



HAL
open science

La modélisation au coeur de l'apprentissage des sciences expérimentales : la digestion

Philippe Champsaur, Elsa Ménager

► **To cite this version:**

Philippe Champsaur, Elsa Ménager. La modélisation au coeur de l'apprentissage des sciences expérimentales : la digestion. Education. 2013. dumas-00962432

HAL Id: dumas-00962432

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00962432>

Submitted on 21 Mar 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire 2012-2013

MASTER METIERS DE L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE »
MÉMOIRE PROFESSIONNEL DE DEUXIÈME ANNÉE

**LA MODELISATION AU COEUR DE L'APPRENTISSAGE
DES SCIENCES EXPERIMENTALES :
LA DIGESTION**

Présenté par : Elsa MENAGER & Philippe CHAMPSAUR



Discipline : Sciences et Technologie

Responsable de mémoire : Annie VERNAZ

Table des matières

INTRODUCTION.....	3
1. PROBLÉMATIQUE.....	4
1.1. Cadre théorique.....	4
1.1.1 Les conceptions.....	4
1.1.2 Les concepts.....	5
1.1.3 Les modèles pédagogiques	9
1.1.4 La démarche expérimentale.....	13
1.1.5 Les modèles et modélisation.....	15
1.2. Hypothèse de recherche	17
2. CADRE EXPERIMENTAL.....	18
2.1. Présentation de la classe.....	18
2.2. Présentation de la séquence	19
2.3 Descriptif des modèles utilisés	22
3. ANALYSE DE L'IMPACT DES MODELISATIONS SUR L'ACQUISITION DES CONNAISSANCES	24
3.1 Grille d'analyse.....	24
3.1.1 Choix des catégories et des critères d'analyse.....	24
3.1.2 Présentation générale du corpus analysé	26
3.2 Représentation du système digestif.....	26
3.2.1 Conceptions initiales: évaluation diagnostique (pré-test)	26
3.2.2 Conceptions intermédiaires: Réalisation du modèle 1	29
3.2.3 Conceptions finales : évaluation sommative (Post-test)	31
3.3. Le fonction mécanique des organes	33
3.4 Le rôle de la digestion.....	37
CONCLUSION.....	42
BIBLIOGRAPHIE	44
ANNEXES.....	45

INTRODUCTION

L'enseignement de la nutrition au cycle 3 comporte trois fonctions : la digestion, la respiration et la circulation sanguine. Les relations qui les lient sont indissociables pour une compréhension complète ou globale du fonctionnement du corps humain. L'objectif est d'amener l'élève de cycle 3 à une représentation juste de chaque système afin qu'il puisse en comprendre les fonctions propres et par la suite saisir leurs interdépendances.

Il sera question dans notre mémoire de l'apprentissage de la digestion.

La digestion est souvent pour les enfants représentée par l'action de manger et par l'action d'aller aux toilettes. Ces deux actions sont facilement accessibles car elles sont présentes et visibles quotidiennement dans la vie de l'élève. La difficulté consiste donc à amener l'élève à visualiser et comprendre ce qui se passe à l'intérieur de son corps entre l'entrée (la bouche) et la sortie (l'anus).

Cette discipline exclut par sa nature toutes expérimentations directes avec le réel. Il convient donc de réfléchir aux modalités d'apprentissages adaptées aux objectifs visés. Il paraît primordial de permettre à l'élève d'explorer ce phénomène de la digestion grâce à diverses manipulations afin de rendre visibles les transformations de l'aliment. Nous nous sommes donc interrogés sur la nature des ressources disponibles et accessibles. Il existe deux possibilités : l'observation d'une dissection ou la modélisation de l'appareil digestif. Notre choix s'est porté sur la modélisation.

Il est donc intéressant de s'interroger sur l'impact de la modélisation dans l'apprentissage de la connaissance du tube digestif, de son fonctionnement et de son rôle. Notre analyse s'appuiera sur la question suivante :

Dans quelle mesure l'emploi de la modélisation du système digestif permet-il à l'élève d'en mieux comprendre le rôle et les fonctions mécaniques des organes en jeu ?

Dans un premier temps nous inscrirons notre analyse dans un cadre théorique permettant de comprendre l'intérêt d'aborder les sciences par une démarche d'investigation fondée sur les conceptions initiales des élèves. Cette recherche, nous conduira à comprendre l'intérêt de la modélisation dans l'enseignement de la digestion.

Dans un second temps, nous exposerons le cadre expérimental de notre analyse à travers entre autres la présentation succincte de la séquence mise en place et une explication détaillée des modélisations réalisées.

Enfin, nous présenterons les résultats de notre analyse.

1. PROBLÉMATIQUE

1.1. Cadre théorique

1.1.1 Les conceptions

Le terme « conception » sera préféré à celui de « représentation ». Une conception correspond à l'appropriation d'un concept par un individu.

■ Conceptions préexistantes

Une conception est un système de pensée propre à chaque individu et en évolution permanente. Il s'agit de structures cognitives qui orientent son rapport au monde, et l'aident à interpréter son environnement.

De manière générale, on remarque que les élèves possèdent des conceptions préexistantes à la présentation d'une nouvelle notion. Celles-ci sont extrêmement résistantes à l'enseignement. L'apprentissage doit permettre de les déconstruire ou de les faire évoluer. Lors d'une prise de représentations, ce que l'élève produit n'est que l'émergence concrète de son système de pensées. Les conceptions de l'apprenant se construisent par l'intermédiaire des connaissances qu'il acquiert progressivement et par l'influence de son vécu. Elles lui permettent de structurer les connaissances qu'il intègre.

Déterminer les représentations premières des élèves nécessite de posséder une grille d'analyse de leurs idées. Ces grilles sont établies à partir de conceptions-types, récurrentes chez les apprenants. Cela permet d'anticiper les obstacles (liés à des représentations erronées trop ancrées) qu'ils pourraient rencontrer lors de l'apprentissage d'un concept. Etablir un état des lieux conceptuel de la classe avant d'aborder une nouvelle notion du programme, c'est construire la possibilité de vérifier par la suite que l'apprentissage a modifié ou fait évoluer les conceptions des élèves.

■ Prise de représentation

Une séquence d'enseignement efficace commence et se termine par une prise de représentations. Cependant, faire émerger les conceptions des élèves n'est pas une tâche facile puisque d'une part, ils n'ont pas conscience de leurs conceptions, et d'autre part, ces dernières sont mouvantes.

La conception possède une valeur fonctionnelle et opératoire pour l'apprenant. Elle constitue une base sur laquelle viennent se greffer ses nouvelles connaissances. Cependant, les élèves peuvent parfois différencier dans un même concept deux conceptions qui cohabitent : l'une

est réservée à la sphère scolaire, et l'autre, plus primitive et davantage assimilée par l'élève, est privilégiée dans toutes les autres situations. À ce sujet, Henri Bergson écrit : « notre esprit, a une irrésistible tendance à considérer comme plus claire l'idée qui lui sert le plus souvent »¹. C'est pourquoi il est nécessaire de prendre en compte la conception de l'élève pour l'aider à la faire évoluer et éviter qu'il n'en crée une nouvelle qu'il réservera à un usage scolaire. D'autre part, dans *La Formation de l'esprit scientifique*, Gaston Bachelard explique : « [...] l'instinct formatif finit par céder devant l'instinct conservatif. Il vient un temps où l'esprit aime mieux ce qui confirme son savoir que ce qui le contredit [...] »². Cela montre en quoi la conception est résistante. En effet, la connaissance paraissant stable dans l'esprit de l'élève, le travail nécessaire à son évolution peut être freiné par ce que Gaston Bachelard appelle « l'instinct conservatiste »³, c'est-à-dire ce qui pousse l'individu à être attaché à ses conceptions.

