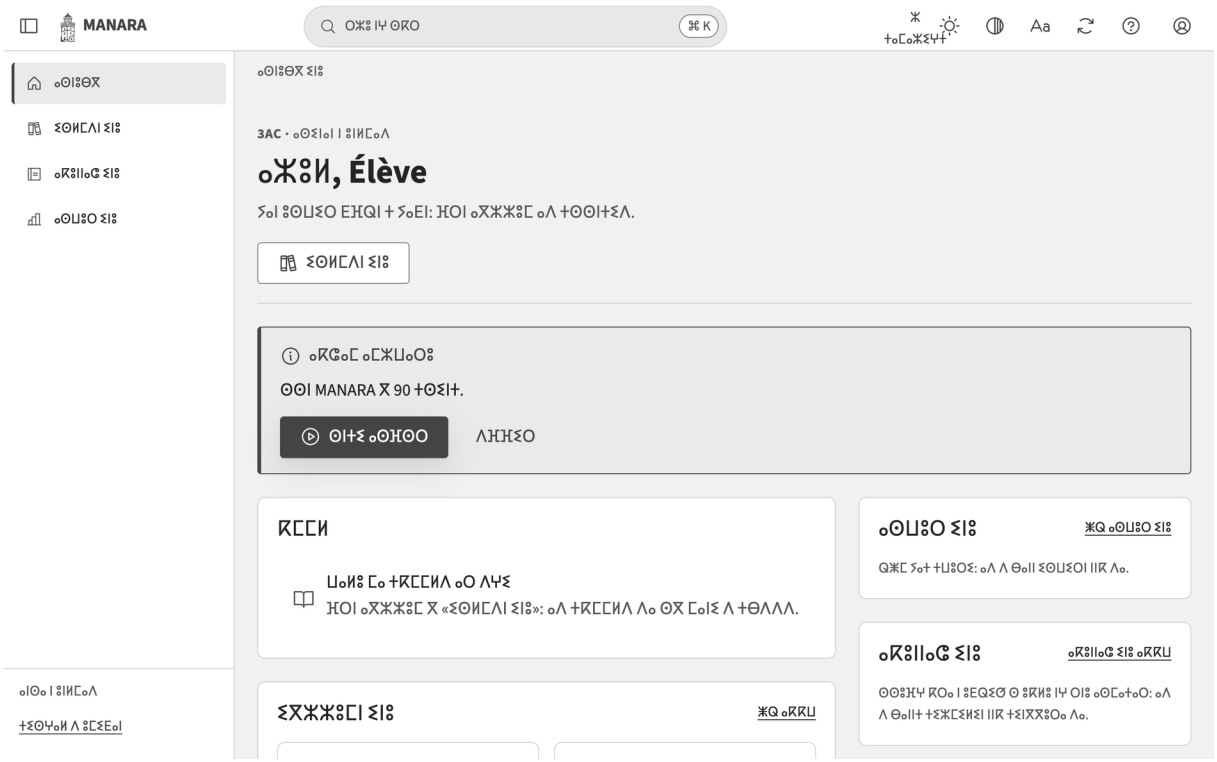


Figure VN-46 : Accueil de l’espace élève en interface tamazight, en écriture tifinagh : menus, boutons et textes d’accueil en tifinagh, lecture de gauche à droite, barre d’outils avec le sélecteur de langue, salutation suivie du prénom neutre « Élève » du compte de démonstration.

La figure VN-46 conduit à préciser le trilinguisme de l’interface, qui réunit le français, langue d’enseignement de la discipline, l’arabe et le tamazight. Le tamazight est l’amazighe standard marocain, noté dans son écriture propre, le tifinagh, qui se lit de gauche à droite comme le français, alors que la mise en page arabe est inversée. Le choix de conception est une seule langue à l’écran à la fois, sélectionnée par un menu à trois entrées dont chacune porte son nom dans sa propre langue puis dans la langue courante ; l’interface est traduite, les contenus ne le sont pas, et en tamazight le titre du chapitre, l’équivalent du glossaire et les libellés d’obstacles retombent sur le français. Pour les polices, aucun système courant des élèves ne garantit un affichage du tifinagh, qui apparaîtrait en carrés vides : une police libre, auto-hébergée et limitée au bloc tifinagh, de l’ordre de douze kilooctets selon la mesure consignée, n’est téléchargée que lorsqu’un glyphe tifinagh s’affiche, et le dictionnaire de la langue n’est chargé qu’à la demande, de sorte que le premier chargement ne grossit pas pour les autres langues. La part traduite couvre les libellés de tous les espaces, soit plus de deux mille, dont la présence dans les trois langues est contrôlée par un test à chaque ajout ; le premier jet a été produit avec l’assistance d’un modèle de langage, en néo-tifinagh de l’Institut royal de la culture amazighe, sans service de traduction tiers. La relecture native n’est pas établie, ni pour le tamazight ni pour l’arabe : chaque fichier de textes est marqué comme à valider. La figure VN-47 montre le lecteur sur un téléphone.



Figure VN-47 : Lecteur en 375 pixels de large, en français (à gauche) et en arabe de droite à gauche (à droite) : fil réduit à la phase et au rang de l’activité, article seul, barre basse reprenant le rail (Programme, Cahier, Glossaire, Plus) entre les deux flèches, qui s’inversent en arabe.

Dans la figure VN-47, les panneaux de la version large deviennent des feuilles ouvertes depuis la barre basse, et les cibles tactiles sont celles que la conception fixe à 44 pixels. Une capture de bon rendu n’est pas une mesure sur appareil : la fluidité sur un Android d’entrée de gamme reste non établie. La figure VN-48 montre le guide de phase.

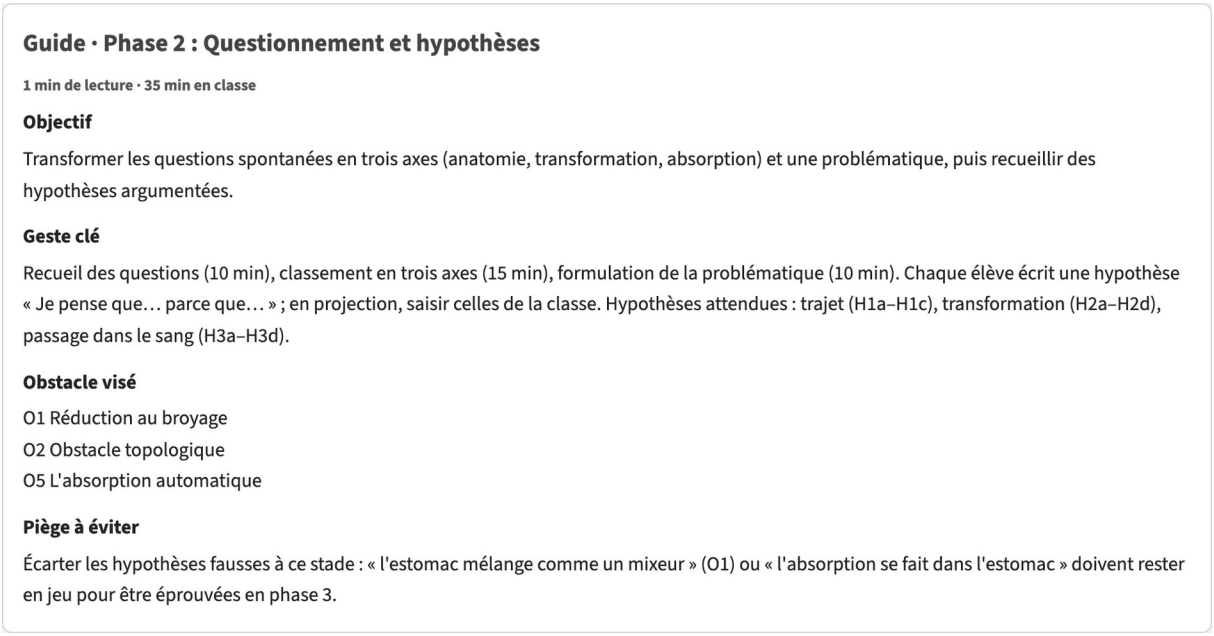


Figure VN-48 : Guide de la phase 2 « Questionnement et hypothèses » du chapitre « La digestion » : une minute de lecture, 35 minutes en classe, objectif, geste clé, obstacles visés (O1, O2, O5) et piège à éviter ; la capture est recadrée sur cette phase, le guide de la phase 1 citant un prénom de personnage fictif.

Le guide de la figure VN-48 est l'application directe du principe de portage de la démarche : quatre rubriques brèves (objectif, geste clé, obstacle visé, piège à éviter) et une durée, qui permettent de préparer la séance sans formation préalable. Que cette fiche suffise à un enseignant non formé, comme le chapitre 12 en fait l'hypothèse, n'est pas établi par une capture ; c'est ce que l'observation de la séance aurait à montrer. Plusieurs de ces écrans s'écartent de ce que le chapitre 12 avait spécifié ; la section suivante consigne ces écarts.