■ Conceptions et enseignement

Jean Piaget et Gaston Bachelard envisagent les représentations des élèves comme des « structures conceptuelles à transformer »⁴. Jean Piaget a introduit l'idée d'une « phase de déstabilisation transitoire de la représentation »⁵ qui passe par un accroissement des erreurs, jusqu'à une rééquilibration majorée⁶ de la représentation. Cela signifie que l'acquisition d'une nouvelle connaissance entraîne l'évolution des conceptions antérieures vers de nouvelles conceptions plus pertinentes et plus exactes.

Les conceptions des élèves sont donc un véritable instrument didactique dynamique et opérant qu'il est nécessaire de prendre en compte.

1.1.2 Les concepts

Un concept renvoie à une représentation abstraite de la réalité d'un objet, d'une situation ou d'un phénomène.

¹ BERGSON, H. cité par BACHELARD, G. (1938). *La Formation de l'esprit scientifique*. Édition Vrin.

² BACHELARD, G. (1938). *La Formation de l'esprit scientifique*. Édition Vrin.

³ BACHELARD, G. (1938). *La Formation de l'esprit scientifique*. Édition Vrin.

⁴ ASTOLFI, J.-P. (1992). *L'école pour apprendre*. Édition ESF.

⁵ *Ibid.*

⁶ *Ibid.*

■ Définition générale

Selon Britt-Mari Barth, un concept peut être structuré suivant trois opérations dites essentielles :

- **Une étiquette** (dénomination), qui le définit de façon très large et permet de désigner une pensée abstraite ;
- **Des attributs**, permettant une compréhension de l'étiquette et la différenciation des différents concepts. Ils peuvent être essentiels, s'ils permettent de définir le concept, ou non essentiels s'ils participent simplement à sa description. Les attributs peuvent se combiner entre eux pour classer des éléments dans tel ou tel concept ;
- **Des exemples** (et contre-exemples) pour illustrer l'étiquette. Dans un concept est regroupée l'intégralité des exemples qui ont la même combinaison d'attributs dans la même catégorie.

Des concepts peuvent être en relation selon les attributs qui les caractérisent. Un attribut peut alors faire partie de plusieurs concepts, sa dénomination dépend du contexte. On peut dire que toute connaissance se rapporte à un nombre plus ou moins important de concepts entrecroisés.

■ Les catégories de concept

Il existe **trois sortes de concepts** :

- Les concepts linguistiques (qui fonctionnent par catégorisation) et qui sont une combinaison d'attributs.
- Les concepts mathématiques (où l'on crée ses propres objets) qui sont une combinaison de concepts.
- Les concepts scientifiques (fonctionnant par mise en relation). Nous nous attarderons d'ailleurs principalement sur ce dernier cas.

■ Les niveaux de distinctions des concepts

Il existe quatre niveaux selon Britt-Mari Barth :

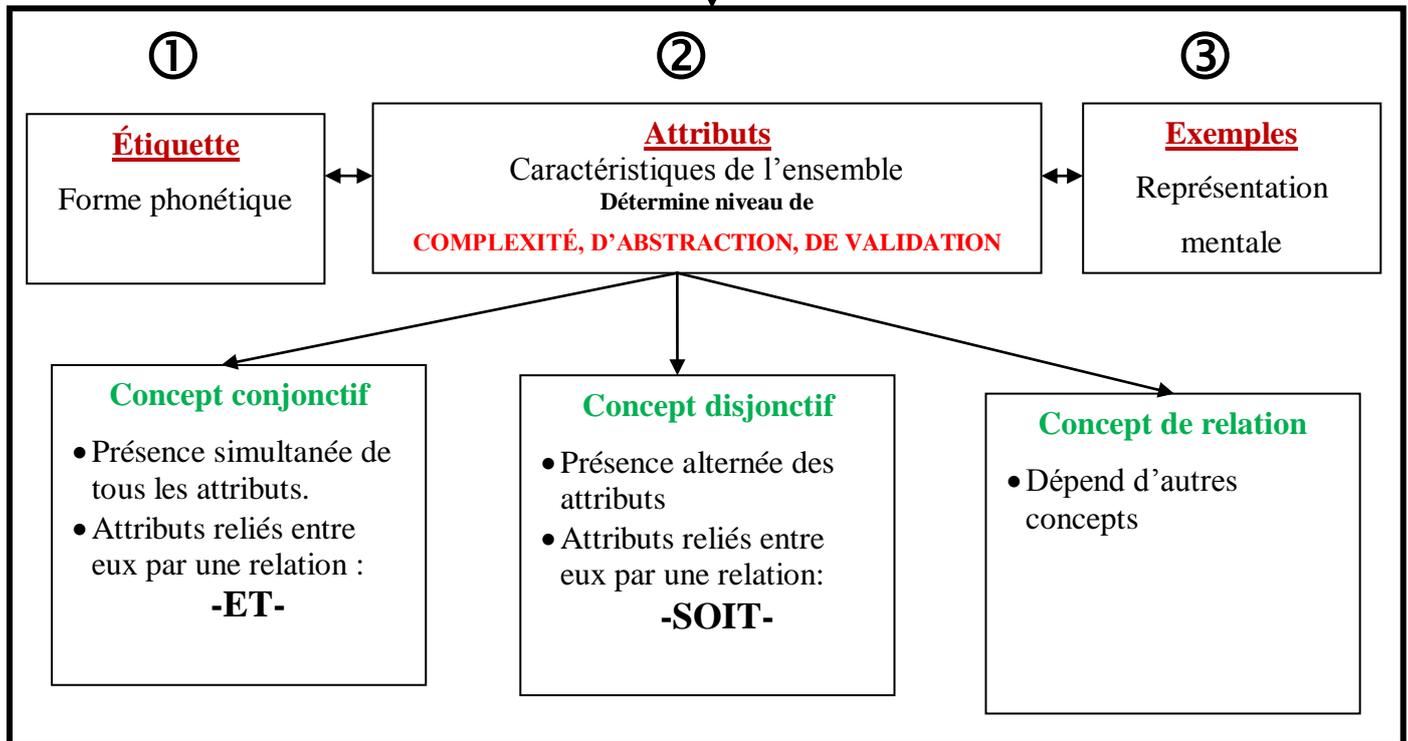
- **Le niveau de complexité du concept qui** dépend de deux choses : le nombre d'attributs qui constituent le concept et la nature des attributs. Plus le nombre d'attributs est élevé, plus le concept est complexe et plus le concept est complexe plus

il y a de relations à saisir. De même un attribut complexe rend le concept défini par cet attribut complexe.

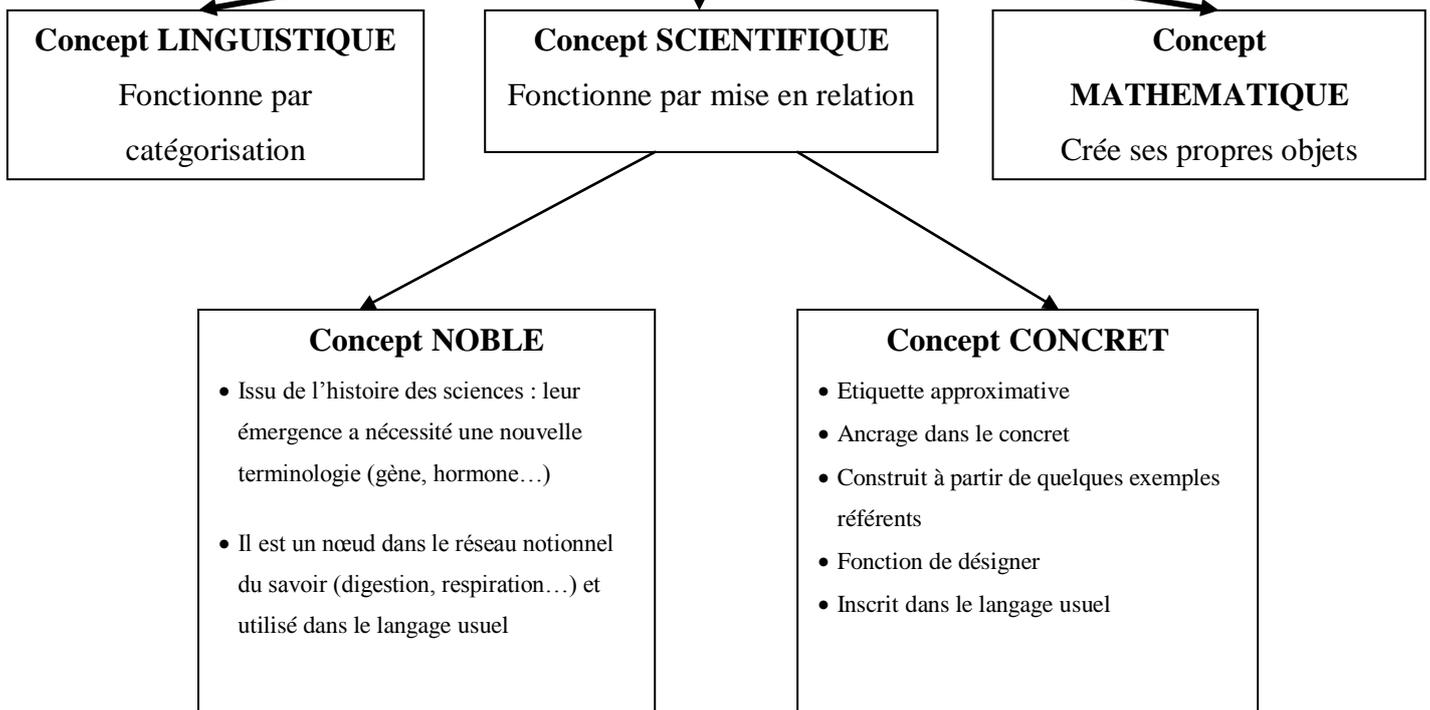
- **Le niveau d'abstraction du concept :** un concept possède plusieurs niveaux d'abstraction, mais le plus souvent, un individu, pour définir un concept, s'en tiendra à son « niveau de base ». Le niveau de base permet à l'individu d'obtenir un maximum d'information avec le minimum d'effort cognitif. C'est le niveau le plus abstrait possible, le plus inclusif, il offre un nombre suffisant d'attributs concrets. Ce niveau est spécifique à l'individu et peut évoluer chez un même individu en fonction de son développement cognitif.
- **Le niveau de validité du concept :** certains concepts, le plus souvent mathématiques ou scientifiques, ont un niveau de validité bien plus élevé que d'autres concepts linguistiques car leur définition est acceptée et officiellement reconnue au sein de la société. Mais de toute façon, le niveau de validité d'un concept n'est jamais total et peut évoluer avec le temps : il reste vrai jusqu'à ce que l'on prouve le contraire. D'autres concepts, eux, ont une définition beaucoup plus floue, on les appelle alors concepts empiriques ou subjectifs.
- **Le niveau d'inter-relation du concept :** il traduit les relations entre les différents attributs qui le définissent.

Ces quatre niveaux de distinctions du concept sont en inter-relation permanente pour construire une « définition pour comprendre ».

CONCEPT



Les 3 catégories de concepts



■ Evolution des concepts

Ces niveaux de distinction des concepts sont très utiles pédagogiquement, notamment au niveau de la construction des programmes scolaires. Ils expliquent pourquoi l'apprentissage doit se faire par niveaux de formulations, c'est-à-dire par étapes dans la construction du concept : l'élève n'a pas le développement cognitif nécessaire pour passer directement au dernier niveau d'abstraction du concept, il faut s'en tenir au niveau de base qu'il est capable de comprendre facilement et évoluer dans le niveau d'abstraction en même temps que dans son développement (en restant dans la zone proximale de développement de l'élève). Et ce niveau de formulation correspond à un certain champ de validité qui est correct pour le niveau d'abstraction mis en place. Pour faire évoluer ces concepts vers un nouveau niveau de formulation, il est nécessaire de prendre en compte que les concepts ne s'apprennent pas de façon statique en s'accumulant, puisqu'ils ne viennent pas combler l'ignorance de l'apprenant, celui-ci possédant déjà une représentation initiale du concept mis en jeu. Le nouveau concept doit donc transformer ces représentations, qui serviront de point de départ, par des ruptures et des réorganisations conceptuelles. C'est pourquoi les concepts prennent tout leur sens dans les situations problème, et donc les démarches d'investigation, qui permettent, en posant un problème dès le départ, de provoquer la rupture chez l'élève permettant la construction un nouveau concept.

1.1.3 Les modèles pédagogiques

Un modèle pédagogique est un regroupement de divers éléments mis en place dans une pratique de façon cohérente et qui lui donne un sens. Il renseigne ainsi sur les méthodes, les techniques et les outils utilisés. On observe principalement quatre modèles pédagogiques pratiqués dans les classes.

■ Le modèle transmissif :

Ce modèle aussi appelé le « néo-constructivisme » fut proposé par Bandura. Il est caractérisé par la passivité de l'élève qui est considéré comme une « page vierge », sans connaissances antérieures (conceptions). Comme le dit Jen-Pierre Astolfi, le contenu s'imprime dans le contenant. Le professeur quant à lui, est le détenteur des connaissances, il transmet le savoir aux élèves (rôle actif). Il suffirait qu'il s'exprime clairement pour que les

élèves comprennent et retiennent la leçon. Ce modèle est associé à la caricature du « remplissage d'un vase vide (l'élève) et même si le vase déborde ». L'erreur doit être évitée, elle fait l'objet d'une sanction car elle relève de la responsabilité de l'élève.

Pour appliquer ce modèle il est important de connaître les limites de son efficacité :

- Le public doit être **motivé** et **attentif**.
- Le public doit avoir des **structures mentales comparables** à celles de l'enseignant.
- Il doit déjà posséder des **connaissances sur le sujet** et profiter de la méthode pour les restructurer.

■ Le conditionnement ou le modèle behavioriste :

Cette pédagogie a été introduite par Skinner. Ce modèle utilise une pédagogie par objectifs : le maître découpe les tâches en sous-tâches afin de provoquer la réussite de l'élève. L'apprentissage de l'élève, par palier, résulte donc d'une suite de conditionnements. Seul le comportement en fin d'apprentissage est observé, on ne cherche pas à comprendre le fonctionnement des structures mentales de l'élève. L'élève est actif, il est guidé par le maître. Le renforcement positif est également employé : les bonnes réponses sont récompensées. Les erreurs sont à la charge de l'enseignant, elles ne font pas l'objet d'une sanction mais d'une remédiation.

Ce modèle comporte quelques limites :

- **Efficace** surtout pour les **apprentissages techniques ou professionnels, à court ou moyen terme** car c'est bien le comportement observable que l'on évalue, pas la structure mentale qui l'induit.
- **Peu efficace** pour les **apprentissages à long terme** car il y a un nombre trop important d'objectifs simultanés et parce que l'apprentissage ne se réduit pas à une série de comportements observables.