VN-Ch14-7 : Inventaire des fonctionnalités par rôle et fonctionnalités prévues

Complément du chapitre 14, section 14.4

14.5. L'inventaire des fonctionnalités par rôle et par phase ASIN

L'inventaire suit la spécification : les identifiants sont ceux de la spécification, la dimension est celle de l'une des cinq dimensions du dispositif info-documentaire (T technique, D documentaire, S sémiotique, P praxéologique, A anthropo-relationnelle). Une fonctionnalité est dite réalisée lorsque nous avons trouvé son code, son écran ou son test dans la branche décrite ; la qualité de sa réalisation n'est pas jugée. Les fonctionnalités dont le déploiement est prévu sont rassemblées au tableau VN-47.

14.5.1. Le rôle d’élève, par phase

Le tableau VN-44 range les fonctionnalités de l’élève par phase du modèle ASIN. Les phases sont celles que le lecteur affiche : situation-problème, questionnement et hypothèses, investigation, mise en commun, structuration, application et évaluation.

Tableau VN-44 : Fonctionnalités réalisées pour l’élève, par phase du modèle ASIN.

Phase	Fonctionnalités réalisées	Dim.	Trace de réalisation
1. Situation-problème	E04 sonde de conceptions avec « je ne sais pas » ; E05 réponse libre gardée sur l’appareil ; fiche de chapitre ouverte par des questions	S, P	Bloc sonde, réponse libre, fiche
2. Questionnement et hypothèses	E06 tableau d’hypothèses à reprendre après l’investigation	P	Bloc hypothèses
3. Investigation	E07 lecteur de ressources en plein écran ; 14 simulations de l’inventaire, dont des labos jouables ; capsules animées ; glossaire contextuel	T, S	Carte de module ; liste fermée de 15 modules pour les cours
4. Mise en commun	E11 synthèse marquée « à valider en classe » tant que l’enseignant ne l’a pas institutionnalisée	A	Bloc synthèse
5. Structuration	E12 surlignage en quatre couleurs et notes en marge ; E13 signets ; export du cahier en Markdown et JSON ; « Revoir ce chapitre » (cartes générées sur l’appareil)	D, P	Cahier
6. Application	E08 exercices de six types ; E09 rétroaction différenciée, deux tentatives ; scores de 2, 1 ou 0 par question	P, A	Écran d’exercice
7. Évaluation	Exercices de la phase ; E16 progression personnelle en mots et en points, option de classe « sans note »	P	Écran de progression
Transversal	E14 glossaire avec équivalent arabe et index alphabétique ; E15 recherche dans le chapitre et palette globale ; E17 réglages (taille du texte, thèmes dont contraste fort, lecture facilitée) ; E18 visite guidée et raccourcis ; interface en français, arabe et tamazight en tifinagh ; installation et téléchargement hors ligne	D, T, A	Réglages, aide, recherche, manifeste PWA

Note. Les identifiants E sont ceux de la spécification de conception ; les entrées sans identifiant sont des fonctionnalités ajoutées après lui. Les phases 6 et 7 partagent les mêmes écrans d’exercice.

Deux remarques sur le tableau VN-44. La phase 4 n’a pas de fonctionnalité qui la porte pour l’élève au sens fort : la synthèse y est marquée comme non validée, et c’est du côté de l’enseignant que l’institutionnalisation s’opère, comme le chapitre 12 l’exigeait. Ensuite, trois fonctionnalités de l’élève s’appuient sur des données qui ne quittent pas l’appareil, la réponse libre, les notes du cahier et les cartes de révision, ce que la conception pose comme règle de protection et que le test de garde du schéma contrôle côté serveur.

14.5.2. Le rôle d'enseignant, par phase

Le tableau VN-45 range de la même manière les fonctionnalités de l'enseignant. Quelques-unes valent pour toutes les phases, d'autres pour une phase précise, d'autres encore pour la gestion des classes et des cours, qui ne se rattache à aucune phase.

Tableau VN-45 : Fonctionnalités réalisées pour l'enseignant, par phase du modèle ASIN.

Phase	Fonctionnalités réalisées	Dim.	Trace de réalisation
Toutes	T02 guides de phase d'une minute de lecture, sept pour le chapitre de la digestion, vérifiés à l'écran (objectif, geste clé, obstacle visé, piège à éviter) ; T09 vue élève simulée ; T10 bibliothèque de ressources du chapitre	P, A, D	Guides de phase ; routes de la bibliothèque
Préparation	T03 composition de séance : sélectionner, réordonner, masquer ; séances enregistrées par classe et chapitre	P	Écran de séance
1 à 4	T04 mode projection journalisé comme séance collective ; T05 hypothèses de la classe saisies en phase 2 ; T06 institutionnaliser la synthèse en phase 4	T, A	Écran de projection ; événements de séance
7	T08 tableau de bord par obstacle (sonde et exercices) ; suivi par élève : activités faites, exercices réussis, score, dernière connexion ; exportation CSV	P	Tableau par obstacle et suivi par élève
Classes	Création et archivage de classes ; élèves nominatifs créés par saisie ou import, consentement attesté, fiche à jeton unique ; réinitialisation de mot de passe	T, A	Gestion des classes et connexion des élèves
Cours	Éditeur de cours à trois volets : blocs par phase, modèles d'activité, banque « Mes exercices », versions nommées et comparaison, publication immédiate ou programmée, vérification « Avant de publier » ; appel de modules d'une liste fermée	D, P	Éditeur de cours et bibliothèque de modules
Assistant	AmirAI : actions proposées que l'enseignant accepte, modifie ou rejette, et conversation ; coupé par défaut	P	Assistant AmirAI

Note. L'enseignant est aussi, dans l'éditeur, l'auteur de contenu : le rôle d'auteur de la spécification n'existe pas comme rôle distinct.

Le tableau VN-45 confirme l'observation du chapitre 12 sur la dimension anthropo-relationnelle : les fonctionnalités qui la portent, hypothèses de classe, institutionnalisation, projection et vue élève simulée, sont toutes des gestes de l'enseignant. Il montre aussi un déplacement : une part importante de ce qui a été livré dans la version actuelle relève de la gestion des classes et de l'édition de cours, qui ne figuraient pas à ce niveau de détail dans la spécification et que la conception a placées au premier plan.

14.5.3. Les rôles de chercheur, d'administrateur, d'auteur et d'expert

Le tableau VN-46 rassemble les trois autres rôles de l'espace de travail et l'état de celui d'expert. Ils ne se rattachent pas aux phases du modèle ASIN : ils portent l'instrumentation de la recherche et l'administration de l'instance.

Tableau VN-46 : Fonctionnalités réalisées pour le chercheur et l'administrateur, et état des rôles d'auteur et d'expert.

Rôle	Fonctionnalités	Statut
Chercheur	R01 et R02 exportation CSV, un fichier par type d'événement (onze types au schéma), filtrée par période, classe, niveau et version, avec empreinte recalculée dans le navigateur ; R03 suppression de toutes les traces d'un identifiant, avec journal ; R04 exclusion des non-participants ; R05 suivi par classe et par appareil ; R06 jeu de données fictif en ligne de commande ; journaux d'audit et d'exportation ; second facteur	Réalisé ; instruments conservés mais inutilisés dans l'usage en classe
Administrateur	Comptes du personnel créés avec mot de passe provisoire ; classes et élèves de l'instance ; versions de plateforme et de contenu ; journal ; état de l'assistant ; écrans en sept entrées	Réalisé
Auteur	Pas de rôle distinct : l'enseignant édite ses cours (éditeur de cours)	Écart à la spécification (tableau VN-50)
Expert	Rôle défini dans la base et dans la matrice d'autorisation, sans aucun droit ; l'interface le renvoie à la page de connexion ; X01 et X02 non livrées	Prévu (tableau VN-47)

Note. R07, l'agrégation puis la destruction des données individuelles en une commande tracée, n'est pas livrée (tableau VN-47).

14.5.4. Les fonctionnalités dont le déploiement est prévu

Le tableau VN-47 liste les fonctionnalités que le code source déclare comme prévues et qui ne sont pas livrées. L'horizon est celui que le code source inscrit ; nous n'y ajoutons aucune date. Les fonctionnalités de ce tableau ne comptent pas dans l'inventaire des tableaux VN-44 à VN-46 ni dans la couverture du tableau VN-48.

Tableau VN-47 : Fonctionnalités prévues et non livrées, avec l'horizon inscrit au code source.

Fonctionnalité	État dans le code	Horizon
Niveaux d'exercice et assignation par l'enseignant (E10, T07)	Le schéma d'exercice porte un champ « niveau » à trois valeurs ; aucune assignation n'existe	Après la soutenance
Rôle d'expert, parcours intégral et dossier du dispositif (X01, X02)	Rôle défini sans droits	Version destinée à l'évaluation experte
Tutoriels vidéo courts (T11)	Non commencés	Reporté
Agrégation puis destruction des données individuelles (R07)	Non livrée	Reportée ; requise avant l'échéance de destruction fixée par les engagements éthiques
Export PDF de la fiche personnelle et réimport du fichier JSON	Export en Markdown et JSON seulement	Reporté
Capsules animées dans les activités, pistes de sous-titres et transcriptions	Capsules publiées hors paquet ; pistes réelles à produire	Version ultérieure

Fonctionnalité	État dans le code	Horizon
Chapitres de 2BAC	Obstacles OB1 à OB6 déclarés, aucun chapitre	Version ultérieure
Partage des cours entre enseignants, validation avant publication, centre de traduction	Absents de l'éditeur	Reporté
Collaboration entre élèves, annotations partagées, gamification	Absentes	Version ultérieure
Actions d'AmirAI : traduire, variantes, séance, évaluation, reprise (A5, A8 à A11)	Absentes du code ; la configuration ne porte que huit réglages d'action	Étape ultérieure de l'assistant et cours bilingues
Remise à zéro du second facteur perdu, désactivation d'un compte du personnel, suppression d'un chapitre téléchargé de l'appareil	Absentes	Reporté
Numéro de version 4.0.0 de la plateforme	Constante à 3.0.0	À la stabilisation de la version actuelle

Note. L'horizon est celui de la conception ; il ne constitue pas un engagement de calendrier.

VN-Ch14-8 : Couverture des 76 critères de la grille experte

Complément du chapitre 14, section 14.4

14.5.5. La couverture des 76 critères de la grille experte

La grille d'évaluation experte compte 76 critères répartis en quatre dimensions et seize sous-dimensions. Le tableau VN-48 fait correspondre chaque sous-dimension aux fonctionnalités qui y répondent dans l'artefact décrit. La colonne de couverture ne porte pas de note : elle dit si une fonctionnalité existe pour répondre au critère, si elle n'y répond qu'en partie, si l'absence est assumée, ou si ce que le critère demande n'est pas établi depuis le code source. Les grilles de la littérature sur les ressources numériques en sciences de la vie et de la terre au Maroc, comme celle d'Ettazarini (2017) sur l'interactivité et l'autonomie, rappellent que ces deux qualités se jugent sur l'usage et non sur la seule présence d'une fonctionnalité ; le tableau VN-48 doit être lu avec cette réserve.

Tableau VN-48 : Correspondance entre les 76 critères de la grille experte et les fonctionnalités de l'artefact, par sous-dimension.

Sous-dimension	Critères	Fonctionnalités qui y répondent	Couverture depuis le code source
1.1 Contenu pédagogique	1 à 6	Trois chapitres de 3AC ; fiches C02 ; glossaire ; objectifs du programme sur la fiche	Contenu présent ; conformité au programme et exactitude scientifique non établies (aucune validation enregistrée)
1.2 Progression	7 à 10	Sept phases, programme du chapitre, position, objectifs du programme sur la fiche	Couverte ; gradation de la difficulté partielle (niveaux d'exercice prévus)
1.3 Interactivité et engagement	11 à 16	E08 six types d'exercices, E09 rétroaction, 14 simulations dont labos jouables, capsules, fiches de justification	Couverte
1.4 Différenciation	17 à 20	T03 recomposition de séance, relances par obstacle, lecture facilitée	Partielle ; niveaux et parcours différenciés prévus, non livrés
1.5 Évaluation	21 à 24	E04 sonde, scores, E16 progression, T08 tableau par obstacle, suivi par élève	Couverte ; évaluation sommative hors plateforme par décision
2.1 Ergonomie et interface	25 à 30	Coquille et pupitre, système de design, visite guidée de 90 secondes, raccourcis, formes à 360 et 1280 pixels	Couverte ; jugement d'ergonomie non établi
2.2 Accessibilité	31 à 35	Réglages de taille et de thème, contraste fort, déclaration publique d'accessibilité, audit axe-core par écran	Partielle ; sous-titres des vidéos non livrés ; un audit Lighthouse en échec sur le lecteur
2.3 Performance et fiabilité	36 à 40	Budgets, service worker, paquets téléchargeables, tests	Mesurée en partie (14.6) ; fiabilité hors tests non établie
2.4 Compatibilité	41 à 44	PWA installable, budgets de poids	Mesurée sur un seul navigateur ; autres navigateurs, systèmes et appareils non établis
3.1 Organisation de l'information	45 à 49	Hiérarchie par codes stables, programme du chapitre, glossaire et index alphabétique	Couverte ; index général hors glossaire non établi
3.2 Navigation et recherche	50 à 55	E15 recherche dans le chapitre et palette globale, fil d'Ariane, liens internes	Couverte ; liens externes non établis
3.3 Médiation documentaire	56 à 59	Fiches C02, inventaire C03, sources du code source	Partielle ; affichage des métadonnées et des références dans le lecteur non établi
4.1 Personnalisation	60 à 64	E12 surlignage et notes, E13 signets, réglages d'affichage, cahier chiffré sur l'appareil	Couverte ; fiche personnelle en PDF prévue
4.2 Flexibilité d'usage	65 à 68	Navigation libre dans les phases, T03 séance composée, éditeur de cours	Couverte
4.3 Collaboration et partage	69 à 72	Projection collective et hypothèses de la classe	Absence assumée pour le partage, les annotations partagées et la messagerie (tableau VN-47)
Assistant AmirAI (transversal)	18, 74	Aide à la rédaction, à la relecture et à la différenciation des cours pour l'enseignant seulement ; aucune fonction côté élève	Partielle : variantes de différenciation prévues, non livrées ; état en ligne non établi ; effet non établi

Sous-dimension	Critères	Fonctionnalités qui y répondent	Couverture depuis le code source
4.4 Autonomie et maîtrise	73 à 76	E18 visite guidée et aide, « Revoir ce chapitre », E16 progression	Couverte ; effet sur l'autonomie non établi

Note. Les numéros de critères sont ceux de la grille F1. « Couverte » signifie qu'une fonctionnalité existe, non qu'elle serait bien cotée.

Le tableau VN-48 fait ressortir trois zones. Les critères d'interactivité, d'évaluation, de flexibilité et de personnalisation sont les mieux couverts par des fonctionnalités, et c'est là que la conception a concentré son effort. Les critères de contenu et de compatibilité dépendent de vérifications que le code source ne contient pas : une relecture didactique externe et des essais sur appareils réels. La collaboration est une absence assumée, motivée par le principe du hors ligne et par l'engagement de pseudonymat, ce dernier motif étant levé pour l'usage en classe sans que l'absence ait été reconsidérée. Plusieurs critères techniques de ce tableau renvoient à des mesures ; la section suivante donne celles qui ont pu être faites.

VN-Ch14-9 : Journal des écarts entre la spécification et l'artefact

Complément du chapitre 14, sections 14.2.3 et 14.4

14.8. Le journal des écarts entre la spécification et l'artefact

La règle posée au chapitre 12 est que tout écart entre la spécification et l'artefact est consigné avec la donnée ou la contrainte qui l'a motivé. La spécification est ici double : le chapitre 12 pour les principes et leurs tests, la spécification de conception pour les fonctionnalités, la pile et l'environnement. Cette spécification est une intention, non un compte rendu ; nous la confrontons à ce qui est réalisé. Le tableau VN-49 consigne les écarts de principe et de périmètre, le tableau VN-50 ceux de pile et de réalisation. Chaque ligne donne l'élément spécifié, l'élément réalisé et la justification de conception ou de contexte.

Tableau VN-49 : Écarts de principe et de périmètre entre la spécification et l'artefact réalisé, avec leur justification.