■ Le modèle constructiviste :

Le modèle constructiviste, introduit par Piaget, choisit de ne pas ignorer les structures mentales, tout en se concentrant principalement sur l'élève. Ici, l'élève est actif, il possède déjà des connaissances (conceptions) et il va participer à la construction du nouveau savoir.

Ainsi, l'erreur est considérée comme une conception et servira de point d'appui pour construire le savoir. L'acquisition de la nouvelle connaissance se fait en trois temps :

- **l'assimilation** : temps d'intégration des nouveaux savoirs.
- **l'accommodation** : temps d'adaptation des comportements en fonction de l'environnement.
- **l'équilibration** : par rapport aux anciens savoirs, permet d'atteindre un niveau supérieur de connaissance.

Selon Piaget, ce serait le développement de l'enfant qui précéderait ses apprentissages. En d'autres termes, l'élève ne pourrait pas avoir accès à certaines connaissances avant d'avoir franchi le stade de développement correspondant. Rappelons que Piaget considère quatre principaux stades de développement : le stade sensori-moteur de 0 à 2 ans, le stade préopératoire de 2 à 6 ans, le stade opératoire de 6 à 10 ans et le stade des opérations formelles à partir de 12 ans. Le maître propose aux élèves des situations didactiques adaptées qui leur permettent « d'apprendre à apprendre ». Il les stimule, éveille leur intérêt. En effet, toute leçon devrait être une réponse aux questions que se pose l'élève.

■ Le modèle socioconstructiviste :

Ce modèle proposé par Vygotsky, reprend les idées principales du constructivisme de Piaget en y ajoutant le rôle social des apprentissages. Les apprentissages, menés avec l'aide d'un adulte permettent son développement. Ainsi, selon Vygotsky, ce serait les apprentissages qui permettraient aux élèves d'atteindre un stade de développement plus élevé. Cependant, ces apprentissages doivent être compris dans la zone proximale de développement de l'élève : cette zone comprend les tâches que l'élève peut réussir avec l'aide d'un adulte, elles sont ni trop difficiles, ni trop faciles. Le maître a donc pour rôle de définir cette zone afin de donner des exercices appropriés. De plus, il va favoriser le débat entre les élèves (conflit sociocognitif), en les faisant travailler en groupe. Cela les oblige à se décentrer, à argumenter, à tenir compte du point de vue des autres et surtout à modifier leurs conceptions initiales. Les élèves ont donc un rôle actif. Dans ce modèle, les erreurs correspondent également à un point d'appui pour la construction de nouvelles connaissances. L'évaluation n'est plus seulement un instrument de mesure mais une aide à l'apprentissage, une justification des processus et des stratégies mis en œuvre par l'apprenant.

Le modèle socioconstructiviste est aujourd’hui considéré comme le modèle le plus efficace pour faire acquérir une connaissance aux élèves. Cependant, il demande du temps et les professeurs ne le prennent pas toujours. Cela fait partie de la liberté pédagogique de l’enseignant : il pourra choisir de développer ce modèle en sciences pour quelques thèmes seulement puis ensuite, accorder plus de temps à une autre matière.

Ces trois modèles pédagogiques peuvent être complémentaires.

■ Synthèse :

	Rôle du PE	Rôle de l'élève	Statut de l'erreur	Type d'acquisition
Modèle transmissif	Détient les connaissances. Transmet le savoir aux E. Il développe des méthodologies efficaces. Il suffirait qu'il s'exprime clairement.	Passif. Il doit organiser ses connaissances et les mettre en relation Motivé, attentif	Devrait être évité, elle fait l'objet d'une sanction car elle relève de la responsabilité de l'élève.	La connaissance vient s'imprimer dans la tête de l'élève, restitution des connaissances et reproduction des raisonnements.
Modèle behavioriste (Skinner)	Pédagogie par objectifs et enseignement assisté par ordinateur. Il découpe les tâches en sous tâches. Utilisation du renforcement positif.	Actif par guidage des sous-tâches du PE. Doit se créer de bonnes habitudes, de bons réflexes.	A la charge de l'enseignant. Renforcement positif.	Apprentissage par palier, résulte d'une suite de conditionnements.
Modèle constructiviste (Piaget) Apprentissage par investigation.	Mettre en place des situations didactiques pour permettre la construction des connaissances : poser un problème. L'enseignant stimule et conseille.	A déjà des connaissances justes ou erronées. Construction de nouveau savoir.	Un point d'appui pour la construction des connaissances. Correspond aux conceptions des élèves.	Assimilation Accommodation Equilibration Le développement précède l'apprentissage. Les élèves apprennent à apprendre.
Modèle socioconstructiviste (Vygotsky) Apprentissage par investigation- structuration.	Favorise conflit socio Cognitif Favorise l'organisation collective de la tâche.	A déjà des connaissances. Construction de nouveau savoir. Confrontation des idées entre pairs.	Un point d'appui pour la construction des connaissances. Correspond aux conceptions des élèves.	L'apprentissage précède le développement.

1.1.4 La démarche expérimentale

■ Définition

Une **méthode** est linéaire et ordonnée. Cette linéarité est une simplification qui ne correspond pas à la réalité, elle permet seulement d'aller plus vite dans la mise en œuvre.

En revanche, une **démarche** met en lien différentes étapes (problème, hypothèses, vérification des hypothèses, résultat). Les étapes non « réussies » nécessitent des feedbacks sur une (ou plusieurs) étape(s). Les élèves sont alors dans une position de chercheur, ils ont le droit à l'erreur.

La **méthode expérimentale**, issue de Claude Bernard en médecine, présente une méthodologie qui ne garde que les étapes « réussies ». Dans cette méthode, aussi appelée méthode OHERIC (Observation, Hypothèses, Expérimentation, Résultat, Interprétation, Conclusion), les élèves sont guidés du début à la fin, on ne leur permet pas de se tromper.

La démarche est expérimentale quand les hypothèses sont résolues à l'aide d'une expérience. La démarche expérimentale fait partie de la démarche scientifique. Dans les deux cas un problème est à résoudre. La résolution du problème peut se faire de plusieurs façons dans la démarche scientifique : expérimentation, modélisation, observation, recherche documentaire.

A l'école, la démarche scientifique adaptée au contexte scolaire est un outil d'investigation pour comprendre le réel : on parle de **démarche d'investigation**.

■ Les différentes étapes de la démarche d'investigation :

La démarche d'investigation a pour but de permettre aux élèves d'être actifs face à leurs apprentissages. Ces activités cherchent à développer les compétences et savoir-faire des élèves en les mettant en situation de recherche, ce qui participe à la construction de leur propre savoir.

Cette démarche comporte sept étapes :

1. Une situation de départ :

C'est une situation qui déclenche la curiosité des élèves, qui leur permet de s'intéresser au sujet. Elle sert à introduire la séquence et le futur problème posé. Cette situation déclenche des questions et motive les élèves si celle-ci est bien préparée et permet à l'enseignant de poser un problème.

2. La formulation du problème :

L'enseignant motive l'expression des élèves sur leurs représentations mentales (ou conceptions premières), il pourra alors demander de réaliser un dessin ou un schéma, de débattre pour confronter les différentes conceptions premières, etc. L'idée étant de faire émerger l'état des connaissances des élèves sur le problème, d'amorcer une réorganisation des connaissances des élèves et de faire entrer les élèves dans le problème, ils doivent se l'approprier. Le problème de l'enseignant devient alors leur problème (appropriation).

La prise de ces représentations permet de voir les acquis des élèves sur le sujet, et de d'estimer leurs connaissances.

3. La formulation d'hypothèses :

Des réponses au problème sont proposées par la classe. Ces réponses devront être testées par investigation afin de vérifier si elles sont justes ou fausses : ce sont alors des hypothèses. La confrontation des représentations permet de modifier le statut des réponses (conflit sociocognitif): puisque les élèves ne sont pas d'accord et que nous ne savons pas qui a raison, les réponses deviennent des hypothèses ; il va falloir les vérifier. Il est important d'en garder une trace écrite pour faire le lien, à la fin de la démarche, entre les représentations initiales et finales des élèves.

4. Vérification des hypothèses :

L'investigation peut prendre différentes formes. On peut faire des expériences en prévoyant un protocole expérimental adapté. Une modélisation, en fabriquant un modèle qui représente le réel non observable directement. Une observation du réel ou d'image du réel. Une recherche documentaire (sous forme de document papier, de vidéo, de recherche sur

ordinateur) peut être réalisée pour vérifier ou approfondir des questions. Enfin, on peut faire une enquête ou une visite avec un questionnaire à remplir.

Cette phase est à adapter en fonction du cycle et du niveau de la classe et du thème traité.

5. Interprétation des résultats :

Après observation et mise en commun des résultats, il faut les interpréter. Cela fait l'objet d'un débat qui permet de dire si les hypothèses sont vérifiées ou non. Il y a alors un conflit sociocognitif entre les élèves qui les obligent à se décentrer, à débattre, argumenter, prendre en compte les avis d'autrui, en groupe classe.

La démarche d'investigation doit permettre aux élèves de construire leur savoir et de s'approprier de nouvelles connaissances afin de faire évoluer leurs représentations initiales.

Cette étape permet une structuration des connaissances.

6. Institutionnalisation :

Des traces écrites doivent être faites. Cette trace, dictée par les élèves au maître, doit intégrer les nouvelles connaissances acquises par la démarche d'investigation et apporter une réponse au problème. L'écrit leur permet de mémoriser ce qui a été appris.

7. L'évaluation :

Elle constitue également une étape essentielle. Grâce à elle, les élèves peuvent voir leurs progrès et leurs manques. L'enseignant ne doit pas la concevoir au dernier moment et aucune forme d'évaluation ne lui est imposée. Elle permet de voir si les objectifs fixés sont atteints. L'évaluation peut se faire sous la forme d'exercices automatisant certaines procédures, de nouveaux problèmes mettant en œuvre des connaissances acquises, de contrôle de connaissances ou de compétences méthodologiques.

1.1.5 Les modèles et modélisation

■ Définition

Le terme de **modèle** par sa nature polysémique recoupe plusieurs définitions qu'il est important de clarifier afin de comprendre dans quel cadre notre travail d'analyse s'organise.

Le modèle est un « objet » du réel qui est destiné à être imité. On en distingue trois catégories :

1. Modèle/théorie :

C'est un cadre de travail établi pour la compréhension de la nature et de l'humain. Il découle d'un consensus basé sur l'observation de phénomènes tel qui nous apparaissent mais dont on n'a pas de connaissance fine.

2. Modèle/représentation :

C'est une représentation en miniature et simplifiée d'un système naturel dont on a conservé les attributs spécifiques (aquarium, élevage de papillons, etc.)

3. Modèle/explication :

Il englobe un ensemble de supports permettant la compréhension d'un sujet étudié soit globalement soit partiellement. Ils peuvent être de natures différentes : maquette, schéma, analogie, simulation informatique, etc.

Le processus de **modélisation** consiste donc à construire soit un modèle/représentation soit un modèle/explication.

De plus, selon Claudine Larche (ASTOLFI et al, 1998), « *la modélisation est une démarche qui consiste à élaborer en référence à un réel complexe une construction mentale nouvelle, manipulable, en vue d'assurer une fonction explicite. Elle est, en ce sens, une étape incontournable à la fois dans le processus même de construction des connaissances scientifiques et lors de l'utilisation de ces connaissances* ».

■ [Les intérêts de la modélisation à l'école primaire](#)

1. Appréhender simplement des phénomènes complexes

Il est souvent nécessaire de simplifier des phénomènes scientifiques complexes afin de les rendre accessibles aux élèves. L'utilisation des modélisations ou de schémas doit permettre une meilleure compréhension. Les modèles sont donc des représentations simplifiées du réel (souvent en 3 dimensions) qui conservent souvent un ou plusieurs aspects

du phénomène. Le modèle est un outil. L'élaboration d'un modèle est motivée par un ensemble de questions auxquelles ce modèle doit contribuer à répondre. L'intérêt de la modélisation réside ainsi dans sa capacité à apporter une réponse satisfaisante aux questions que l'on se pose sur tel phénomène.

2. Visualiser des phénomènes non observables

Deux principaux types de phénomènes peuvent être rendus observables par la modélisation. Ceux dont la taille du système nécessite l'élaboration d'un modèle comme l'étude du système solaire et ceux dont le fonctionnement n'est pas accessible comme la respiration ou encore la digestion.

L'impossibilité de réaliser des expérimentations sur le réel oblige alors à la construction de modèle favorisant la simulation du phénomène.

■ Les difficultés et les limites de la modélisation

1. Non différenciation modèle/référent empirique

Pour que le modèle contribue à l'apprentissage de nouvelles notions, une corrélation permanente avec le réel doit être maintenue car il peut être parfois difficile pour les élèves de transposer un élément matériel du modèle à la réalité.

2. La prégnance des conceptions initiales

Cet état d'objet non scientifique peut aussi se confronter à la conception initiale de l'élève. Si la modélisation est trop éloignée des idées de l'élève, il peut s'avérer inefficace en arrêtant l'évolution de la pensée.

1.2. Hypothèse de recherche

Au regard de la notion choisie à savoir **la digestion**, nous pouvons nous interroger sur l'impact de la modélisation dans la construction des connaissances par les élèves.

Dans quelle mesure l'emploi de la modélisation du système digestif permet-il à l'élève d'en mieux comprendre le rôle et les fonctions mécaniques des organes en jeu ?

Si nous axons notre recherche sur une analyse essentiellement didactique, nous pouvons formuler l'hypothèse que la modélisation peut constituer un outil pertinent dans la construction des connaissances. Nous ne ferons pas état ici de la rigueur scientifique propre à chaque modèle mais nous essayerons de montrer que la modélisation de phénomènes initialement invisibles peut aider à l'appropriation des connaissances.

2. CADRE EXPERIMENTAL

2.1. Présentation de la classe

Dans le cadre de notre Master MES 2, nous avons suivi un stage dans une école élémentaire d'application en centre ville. Une classe de CM1 nous a été confiée. Son effectif était de 29 élèves.

Les deux enseignants responsables privilégiaient une approche pédagogique de type socioconstructiviste dans tous les domaines enseignés. Les élèves étaient donc habitués à travailler en groupe, à observer, à analyser et à rendre compte de leurs résultats soit grâce à la production d'une trace écrite soit oralement.

L'observation de la classe faite au préalable a montré que quatre élèves possédaient des connaissances générales supérieures aux attentes des programmes et ce dans de nombreux domaines.

Un élève était primo-arrivant avec une compréhension très faible du français oral ou écrit. En revanche, il faisait preuve d'une bonne compréhension des sujets traités quand cela lui était accessible.

La classe participait activement aux diverses activités proposées. La majorité des élèves démontrait une bonne coopération avec les autres. La classe faisait preuve d'une attitude positive envers les apprentissages.

2.2. Présentation de la séquence

La séquence qui fait l'objet de notre analyse porte sur la digestion et prend appui sur la modélisation des différentes actions de chaque organe de l'appareil digestif.