N°	Élément spécifié	Élément réalisé	Justification
1	Pseudonymat par construction : accès par code de classe et code personnel, aucun nom d'élève en base (chapitre 12, 12.5)	Comptes nominatifs (prénom, nom, nom d'utilisateur, mot de passe) ; connexion par codes supprimée ; liste close de champs nominatifs gardée par un test ; aucun texte libre d'élève au serveur	Identification par compte nominatif retenue pour l'usage en classe après l'étude 2, conduite sous codes de classe et codes personnels

N°	Élément spécifié	Élément réalisé	Justification
2	Aucun score ; tableau de bord en obstacles plutôt qu'en notes (chapitre 12, principe de la trace)	Points de 2, 1 ou 0 par question, pourcentage par chapitre, moyenne par élève ; option « sans note » par classe	Usage en classe retenu comme finalité de la version actuelle
3	L'enseignant voit des données agrégées, jamais individuelles, avec seuil de cinq élèves (chapitre 12, 12.5.1)	Suivi par élève : activités, exercices réussis, score, dernière connexion, exportation CSV ; le tableau par obstacle compte tous les élèves, l'interface disant encore « participants »	Besoin de suivi individuel pour l'usage en classe
4	Contenu figé pendant l'usage (chapitre 12, 12.5.1)	Gel levé : le contenu des chapitres peut évoluer pendant l'usage	Gel levé après l'étude 2 ; le contenu du chapitre « La digestion » est resté figé entre T0 et T1
5	Éditeur de cours hors périmètre de la première version, rôle d'auteur absent	Éditeur livré, à trois volets, avec versions et publication programmée ; l'enseignant est l'auteur	Les chapitres de référence ne sont qu'un échantillon ; l'appropriation suppose que l'enseignant compose ses propres cours
6	Fonctions d'intelligence artificielle désactivées dans la construction	AmirAI, assistant du personnel appelé côté serveur et désactivable ; détail en 14.9	Aide à la rédaction et à la relecture des cours, réservée à l'enseignant
7	Deux langues d'interface, français et arabe ; anglais reporté (chapitre 12, 12.4.3)	Trois langues d'interface : français, arabe et tamazight en tifinagh ; contenu en français ; relecture native non établie	Extension de la couverture linguistique de l'interface, le contenu des cours restant en français
8	Frise de sept pastilles numérotées en tête de chaque chapitre (chapitre 12, 12.3.1)	Pastilles numérotées dans le panneau du programme et en projection ; dans le lecteur, sept points de position au bas de l'écran et rang de l'activité dans la phase	Forme du lecteur arrêtée sur maquette avant réalisation, qui réserve l'écran à l'article
9	Chapitres 3AC et, sous réserve, 2BAC ; 47 ressources typées annoncées	3AC seulement ; chapitre 3 en statut « annonce » ; 58 ressources typées	Arbitrage de périmètre de la première version ; inventaire généré à la construction
10	Fiche personnelle exportable en PDF ; niveaux d'exercice (E10, T07)	Export en Markdown et JSON, impression ; champ de niveau au schéma sans assignation	Fonctionnalités reportées
11	Rôle d'expert avec parcours intégral (X01 et X02)	Rôle défini sans droit	Prévu pour la version destinée à l'évaluation experte
12	Sous-titres français sur toute vidéo (spécification, 8.8)	Capsules publiées ; pistes réelles à produire ; présence de pistes dans les capsules publiées non établie	Production des pistes reportée

Note. Les justifications rapportées sont celles de la conception ; pour les lignes 1 et 4, la colonne situe l'écart dans le temps, aucun motif n'étant consigné ; « concepteur » désigne le doctorant, administrateur de l'instance.

Tableau VN-50 : Écarts de pile et de réalisation entre la spécification et l'artefact réalisé, avec leur justification.

N°	Élément spécifié	Élément réalisé	Justification
13	Hors ligne par Workbox et Dexie (spécification, 10.1)	Service worker écrit à la main et IndexedDB sans bibliothèque	Aucune dépendance, une soixantaine de lignes lisibles

N°	Élément spécifié	Élément réalisé	Justification
14	Récupérer composants et base de contenus de l'existant après audit (spécification, 10.3)	Nouveau code source, aucun code importé	L'ancien code n'était pas exploitable ; la maquette existante était simulée
15	Pas de déploiement en ligne dans un premier temps	Mise en ligne, avec déploiement automatique après validation et sauvegarde quotidienne de la base	Nécessité de mettre le dispositif à disposition ; collecte réelle soumise à la déclaration à la CNDP
16	Revue par des pairs avant l'évaluation (pratique usuelle)	Concepteur unique assisté par un modèle de langage ; revue par principes et tests automatisés	Conditions de réalisation d'une thèse de conception
17	Premier chargement et chaque adresse sous 250 Ko (spécification, 8.7)	Exceptions écrites à 300 Ko pour l'éditeur et la page du système de design ; cible interne de 230 Ko du lecteur non atteinte à la mesure	Écran de bureau hors des téléphones d'élèves ; page interne
18	Sept types d'événements et deux types ajoutés, la séance de projection et la séance composée	Onze types : les neuf précédents, la réponse à la sonde et la révision	La sonde et la révision sont inscrites dans le schéma des traces
19	Version de plateforme	Numéro 3.0.0 ; un numéro supérieur est prévu pour la version stabilisée	Le numéro est incrémenté à la stabilisation

Note. Un écart non listé aux tableaux VN-49 et VN-50 n'est pas pour autant absent : ces tableaux consignent ceux que nous avons rencontrés, et non l'exhaustivité de ceux qui existent.

Les dix-neuf écarts se rangent en trois familles. Les écarts de principe et de périmètre, de 1 à 4, sont postérieurs à l'étude 2 pour les comptes nominatifs et le gel du contenu, et ils sont les plus lourds pour la thèse, puisqu'ils touchent la protection des élèves qui fondait le principe de pseudonymat et la manière dont le tableau de bord parle des élèves. Les écarts d'extension, de 5 à 7, procèdent de besoins apparus après la spécification : un éditeur de cours, un assistant, une troisième langue. Les écarts de périmètre de contenu et les reports, de 9 à 12, procèdent d'arbitrages. Les écarts de réalisation, le 8 et ceux de 13 à 19, procèdent de contraintes techniques. Aucune des justifications consignées n'invoque un résultat empirique d'étude ; toutes invoquent un besoin d'usage ou une contrainte de réalisation.

Ce journal a une conséquence pour la lecture de l'évaluation. Les experts ont examiné le prototype figé avant l'usage, celui de l'étude 2 (section 14.20), et non la version décrite ici, dont la spécification a été révisée par des besoins d'usage plutôt que par des résultats ; les comptes nominatifs et la levée du gel du contenu sont postérieurs à cet état. Le principe de pseudonymat, en particulier, ne peut plus être présenté comme une propriété du dispositif actuel : il y est levé. L'un de ces écarts, l'assistant AmirAI, demande une description à part.

VN-Ch14-10 : AmirAI en détail

Complément du chapitre 14, section 14.5

14.9.2. Fournisseur, modèles et configuration

Le fournisseur est Anthropic, par son API Claude, appelée avec le SDK officiel dans l'API du serveur seulement ; le code n'en retient aucun autre. Trois modèles sont admis par la configuration, Opus 5.5, Sonnet 5.5 et Haiku 5.5. Le modèle par défaut du module est Opus 5.5, et un réglage par action le remplace, lui-même remplaçable par une variable d'environnement. Ces réglages résultent de mesures du code source : une évaluation de la relecture et des exercices sur vingt cours fictifs aux défauts plantés, avec une règle de choix écrite avant les mesures, puis 200 mesures sur dix thèmes pour les actions du second lot, la structure et le brouillon ayant été revus ensuite. Chaque évaluation a coûté environ dix dollars, juge compris. Nous citons ces évaluations comme motif de configuration et non comme preuve de qualité pédagogique, leurs jugements étant rendus par un modèle selon une grille. Le tableau VN-51 donne, par action, le rôle, le modèle et l'effort configurés et le statut.

Tableau VN-51 : Actions d'AmirAI : rôle, modèle et effort configurés, statut.

Action	Rôle	Modèle et effort configurés	Statut
Relire ce cours (A1)	Contrôle d'un cours complet : remarques rattachées aux blocs (phase manquante, obstacle annoncé sans exercice)	Sonnet 5.5, effort élevé	Présente dans le code
Proposer des exercices (A2)	Trois à cinq exercices avec relances et indications	Haiku 5.5, effort moyen	Présente dans le code
Proposer une structure, puis rédiger un brouillon (A3)	En deux temps : les sept phases et leurs activités pour un thème, puis le brouillon d'une activité	Haiku 5.5, effort élevé (structure) ; Sonnet 5.5, effort moyen (brouillon)	Présente dans le code
Importer un texte (A4)	Texte collé transformé en brouillon de cours ; les PDF ne sont pas admis	Sonnet 5.5, effort élevé	Présente dans le code
Compléter le glossaire (A6)	Termes et définitions en français et en arabe	Opus 5.5, effort moyen	Présente dans le code
Décrire les images (A7)	Texte alternatif des images d'un cours	Sonnet 5.5, effort moyen	Présente dans le code
Conversation	Aide et déclenchement des actions, outils en lecture seule	Haiku 5.5, effort moyen	Présente dans le code
A5, A8 à A11	Traduire, variantes, séance, évaluation, reprise	Aucun réglage	Prévues, non livrées

Note. Les modèles et efforts sont ceux du fichier de configuration du module d'assistant. « Présente dans le code » signifie qu'une action existe dans la branche décrite, non qu'elle soit activée sur le serveur.