Notons que notre séquence n'a pas pour but l'enseignement de la modélisation mais bien l'enseignement par la modélisation du fonctionnement du tube digestif.

Trois questions proposées par l'enseignant ont servi de fil conducteur à cette séquence :

Q1 : Quels sont les organes qui composent l'appareil digestif ?

Q 2 : Quelle est la fonction de chaque organe du tube digestif ?

Q3 : Comment un aliment peut réussir à passer dans le sang ?

Pour pouvoir répondre à ces questions, il faut donc mettre en relation un référent empirique et des modèles. L'étude de la digestion en classe présente a priori des difficultés. Sur le plan empirique, le phénomène biologique de la digestion est complexe. Il combine plusieurs actions simultanées : actions mécaniques et actions chimiques. Les actions mécaniques peuvent être facilement reproductibles. Cependant, les actions chimiques posent le problème de la visualisation de « l'infiniment » petit (molécule) non visible à l'œil nu. Le choix a donc été fait de ne pas aborder explicitement cet aspect de la digestion du fait qu'il ne limite pas la compréhension du phénomène. Sur le plan du modèle, l'explication de l'absorption fait de nouveau intervenir la notion de « l'infiniment » petit et l'imbrication complexe des différents systèmes corporels (l'appareil digestif et système circulatoire du sang).

Nous présentons ci-dessous le descriptif général de notre séquence dont l'objectif est d'amener les élèves à avoir une bonne conception du système digestif et de comprendre son utilité dans le fonctionnement de notre corps. Ensuite, nous détaillerons plus spécifiquement les cinq modélisations qui ont étayé notre enseignement.

S3	<p>OBJECTIFS :</p> <p>Savoir : Comprendre les transformations subies par l'aliment dans la bouche et le mécanisme de contraction de l'œsophage</p> <p>Savoir être : Travailler en groupe/ Modéliser un instant précis de la digestion et confronter ce modèle à la réalité/ organiser et structurer les connaissances</p>	
	<p><u>Temps 1</u> : Discussion, travail en groupe classe</p> <p>« A quoi servent les aliments dans notre corps? Comment les aliments se rendent-ils dans tous les autres organes de notre corps ? Comment faire pour que notre grain de raisin puisse passer dans le sang? »</p> <p><u>Temps 2</u> : Modélisation de l'action de la bouche (MODELE 2), travail en binôme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation de l'action de mastication des aliments dans la bouche - Nommer l'action réalisée par la bouche : Mastication - Souligner le rôle de la salive (Les actions chimiques peuvent être nommées mais elles ne font pas parties des savoirs à acquérir) <p><u>Temps 3</u> : Modélisation de l'action de l'œsophage (MODELE 3), travail en groupe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modéliser les contractions en vague lors de la déglutition dans l'œsophage en position debout - Modéliser les contractions en vague lors de la déglutition dans l'œsophage en position allongée <p><u>Temps 4</u> : Trace écrite, groupe classe</p> <p><i>Dans la <u>bouche</u>, les <u>dents</u> effectuent la <u>mastication</u> : c'est-à-dire, elles coupent, mâchent et broient les aliments imprégnés de salive. La <u>salive</u> permet aux aliments d'être ramollis.</i></p> <p><i>La <u>déglutition</u> permet le passage des aliments de la bouche vers l'<u>œsophage</u>.</i></p> <p><i>Les aliments continuent à avancer tout le long de l'œsophage grâce à des <u>contractions</u> «en vague » de muscles qui permettent de faire avancer la nourriture dans le tube digestif.</i></p> <p>Matériel :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Céréales, contenants, pierres, collant nylon, balles, tube rigide 	<p>1. Photographie des modélisations des élèves</p> <p>2. Photographie et film des modélisations des élèves</p>
S4	<p>OBJECTIFS :</p> <p>Savoirs : Comprendre les transformations subies par l'aliment dans l'estomac Comprendre le phénomène d'absorption des nutriments au niveau de l'intestin grêle Comprendre le phénomène de déjection au niveau de l'anus Connaitre le nom des organes et leur fonction</p> <p>Savoir être : Travailler en groupe/ Modéliser un instant précis de la digestion et confronter ce modèle à la réalité/ organiser et structurer les connaissances</p>	
	<p><u>Temps 1</u> : Modélisation de l'action de l'estomac (MODELE 4), travail en groupe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation de l'action de malaxage des aliments dans l'estomac - Explication et discussion avec les élèves <p><u>Temps 2</u> : Modélisation de l'absorption et de la déjection (MODELE 5), travail en groupe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation du passage des nutriments dans le sang et déjection des nutriments trop gros - Explication et discussion avec les élèves <p><u>Temps 3</u> : Trace écrite, travail en groupe classe</p> <p><i>La digestion continue dans l'estomac où les aliments sont brassés.</i></p> <p><i>Les aliments sont maintenant coupés en minuscules morceaux. On les appelle alors les nutriments.</i></p> <p><i>Les nutriments passent de la paroi de l'intestin grêle au sang.</i></p> <p><i>Le sang transporte les nutriments dans tout le corps afin qu'il puisse fonctionner.</i></p> <p><i>Les nutriments qui ne sont pas digérés passent dans le gros intestin. Ils sont rejetés sous forme d'excréments par l'anus.</i></p> <p>Matériel :</p> <ul style="list-style-type: none"> Contenants, pilon, collant nylon, biscuits 	<p>1. Photographie des modélisations des élèves</p> <p>2. Retranscription des explications de chaque groupe</p>
S5	<p>EVALUATION (Annexe 1)</p>	<p>1. Fiche post-test</p> <p>2. Évaluation</p>

2.3 Descriptif des modèles utilisés

Dans notre séquence, nous avons utilisé cinq modélisations à visées éducatives différentes. La construction du modèle 1 a été mise en place pour permettre une appropriation par le groupe classe des connaissances indispensables pour comprendre le rôle et le fonctionnement de la digestion (vocabulaire spécifique et structure du tube digestif).

A partir des conceptions initiales des élèves, le groupe classe a établi un schéma du tube digestif et s'est approprié le vocabulaire spécifique nécessaire afin d'optimiser les interactions avec ses pairs ou l'enseignant.

La construction des modèles 2, 3 et 4 a été mise en place pour permettre aux élèves de visualiser et comprendre les différentes transformations que subissent les aliments dans chaque organe. Nous rappelons que seules les actions mécaniques de la digestion ont été abordées. La présence et l'action de la salive et des sucs gastriques ont seulement été notifiées oralement et soulignées dans les modélisations par l'utilisation de vinaigre blanc.

La construction du modèle 5 a combiné deux phénomènes distincts mais successifs : l'absorption et la déjection. Initialement, il avait été établi avec le groupe classe que les aliments passaient dans le sang pour permettre au corps de fonctionner. La démarche d'investigation avait alors pour but de comprendre comment un aliment pouvait passer dans le sang. Ce modèle a donc un statut particulier car il est la réponse à la question de départ. De plus, il infirme l'hypothèse faite par les élèves que seuls les bons aliments passent dans le sang et les mauvais sont rejetés.

■ Tableau explicatif des cinq modélisations utilisées lors de la séquence

Modèles	Objectif visé	Matériel utilisé	Application des modèles
M 1 Annexe 4	Modèle/explicatif :		
	- Reconstituer matériellement le tube digestif		
	1. Visualiser le trajet des aliments dans notre corps 2. Nommer les organes du tube digestif	- Silhouette d'un corps humain - puzzle du tube digestif - étiquettes avec le nom des organes	Les élèves doivent placer chaque organe sur la silhouette et mettre l'étiquette correspondante à côté de chaque organe Les élèves doivent dessiner le tube digestif et le légendier Lien avec la digestion : Avoir une représentation exacte du tube digestif et identifier les organes le composant : Bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, anus.