14.9.3. Architecture et désactivation

L'appel est fait côté serveur : le navigateur ne communique qu'avec l'API de MANARA, qui appelle le fournisseur. L'assistant peut être désactivé ; désactivé, il est absent de l'interface. La dépense est bornée par un plafond mensuel global et par des quotas par compte, que l'administrateur peut régler.

La figure VN-49 résume le principe de fonctionnement : la requête du personnel traverse un filtre des identifiants avant d'atteindre le fournisseur du modèle par l'API de MANARA, et la réponse revient sous la forme d'une proposition que l'enseignant accepte, modifie ou rejette ; l'élève n'a aucun accès.

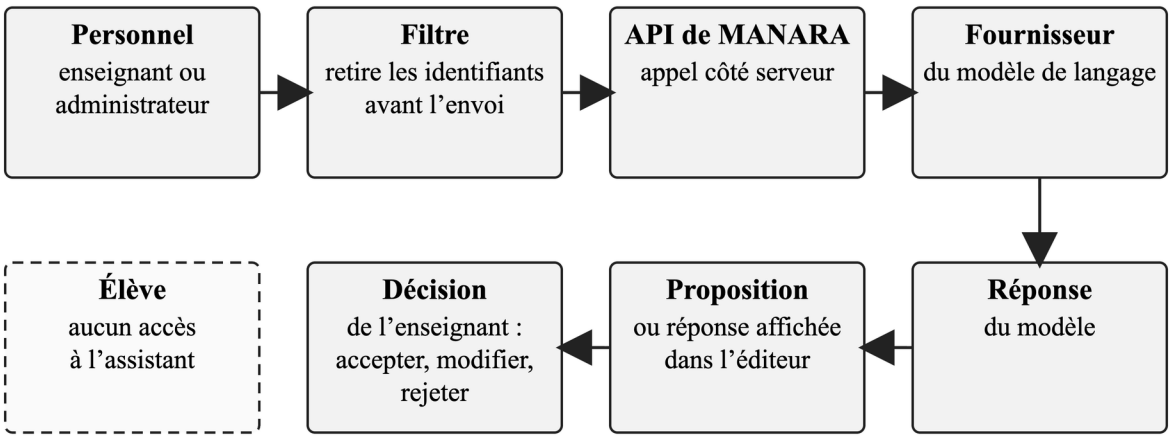


Figure VN-49 : Principe de fonctionnement d'AmirAI : requête du personnel, filtre des identifiants, appel côté serveur, fournisseur du modèle, réponse, proposition affichée dans l'éditeur et décision de l'enseignant ; l'élève n'a aucun accès.

Dans la figure VN-49, la décision revient toujours à l'enseignant, et le filtre est placé avant toute sortie vers le fournisseur : aucun chemin ne mène d'un compte d'élève à l'assistant.

14.9.4. Garde-fous, données et règle G5

L'élève n'ayant pas accès à l'assistant, il ne peut rien lui écrire ; la règle G5, qui interdit tout texte libre d'élève côté serveur, n'est donc pas mise en jeu par ce canal, et l'assistant ne lit ni progression, ni réponses, ni annotations. Ce qui part chez le fournisseur est limité : les cours des enseignants, les libellés d'obstacles, le programme, les consignes de l'assistant et les messages que le personnel tape ; jamais les données des comptes d'élèves ni les journaux. Un filtre retire les identifiants avant l'envoi au fournisseur.

La journalisation est volontairement réduite : le journal des appels ne garde que des compteurs d'usage, jamais le texte d'un cours ou d'une conversation, et l'historique d'une conversation

n’est conservé que le temps de la séance. Les propositions sont conservées un temps limité. La couverture réglementaire du flux des cours vers un fournisseur tiers n’est pas établie.

14.9.5. État de déploiement et écarts avec la spécification

L’état d’AmirAI en production n’est pas établi par nous.

Les écarts avec la spécification se lisent contre les trois raisons qu’elle donnait pour écarter l’intelligence artificielle de la première version. La première, une variable non contrôlée pour l’étude de longue durée, n’est pas reprise par la justification consignée de l’écart, qui invoque l’aide à la rédaction et à la relecture des cours (tableau VN-49, ligne 6). La deuxième, la nécessité d’une connexion, demeure : AmirAI n’existe pas hors ligne. La troisième, la circulation de productions d’élèves mineurs vers un tiers non déclaré, est écartée par construction du côté de l’élève, qui n’a aucun accès, mais le flux des cours de l’enseignant vers le fournisseur subsiste. D’autres écarts s’ajoutent : le modèle unique initialement prévu a été remplacé par un réglage par action, retenu pour son rapport qualité prix ; le panneau de la maquette est devenu une fenêtre flottante ; la traduction attend des cours bilingues, les PDF ne sont pas admis, et les actions A8 à A11 ne sont pas livrées. Ces écarts s’ajoutent à la ligne 6 du tableau VN-49.

14.9.6. Usages pour l’enseignant et pour le chercheur, et place dans le dispositif

Pour l’enseignant, AmirAI est une aide à la conception de cours. Il relit un cours complet et signale une phase manquante ou un obstacle annoncé sans exercice ; il propose des exercices avec leurs relances et leurs indications, une structure en sept phases, le brouillon d’une activité, la transformation d’un texte collé en brouillon de cours, des termes de glossaire en français et en arabe, et le texte alternatif des images ; il répond aussi à des questions sur le cours. Toutes ces sorties sont des propositions que l’enseignant accepte, modifie ou rejette, et rien n’entre dans un cours sans son geste.

Pour le chercheur, l’assistant n’a pas d’usage direct : le chercheur n’y a aucun accès, et l’assistant n’a lui-même aucun accès aux données de recherche, traces et exports. L’assistance reste en revanche une variable de contexte pour toute analyse portant sur des cours d’enseignants, et le journal des appels, qui ne conserve que des compteurs, permet de savoir qu’il y a eu usage sans en garder le contenu.

Dans le dispositif, AmirAI s’inscrit du côté des gestes de l’enseignant, c’est-à-dire de la dimension praxéologique, et non du parcours de l’élève. Il applique à l’outil le principe de non-

institutionnalisation, puisque l'autorité de valider reste humaine, et il ne remplace aucune des fonctionnalités de médiation du dispositif. Ce positionnement est une intention de conception : nous n'avons observé aucun usage de l'assistant en classe, et nous n'affirmons ni qu'il améliore les cours produits ni qu'il modifie les pratiques. Il reste à situer le dispositif actuel dans la suite des itérations qui l'ont précédé.

VN-Ch14-11 : Du premier prototype au dispositif actuel

Complément du chapitre 14, section 14.1.1

14.10. Du premier prototype au dispositif actuel

Le mot de « prototypes » recouvre ici deux familles d'objets : les prototypes de contenu, 3AC sur la nutrition et 2BAC sur la bioénergétique et le muscle, qui sont des documents sources, et les itérations de prototypes logiciels qui ont précédé le dispositif actuel. Nous présentons les deux comme des itérations de conception, dans la mesure où les sources écrites le permettent. Le tableau VN-52 les range, avec ce que chacune a apporté à la suivante et la limite qu'elle a révélée.

Tableau VN-52 : Itérations de conception qui ont précédé le dispositif actuel : apport retenu et limite relevée.

Itération	Nature	Apport retenu	Limite relevée
Prototype de contenu	Documents rédigés pour 3AC (nutrition) et 2BAC (bioénergétique et muscle) : séquences ASIN, obstacles, ressources	Source des contenus ; en cas d'écart, le prototype de contenu fait foi	Pas de phase d'application ni d'évaluation formative pour deux des trois chapitres de 3AC
Prototype d'interface	Maquette cliquable de l'interface, avec lecteur de type manuel	Intuitions d'interface : lecteur de type manuel, rail d'icônes, panneaux	Aucune donnée réelle, palettes concurrentes, langues non branchées ; non réutilisable en code
Premier dispositif logiciel	Plateforme généraliste, nombreux modules et rôles	Patrons d'interface du lecteur et décisions techniques documentées	Cœur didactique périphérique, pas de journalisation de recherche, hors ligne non livré, authentification nominative, périmètre excessif

Itération	Nature	Apport retenu	Limite relevée
Dispositif actuel	Plateforme dérivée des principes du chapitre 12, tournée vers l'enseignant et l'usage en classe	Parcours ASIN, rétroaction par obstacle, projection, éditeur, assistant	Écarts consignés en 14.8 ; limites relevées par l'évaluation experte conduite en octobre 2026 : différenciation, collaboration et accessibilité (sections 14.11 à 14.19)

Note. Ces indications reposent sur des documents écrits ; le code du premier dispositif logiciel n'étant pas disponible, elles ne reposent pas sur sa lecture.

Le premier dispositif logiciel du tableau VN-52 ne peut être décrit que par des documents, dont les descriptions divergent sur sa pile technique : la pile exacte de ce premier état est non établie. Aucune donnée d'usage de ce premier état n'est mentionnée dans les sources que nous avons consultées, et nous n'en tirons rien.

Les motifs du passage au dispositif actuel tiennent en sept points : un périmètre excessif dont aucun élément ne servait les études 2 et 4 ; un cœur didactique resté périphérique, les sept phases existant comme conteneurs sans sonde, sans obstacles balisés, sans rétroaction différenciée et sans mode projection ; l'absence de journalisation de recherche ; une authentification nominative jugée incompatible avec le pseudonymat ; un hors ligne jamais livré ; une intelligence artificielle prévue qui ajoutait une variable non contrôlée ; et une dérive visuelle entre plusieurs palettes. Le passage s'est fait par une reconstruction, sans importer de code : de la première itération, la conception ne retient que du matériau, c'est-à-dire des décisions techniques documentées, des patrons d'interface du lecteur, une identité graphique et les contenus des prototypes.

Ce passage se lit enfin à la lumière du journal des écarts de la section 14.8. L'un des motifs de la reconstruction, l'authentification nominative, est celui que la conception a levé pour l'usage en classe ; de même, l'intelligence artificielle qu'elle avait écartée est revenue sous une forme bornée. Ces retours ne contredisent pas le motif initial, qui visait une étude à protéger ; ils indiquent que les motifs d'une reconstruction dépendent de l'état du projet de recherche, et que l'artefact décrit ici a vu ses arbitrages évoluer après l'étude 2. La description du prototype s'arrête ici. Les sections 14.11 à 14.19 rapportent le jugement que les experts de l'étude 4 ont porté sur le dispositif, et la section 14.20 rapproche ce jugement de la description qui précède.

VN-Ch14-12 : Les dix critères les mieux notés et les dix moins bien notés

Complément du chapitre 14, section 14.7

Le tableau VN-53 liste les dix critères les mieux et les moins bien notés, parmi ceux qui ont reçu au moins cinq notes, seuil défini après le recueil. Les mieux notés relèvent du contenu, de la progression et de l'organisation : gradation de la difficulté, conformité au programme officiel marocain, structuration des contenus, présence d'un glossaire. Les moins bien notés recoupent des manques que la description du prototype consignait : accessibilité aux élèves en situation de handicap (*M* = 1,40), parcours différenciés, partage des annotations et travail collaboratif (1,67 chacun), index (1,70) et références bibliographiques (1,80).

Tableau VN-53 : Les dix critères les mieux notés et les dix moins bien notés (au moins cinq notes).

Critère	Sous-dimension	M	Notes
Gradation de la difficulté	1.2 Progression	3,67	9
Clarté et lisibilité de l'interface	2.1 Ergonomie	3,62	8
Présence d'éléments ludiques et motivants	1.3 Interactivité	3,62	8
Structuration claire et logique des contenus	3.1 Organisation	3,60	10
Conformité au programme officiel marocain	1.1 Contenu	3,60	10
Facilité de navigation entre les chapitres	3.2 Navigation	3,50	8
Présence d'un glossaire	3.1 Organisation	3,50	10
Hiérarchisation de l'information	3.1 Organisation	3,50	10
Exactitude scientifique et rigueur des contenus	1.1 Contenu	3,50	8
Présence d'objectifs d'apprentissage explicites	1.2 Progression	3,50	10
Accessibilité pour les élèves en situation de handicap	2.2 Accessibilité	1,40	5
Présence de parcours différenciés	1.4 Différenciation	1,67	9
Possibilité de partager des annotations	4.3 Collaboration	1,67	9
Fonctionnalités de travail collaboratif	4.3 Collaboration	1,67	9
Présence d'un index	3.1 Organisation	1,70	10
Qualité des références bibliographiques	3.3 Médiation	1,80	10
Communication enseignant-élèves via le manuel	4.3 Collaboration	1,90	10
Possibilité de partager des ressources	4.3 Collaboration	1,90	10
Sous-titres pour les vidéos	2.2 Accessibilité	2,00	8
Possibilité de créer des fiches personnelles	4.1 Personnalisation	2,00	9

Note. Les dix premières lignes, critères les mieux notés ; les dix dernières, les moins bien notés.

VN-Ch14-13 : Le jugement des experts selon leur expérience des ressources numériques

Complément du chapitre 14, section 14.11

14.18.1. Le jugement des experts selon leur expérience des ressources numériques

L'expérience des ressources numériques peut se lire comme un complément du profil. Le tableau VN-54 donne les scores moyens par dimension selon cette expérience.

Tableau VN-54 : Scores des experts par dimension selon leur expérience des ressources numériques éducatives.

Expérience	n	Pédagogique	Technique	Info-doc.	Appropriation	Profils
Aucune	1	3,38	3,20	3,40	2,88	enseignant
Occasionnelle	3	2,91	2,84	3,03	2,49	didactique, didactique, enseignant
Régulière	4	3,29	3,33	3,04	2,65	SIC, SIC, enseignant, enseignant
Conçoit des ressources	2	2,62	1,98	2,89	2,00	concepteur, concepteur

Note. Dix experts ; effectifs de 1 à 4 par modalité. Lecture descriptive.

L'expérience ne dessine pas de gradient : les corrélations avec les quatre scores sont faibles et négatives (ρ de −,46 à −,20), et elles tiennent surtout aux deux concepteurs, qui sont aussi les seuls à concevoir des ressources et les plus sévères ; sans eux, le signe change pour trois dimensions. La variable qui sépare le mieux les experts est d'avoir déjà évalué une ressource numérique : ceux qui l'ont fait notent la dimension pédagogique à 2,71 en moyenne, contre 3,40 pour les autres, et l'écart se retrouve sur les quatre dimensions. Mais cette variable recouvre presque exactement le profil : les quatre enseignants n'ont jamais évalué de ressource, les deux concepteurs et les deux chercheurs en didactique l'ont tous fait. Avec dix experts, ni l'expérience ni la pratique de l'évaluation ne peuvent être séparées du profil.

Chapitre 15. Des résultats aux décisions : recommandations et conditions d'un passage à l'échelle

VN-Ch15-1 : Conditions du passage à l'échelle, porteurs, postes de coût et étapes

Complément du chapitre 15, section 15.6

15.6.2. Les postes de coût

Le tableau VN-55 nomme, pour chaque condition, son porteur, ses postes de coût et l'étape où elle doit être réunie. Trois postes viennent des résultats : la relecture scientifique et didactique externe des contenus, que ni le cours ni la plateforme n'ont reçue (chapitre 13, 13.5.3 ; chapitre 14, conclusion) ; l'accessibilité, jugée insuffisante (14.12), et la langue, absente de la grille des experts (14.16) ; la protection des données des élèves mineurs, rendue nécessaire par le passage à des comptes nominatifs (chapitre 12, 12.5.2 ; chapitre 14, 14.8).

Tableau VN-55 : Conditions du passage à l'échelle, porteurs, postes de coût et étape à laquelle elles doivent être réunies.

Condition	Porteur	Postes de coût, non chiffrés	Étape
Statut et procédure d'homologation	Ministère, direction des curricula	Travail réglementaire ; commission et experts, inspecteurs compris ; double codage d'essai de la grille d'examen	Avant la première étape
Contenus exacts, accessibles et maintenus	Ministère ; producteurs publics et privés	Conception ; relecture scientifique et didactique externe ; mise à jour ; sous-titres et accessibilité ; ressources bilingues ; hébergement et synchronisation	Dès la première étape
Matériel disponible et entretenu	AREF	Inventaire ; contrat de maintenance ; remplacement des appareils hors service ; salles multimédias	Avant la deuxième étape
Relais de proximité	AREF, établissements	Décharge horaire du référent ; formation du référent	Avant la deuxième étape
Formation	CRMEF, formation continue	Conception des modules ; temps d'accompagnement en classe ; mutualisation ; matériel courant d'expérimentation	Dès la première étape
Indicateur et suivi	Ministère, direction de la statistique	Enquête annuelle ; traitement des traces agrégées ; protection des données des élèves mineurs ; suivi longitudinal	Avant la deuxième étape

Note. Aucun montant n'est avancé : la thèse n'a conduit aucune étude de coût.