<p>M 2 Annexe 5</p>	<p>Modèle/explicatif : - Comparer le modèle au fonctionnement réel de la bouche</p>		
<p>1. Comprendre l'action de la mastication par les dents 2. Visualiser l'apparition de la salive dans le bol alimentaire</p>	<p>- Contenants - Pierres - Céréales</p>	<p>Quelle transformation subit les céréales dans notre bouche ? - Hypothèse, observation et analyse. - Par binôme, un élève écrase les céréales avec la pierre et l'autre mâche réellement les céréales et les recrache dans un bol. - Comparaison des deux résultats Lien avec la digestion : Les dents permettent de réduire les céréales en plus petits morceaux. La salive se mélange avec le bol alimentaire.</p>	
<p>M 3 Annexe 6</p>	<p>Modèle/explicatif : - Identifier l'aspect souple de l'œsophage et sélectionner les éléments de substitution adéquate - Comparer le modèle au fonctionnement réel de l'œsophage - Modifier le modèle en fonction des divergences observées</p>		
<p>1. Comprendre le phénomène des contractions en vague dans l'œsophage pour faire avancer le bol alimentaire</p>	<p>- Tubes rigides - Balles de tennis - Collants nylon</p>	<p>Par quel objet pouvons-nous représenter l'œsophage ? Discussion en groupe classe : un tube rigide PHASE 1 : En position debout - La balle de tennis (bol alimentaire) descend bien PHASE 2 : En position allongée - La balle de tennis ne bouge pas Est-il possible de manger en position allongée ? Un élève vient manger un gâteau en position allongée devant la classe Comment pensez-vous que la nourriture se rend de votre bouche à votre estomac en position allongée ? Discussion en groupe classe : Il faut un tube souple (un collant nylon est proposé par le PE) PHASE 3 : En position allongée - Les élèves doivent faire avancer la balle dans le collant par pression successive Lien avec la digestion : Le bol alimentaire se déplace dans l'œsophage grâce aux contractions en vagues des muscles qui entourent l'œsophage.</p>	
<p>M 4 Annexe 7</p>	<p>Modèle/explication et représentation : - Observation spontanée et répétée du modèle représentant l'action de brassage de l'estomac - Comparaison avec un modèle témoin</p>		
<p>1. Visualiser l'action de brassage dans l'estomac</p>	<p>- Sac de congélation - Salade - Vinaigre blanc</p>	<p>Si l'estomac peut être représenté par une poche de plastique, quelle peut être son action sur le bol alimentaire ? Les élèves doivent manipuler le sac contenant de la salade et du vinaigre</p>	

			<p>Les élèves doivent comparer leur résultat avec le sac témoin qui ne subit aucune manipulation.</p> <p>Lien avec la digestion : Le bol alimentaire est brassé dans l'estomac</p>
M 5 Annexe 8	Modèle/explication - Identifier les éléments matériels à l'objet réel - Effectuer intellectuellement une substitution entre le phénomène d'absorption et la modélisation		
	1. Comprendre le phénomène d'absorption. 2. Comprendre que le passage dans le sang dépend de la taille des nutriments 3. Faire le lien entre les nutriments non absorbés et la déjection	- Contenants - Collant nylon - biscuit	<p>Maintenant que les aliments sont coupés en tout petits morceaux, que va-t-il se passer dans l'intestin grêle?</p> <p>Mise en place de la modélisation par le PE</p> <p>- Les élèves doivent reproduire très succinctement les différentes étapes de la digestion (broyage du gâteau, brassage avec du vinaigre) et faire passer la bouillie obtenue dans le collant de nylon.</p> <p>- Les élèves doivent observer qu'un liquide traverse les mailles du collant.</p> <p>- Les élèves doivent observer que tout ce qui ne traverse pas les mailles du collant, sort à l'extrémité</p> <p>Mise en commun des observations, analyse et mise en relation avec les phénomènes de l'absorption et de déjection.</p> <p>Lien avec la digestion : Seuls les nutriments assez petits sont absorbés. Tout ce qui n'est pas absorbé est rejeté par le corps.</p>

3. ANALYSE DE L'IMPACT DES MODELISATIONS SUR L'ACQUISITION DES CONNAISSANCES

3.1 Grille d'analyse

3.1.1 Choix des catégories et des critères d'analyse

Nous allons préciser les objectifs visés que nous avons analysés dans notre recherche ainsi que les critères que nous avons utilisés pour les évaluer.

Nous avons retenu 21 critères qui nous semblent pertinents. Ces critères sont classés en 3 catégories d'objectifs :

■ Représentation du système digestif :

1. Présence des six organes principaux du tube digestif :
Bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, anus
2. Identification de chaque organe :
3. Ordre des organes dans le tube digestif

Chaque critère est validé par sa présence. L'ordre des organes est validé uniquement s'il est respecté et si seuls les organes du tube digestif sont présents. Si d'autres organes (cœur, poumons,..) sont représentés mais ne sont pas rattachés au tube digestif, le critère est tout de même validé.

■ Fonction mécanique des organes

1. Bouche : mastication/broyage
2. Œsophage : déglutition
3. Estomac : brassage/malaxage
4. Intestin grêle : absorption⁷
5. Gros intestin/anus : défécation

Pour valider ces 5 critères, l'identification des actions mécaniques doit être faite soit par le terme scientifique soit par une explication de cette action et être en relation avec le bon organe.

■ Rôle de la digestion

1. Réduire les aliments en nutriments
2. Permettre le passage des nutriments dans le sang

Lors de la rédaction d'un court texte explicatif demandé au pré-test et au post-test, ces deux notions doivent être spécifiées pour être validées.

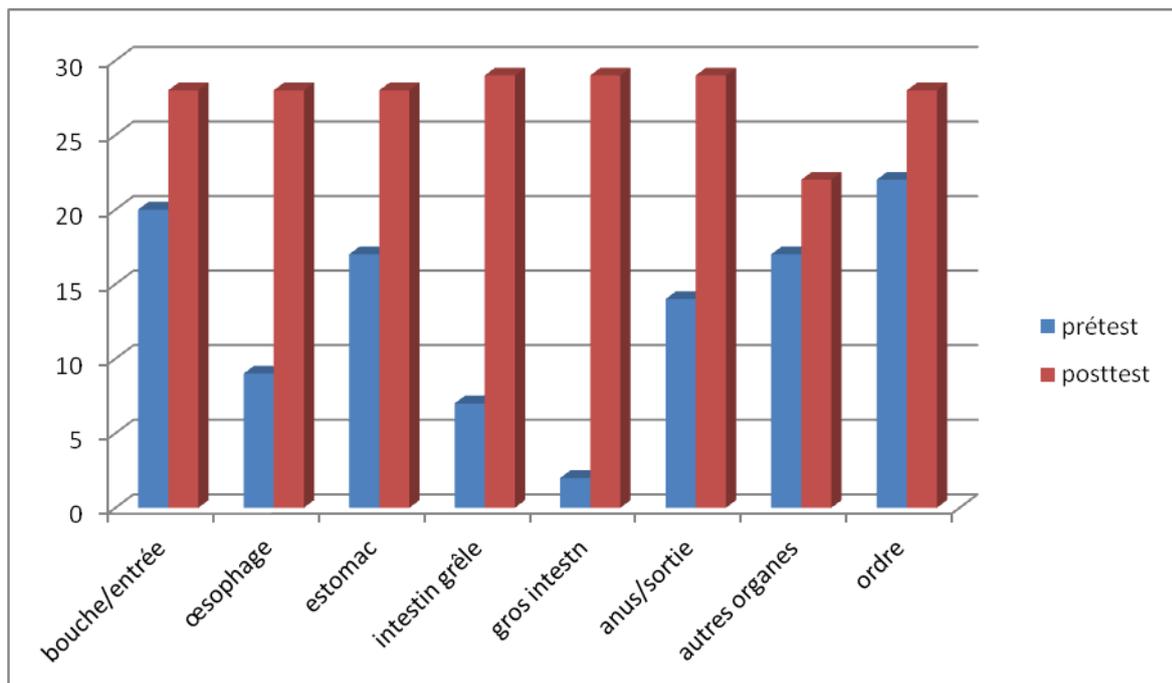
⁷ L'absorption n'appartient pas à la digestion mais nous avons décidé de le citer avec les rôles mécaniques pour des raisons pratiques.