Références

Agence nationale de réglementation des télécommunications. (2025). *Enquête de collecte des indicateurs TIC auprès des ménages et des individus 2024-2025*. https://www.anrt.ma/sites/default/files/2025-10/Enquête%20TIC%202024-2025.pdf

Aidoun, A., Zerhane, R., Madrane, M., Janati-Idrissi, R. et Laafou, M. (2016). Le concept de l'immunité naturelle dans les manuels scolaires marocains : la 2ème année du baccalauréat comme exemple. *International Journal of Innovation and Applied Studies, 16*(2), 418-426. https://ijias.issr-journals.org/abstract.php?article=IJIAS-16-119-02

Ait El Mokhtar, K., Maskour, L., Zerhane, R., Aidoun, A. et Janati-Idrissi, R. (2026). Challenges and perspectives of pedagogical innovation among life and earth sciences teachers in Moroccan high schools. *Social Education Research*, *7*(1), 233-246. https://doi.org/10.37256/ser.7120268352

Ait-Ouaali, A. (2026a). *Au-delà de l'acceptation : médiation et appropriation du manuel numérique scolaire* [Manuscrit soumis pour publication].

Ait-Ouaali, A., Youlyouz, A., Gargallou, R., Chat, M., Liemlahi, H. et Laamech, J. (2026b). *Designing a digital textbook for life and earth sciences in the Moroccan educational system: ASIN, a hybrid socioconstructivist approach through digital investigation* [Manuscrit soumis pour publication]. École normale supérieure de Tétouan, Université Abdelmalek Essaâdi.

Ait-Ouaali, A., Chat, M., Youlyouz, A., Gargallou, R., N'djoli, J., Aidoun, A., Liemlahi, H. et Laamech, J. (2027a). Clarifying conceptual boundaries between digital textbooks, LMS, and MOOCs: A systematic review. *Multidisciplinary Reviews*, *10*(1), Article e2027019. https://doi.org/10.31893/multirev.2027019

Ait-Ouaali, A., Chat, M., Youlyouz, A., Gargallou, R., Janati-Idrissi, R. et Laamech, J. (2027b). Determinants of teachers' adoption of digital textbooks in life and earth sciences: A mixed-methods study in Moroccan secondary schools. *Multidisciplinary Science Journal*, *9*(1), Article e2027048. https://doi.org/10.31893/multiscience.2027048

Alharbi, A. (2024). *E-textbook utilisation in Saudi high school classrooms: Teachers' perceptions and practices* [Thèse de doctorat, University of Exeter]. https://ore.exeter.ac.uk/articles/thesis/29842763

Altet, M. et Guibert, P. (2014). Construire un curriculum européen à partir de l'observation et l'analyse des pratiques enseignantes. Dans L. Paquay, P. Perrenoud, M. Altet, R. Étienne et J. Desjardins (dir.), *Travail réel des enseignants et formation : quelle référence au travail des enseignants dans les objectifs, les dispositifs et les pratiques ?* (p. 79-96). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.paqua.2014.01.0079

Antonietti, C., Cattaneo, A. et Amenduni, F. (2022). Can teachers' digital competence influence technology acceptance in vocational education? *Computers in Human Behavior*, *132*, 107266. https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107266

Arbia, A., Kaddari, F., Hajji Hour, R. et Elachqar, A. (2018). Les obstacles qui entravent l'application de l'approche par compétences par les enseignants du secondaire qualifiant. *European Scientific Journal*, *14*(4), 249. https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n4p249

Arek-Bawa, O. et Naidu, S. (2023). E-textbook pedagogy in teacher education beyond the COVID-19 era. Dans *Handbook of Open, Distance and Digital Education* (p. 1-18). Springer.

Astolfi, J.-P. (1992). *L'école pour apprendre*. ESF.

Astolfi, J.-P. (1997). *L'erreur, un outil pour enseigner*. ESF Éditeur.

Bachiri, H. et Sahli, R. (2020). The need of distance learning in the wake of COVID-19 in Morocco : teachers' attitudes and challenges in the English foreign language instruction. *International Journal of Language and Literary Studies*, *2*(3), 240-256. https://doi.org/10.36892/ijlls.v2i3.326

Banque mondiale. (2026). *Les écoles pionnières du Maroc : pour un meilleur apprentissage des élèves*. https://www.banquemondiale.org/fr/news/feature/2026/05/21/morocco-s-pioneer-schools-advancing-improved-student-learning

Benfaress, S., Zaki, M. et Alami, A. (2016). Analyse multidimensionnelle des facteurs d'intégration des TICE : étude de cas à travers le programme GENIE marocain. *European Scientific Journal*, *12*(19), 164. https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n19p164

Betts, J. G., Young, K. A., Wise, J. A., Johnson, E., Poe, B., Kruse, D. H., Korol, O., Johnson, J. E., Womble, M. et DeSaix, P. (2013). *Anatomy and Physiology*. OpenStax. https://openstax.org/details/books/anatomy-and-physiology

Boulal, M. (2020). Transposition didactique des pratiques expérimentales et du savoir dans les manuels scolaires marocains des SVT du secondaire collégial : cas de digestion d'amidon. *RDST : Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *22*, 211-238. https://doi.org/10.4000/rdst.3483

Boulal, M. (2022). Transposition didactique des activités expérimentales et du savoir par les enseignants de biologie exerçant en collèges marocains : approche comparative avec les auteurs des manuels. *RDST : Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *25*, 33-68. https://doi.org/10.4000/rdst.4130

Bouziani, A., Abitiu, N., Elrhaouat, O., Ait Lachguer, S., Kachache, H., Hnioua, Y., Oubbih, J. et Benkirane, H. (2024). Implementation of the "Situation-Problem" concept in the teaching of Life and Earth Sciences. *Revue marocaine de didactique et pédagogie*, *4*(1), 1-9. https://doi.org/10.34874/prsm.remadip-vol4iss1.44586

Bouzit, S., Alami, A., Selmaoui, S., Zaki, M. et Agorram, B. (2020). Didactic modes of scientific experiments in Moroccan high schools: Photosynthesis as an example. *European Journal of Educational Research*, *9*(2), 775-785. https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.775

Braun, V. et Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, *3*(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques* (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland et V. Warfield, dir.). La Pensée Sauvage.

Bruner, J. S. (1996). *L'éducation, entrée dans la culture : les problèmes de l'école à la lumière de la psychologie culturelle*. Retz.

Buck, L. B., Bretz, S. L. et Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, *38*(1), 52-58.

Calmettes, B. et Matheron, Y. (2015). Édito. Les démarches d'investigation : utopie, mythe ou réalité ? *Recherches en éducation*, *21*, 3-11. https://doi.org/10.4000/ree.7483

Carvalho, G. S., Silva, R., Lima, N., Coquet, E. et Clément, P. (2004). Portuguese primary school children's conceptions about digestion: Identification of learning obstacles. *International Journal of Science Education*, *26*(9), 1111-1130. https://doi.org/10.1080/0950069042000177235

Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques* (3e éd.). John Wiley & Sons.

Conseil de la concurrence. (2023). *Avis A/2/23 sur le fonctionnement concurrentiel du marché du livre scolaire*. https://conseil-concurrence.ma/wp-content/uploads/2023/11/AVIS-FR-A-2-2023.pdf

Conseil supérieur de l'éducation, de la formation et de la recherche scientifique. (2015). *Vision stratégique de la réforme 2015-2030 : pour une école de l'équité, de la qualité et de la promotion*. https://www.csefrs.ma/wp-content/uploads/2017/09/Vision_VF_Fr.pdf

Cour des comptes. (2015). *Fonds du service universel des télécommunications*. Cour des comptes du Royaume du Maroc. https://www.courdescomptes.ma/wp-content/uploads/2023/01/Fonds-du-service-universel-des-telecommunications.pdf

Cour des comptes. (2018). *Rapport relatif à l'évaluation du programme d'urgence : ministère de l'éducation nationale*. Cour des comptes du Royaume du Maroc. https://www.courdescomptes.ma/publication/rapport-sur-l-evaluation-du-programme-durgence-du-ministere-de-l-education-nationale/

Creswell, J. W. et Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3e éd.). SAGE Publications.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika, 16*(3), 297-334. https://doi.org/10.1007/BF02310555

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? Dans P. Dillenbourg (dir.), *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (p. 1-19). Elsevier.

Efron, B. et Tibshirani, R. J. (1993). *An introduction to the bootstrap*. Chapman and Hall. https://doi.org/10.1201/9780429246593

El Mahmouhi, N., Kemmou, S., Sayad, A. et Eddif, A. (2021). Recommandations de rectifications dans les manuels scolaires des sciences de la vie et de la terre du cycle collégial, Maroc. *Moroccan Journal of Quantitative and Qualitative Research, 2*(2), 21-35. https://doi.org/10.48379/IMIST.PRSM/mjqr-v2i2.21958

Elouardachi, A., Yantour, H. et Anouar, A. (2025). Transposition didactique dans le manuel scolaire de physique-chimie : exemple de gravitation universelle. *SHS Web of Conferences, 214*, 01031. https://doi.org/10.1051/shsconf/202521401031

En-Nhili, L., Boubih, S., Amiri, M. et El Alaoui, M. (2023). Diagnosis of learning difficulties of plate tectonics concepts among secondary school students using: Focus group, nominal group, and questionnaire. *E3S Web of Conferences*, *412*, 01061. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341201061

Ettazarini, S. (2017). Analysis of interactivity and autonomy of existing digital educational resources : the case of Life and Earth Sciences in Morocco. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, *32*(2), 103-118. https://doi.org/10.1080/02680513.2017.1305884

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.

Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan.

Giordan, A. et De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Delachaux et Niestlé.

Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The School Review*, *79*(2), 171-212. https://doi.org/10.1086/442968

Holm, S. (1979). A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*, *6*(2), 65-70.

Im, H. (2024). Affective and social competencies of elementary school students in the use of digital textbooks: A longitudinal study. *Behavioral Sciences*, *14*(3), 179. https://doi.org/10.3390/bs14030179

Isaksen, M., Ødegård, M. et Utsi, T. A. (2024). Science textbooks: Aids or obstacles to inquiry teaching? Science teachers' experiences in Norwegian secondary schools. *Science & Education*. https://doi.org/10.1007/s11191-023-00492-x

Iwzane, M., Ouardi, J., Benhadi, B., Chennaoui, M., El Fellah El Idrissi, B. et Afquir, M. (2025). Apprentissage par la démarche d'investigation dans le cycle collégial et qualifiant au Maroc : exemples de progressions en SVT. *SHS Web of Conferences*, *214*, Article 01029. https://doi.org/10.1051/shsconf/202521401029

Kouchou, I., Ousinsi, F., Essalih, S. et Ifqiren, S. (2025). Les perceptions des enseignants au sujet de la situation déclenchante en sciences de la vie et de la terre (SVT) au Maroc. *European Scientific Journal, ESJ*, *21*(5), 104. https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n5p104

Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, *41*(4), 212-218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2

Maouni, A., Mimet, A., El Madhi, Y., Khaddor, M. et Moumene, M. (2014). L'intégration des TIC dans l'enseignement des SVT au Maroc : réalité et attentes. *RADISMA*, *10*. https://www.radisma.info/document.php?id=1509

Mayer, V. J. (1995). Using the earth system for integrating the science curriculum. *Science Education*, *79*(4), 375-391. https://doi.org/10.1002/sce.3730790403

Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.

McKenney, S. et Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research* (2e éd.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315105642

Ministère de l'Éducation nationale, du Préscolaire et des Sports. (2022). *Feuille de route 2022-2026 : douze engagements pour une école publique de qualité*. https://www.men.gov.ma/sites/default/files/2026-02/FRoutefr.pdf

Ministère de l'Éducation nationale, du Préscolaire et des Sports. (2024). *Présentation analytique des statistiques de l'année scolaire 2024-2025*. MENPS, Rabat. https://www.men.gov.ma/fr/présentation-analytique-des-statistiques-de-l'année-scolaire-2024-2025

Ministère de l'Éducation nationale, du Préscolaire et des Sports. (2026). *Développement des ressources numériques*. MENPS, Rabat. https://www.men.gov.ma/fr/développement-des-ressources-numériques

Morgan, D. L. (2007). Paradigms lost and pragmatism regained: Methodological implications of combining qualitative and quantitative methods. *Journal of Mixed Methods Research*, *1*(1), 48-76. https://doi.org/10.1177/2345678906292462

Mouaheb, H., Bayali, B., Radid, M., Moussetad, M., Essadaoui, A. et Belhouari, A. (2024). Moroccan learners' conceptions of respiratory and photosynthetic exchanges: Analysis, origin and recommendations. *The International Journal of Science Didactics and Educational Engineering*, *1*(2). https://doi.org/10.34874/prsm.ijsdee-vol1iss2.2022

Moundy, K., Chafiq, N. et Talbi, M. (2021). Comparative analysis of student engagement in digital textbook usage during the pandemic in Morocco. *Education Sciences*, *11*(7), 352. https://doi.org/10.3390/educsci11070352

Moundy, K., Chafiq, N. et Talbi, M. (2022). Digital textbook and flipped classroom: Experimentation of the self-learning method based on the development of soft skills and disciplinary knowledge. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 17*(7), 240-259. https://doi.org/10.3991/ijet.v17i07

Mounjid, B., El Hilali, E., Amrani, F. et Moubtassime, M. (2021). Teachers' perceptions and the challenges of online teaching and learning in Morocco during COVID-19 crisis. *Arab World English Journal*, *7*(1), 38-52. https://doi.org/10.24093/awej/call7.3

OCDE. (2023). *PISA 2022 results (volume I) : the state of learning and equity in education*. Éditions OCDE. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Outoukarte, I., Ben Fares, S., Itouni, H., Rassou, K. K. et Tahiri, A. (2023). Distance learning in the wake of COVID-19 in Morocco. *Heliyon, 9*(6), Article e16523. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16523

Perrenoud, P. (1997). *Pédagogie différenciée : des intentions à l'action*. ESF Éditeur.

Piaget, J. (1970). *L'épistémologie génétique*. Presses Universitaires de France.

Rachidi, F. (2024). Assessing the adequacy of contemporary life and earth textbook in Morocco: A case study of blood glucose regulation. *African Journal of Biological Sciences, 6*(5), 8576-8589. https://doi.org/10.48047/AFJBS.6.5.2024.8576-8589

Royaume du Maroc. (1999). *Charte nationale d'éducation et de formation*. Commission spéciale éducation formation, Rabat.

Royaume du Maroc. (2019). *Dahir n° 1-19-113 du 7 hija 1440 (9 août 2019) portant promulgation de la loi-cadre n° 51-17 relative au système d'éducation, de formation et de recherche scientifique*. Bulletin officiel n° 6805 du 19 août 2019. https://www.csefrs.ma/wp-content/uploads/2022/12/la-loi-cadre-17-51-fr-juillet-2022.pdf

Saayoun, S., El Fathi, T., Ghizlane, C., Abidi, O., Lamri, D. et Al Ibrahmi, E. M. (2024). Teacher perspectives on life and earth sciences textbook evaluation in Moroccan middle and high schools. *Journal of Educational and Social Research, 14*(5), 142. https://doi.org/10.36941/jesr-2024-0127

Saher, S. et Kashif, N. (2020). Analysis of alignment between national curriculum of education and textbooks at higher secondary level in Punjab, Pakistan. *Review of Education, Administration and Law, 6*(3), 687-702. https://doi.org/10.47067/reads.v6i3.256

Scallon, G. (2004). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*. De Boeck.

Scherer, R., Siddiq, F. et Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, *128*, 13-35. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009

Seghir, H., El Alaoui, M. et Janati Idrissi, R. (2021). Quelle place accordée à l'évolution dans les programmes des sciences de la vie et de la terre : cas de l'enseignement secondaire marocain. Analyse historico-épistémologique et didactique. *Moroccan Journal of Quantitative and Qualitative Research*, *3*(2), 98-110. https://doi.org/10.48379/imist.prsm/mjqr-v3i2.31608

Seghir, H., Boucetta, N., Boubih, S., Al Alaoui, M., Janati Idrissi, R. et Ghariz, G. (2023). Towards a new relationship between: Innovative ideas and designs adopted by teachers for improving the study environment of life and earth sciences in Morocco. *E3S Web of Conferences*, *412*, 01015. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341201015

Shadish, W. R., Cook, T. D. et Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.

Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, *2*(1), 3-10.

Slisko, J. (2023). Textbook and curriculum alignment. Dans M. F. Taşar et P. R. L. Heron (dir.), *The International Handbook of Physics Education Research: Special Topics* (p. 15-1-15-34). AIP Publishing. https://doi.org/10.1063/9780735425514_015

Steegen, S., Tuerlinckx, F., Gelman, A. et Vanpaemel, W. (2016). Increasing transparency through a multiverse analysis. *Perspectives on Psychological Science*, *11*(5), 702-712. https://doi.org/10.1177/1745691616658637

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Tardif, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*. Éditions Logiques.

Teixeira, F. M. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, *22*(5), 507-520. https://doi.org/10.1080/095006900289750

UNESCO. (2023a). *Global education monitoring report 2023, technology in education : a tool on whose terms?*. UNESCO. https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology

UNESCO. (2023b). *How the GENIE programme from Morocco is doing since receiving the 2017 UNESCO ICT in education prize*. https://www.unesco.org/en/articles/how-genie-programme-morocco-doing-receiving-2017-unesco-ict-education-prize

van de Werfhorst, H. G., Kessenich, E. et Geven, S. (2022). The digital divide in online education: Inequality in digital readiness of students and schools. *Computers and Education Open*, *3*, 100100. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100100

Vygotski, L. S. (1997). *Pensée et langage*. La Dispute. (Ouvrage original publié en 1934)

Wang, F. et Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, *53*(4), 5-23. https://doi.org/10.1007/BF02504682