3.1.2 Présentation générale du corpus analysé

Le recueil du corpus repose sur trois productions d'élèves : le pré-test, le post-test et l'évaluation. Le post test par sa similitude avec le pré-test permet d'évaluer l'évolution des conceptions des élèves sur le tube digestif. L'évaluation permet d'évaluer entre autres les nouvelles les connaissances acquises à savoir les actions mécaniques des organes et le rôle de la digestion.

Pour analyser l'impact de la modélisation sur l'apprentissage de la notion de digestion, il faut aussi prendre en compte les étapes intermédiaires. Pour ce faire, notre corpus sera complété par des affiches élaborées collectivement (Séance 1 et 2), par des photographies des résultats de classement et d'identification des organes du tube digestif (Séance 2), par l'analyse des différentes modélisations (séance 3 et 4) et par la retranscription des échanges verbaux entre élèves et entre élèves et enseignant (Séance 4).

3.2 Représentation du système digestif



3.2.1 Conceptions initiales: évaluation diagnostique (pré-test)

Notre séquence a débuté par la mise en place d'une évaluation diagnostique (Pré-test), portant uniquement sur la représentation du tube digestif et une explication écrite du trajet de l'aliment dans le corps. Il nous a semblé plus judicieux de nous focaliser lors des deux

premières séances sur l'acquisition par le groupe classe d'une représentation juste du tube digestif ainsi que sur le vocabulaire spécifique à utiliser afin d'aborder plus facilement la notion de transformation et de devenir de l'aliment.

Cette première séance a permis de mettre en avant les conceptions initiales des élèves sur le tube digestif et les organes qui le composent ainsi que les difficultés conceptuelles que peut poser la notion de digestion.

Nous pouvons classer ces conceptions comme suit :

Critères	Classement		Conceptions	Fréquence prétest
Trajet	1	Pas d'entrée/Pas de sortie Annexe 2a	Notons que pour trois élèves, la sortie des excréments par l'anus est à la limite de ce qui est possible de représenter. Leur schéma a donc été complété oralement et sur l'affiche du groupe	9
	2	Pas d'entrée/Une sortie Annexe 2b		2
	3	Une entrée/Pas de sortie	Les aliments s'accumulent dans le corps OU Tous les aliments passent dans les muscles	8
	4	Une entrée/ Une sortie Trajet linéaire	Le tube digestif est un tuyau conducteur étanche : tout ce qui entre ressort	9
	5	Une entrée/Trajet bifurqué/ Une sortie - Une partie va dans le corps - Une partie est rejetée Annexe 2e	Il y a un tri au niveau de l'estomac : - Les solides vont d'un côté et les liquides de l'autre OU - Les bons aliments restent dans le corps et les mauvais aliments sortent	1
Vocabulaire	1	Identification de chaque organe		0
	2	Vocabulaire manquant		24
	3	Vocabulaire erroné		5

D'après l'interprétation des réponses, douze élèves ont représenté un tube digestif avec une sortie mais deux d'entre eux n'ont pas représenté d'entrée. La bouche qui apparaît sur l'affiche du groupe 2 (Annexe 2b) a été ajoutée à la fin de l'activité pour faire en sorte que leur schéma ressemble à celui de l'équipe d'à côté. Le reste de la classe, à savoir dix-sept des

élèves (classement 1 et 3), pense que tous les aliments ingérés restent dans le tube digestif au niveau de l'estomac. Toutefois, ces données sont à nuancer car certains élèves n'ont pas osé dessiner de sortie de par sa nature (anus et excréments).

Nous constatons également l'absence de relation entre le tube digestif et le reste du corps dans la majorité des pré-tests que ce soit sur le schéma ou dans le texte explicatif indépendamment du fait qu'il y ait une sortie ou non.

Il ressort donc qu'une majorité des élèves comprennent que les aliments restent dans le corps mais leur conception du tube digestif comme système étanche limite leur compréhension du passage des aliments vers les autres systèmes du corps humain. Ils pensent que les aliments s'accumulent dans l'estomac.

Pour ceux qui ont représenté une sortie trois conceptions ressortent :

1. L'aliment entre et sort sans aucun passage des aliments dans les autres systèmes du corps
2. Les « bons » aliments restent dans le corps et les mauvais ressortent. La définition de « bon aliment » se résumant à l'idée qu'il ne fait pas de mal au corps.
3. Au niveau de l'estomac, les liquides et les solides sont séparés afin de pouvoir aller uriner et déféquer.

Les conceptions 1 et 2 ont servi d'hypothèses de départ lors des séances 3 et 4 lorsque nous avons abordé la fonction des organes et le rôle de la digestion. Lors de la mise en commun des différentes représentations, nous nous sommes attardés sur la conception 3. L'élève ayant émis cette hypothèse est considéré par le reste de la classe comme un élève leader en particulier grâce à ses nombreuses connaissances. Au regard de l'affiche créée par son équipe (annexe 2e), sa conception prédomine sur celle des autres. Il en fut de même lors de la présentation à la classe. Un temps de discussion a donc été accordé afin d'amener les élèves à comprendre qu'il n'y avait pas de distinction entre les solides et les liquides lors de la digestion. L'urine est un déchet liquide que l'on trouve dans le sang, filtrée par les reins et stockée dans la vessie avant son évacuation.

Nous pouvons aussi voir que les élèves ont su pour la plus grande partie d'entre eux représenter et nommer la bouche et l'estomac.

La représentation d'un tube (œsophage) allant de la bouche à l'estomac est quasiment présente sur tous les pré-tests mais son identification a posé plus de problèmes. Les termes de tuyau et de trachée sont apparus dans vingt des vingt-neuf schémas. Ce dernier terme

s'expliquant par le fait que la séquence précédente de sciences expérimentales traitait du système respiratoire.

L'intestin grêle est présent dans sept pré-tests mais il est majoritairement combiné avec le gros intestin. Les élèves ne marquent pas de différence entre ces deux organes.

Notre principale difficulté lors de cette séance a été de déterminer l'impact de nos interventions afin de pouvoir les réguler sur les séances suivantes. Une position plus en retrait aurait permis aux élèves de faire ressortir eux-mêmes les différences et les analogies entre les schémas proposés par les 5 équipes. Il semble que par nos questions nous ayons induit des réponses éliminant de manière illusoire certaines conceptions d'élèves.

3.2.2 Conceptions intermédiaires: Réalisation du modèle 1

La deuxième séance a permis d'élaborer avec le groupe classe un référent visuel du tube digestif (Annexe 4). Il comporte les cinq organes différenciés par la couleur ainsi que leur étiquette nom. Ces différentes parties s'assemblent sur une silhouette vierge.

Après avoir visionné un document filmique, il a été déterminé avec le groupe classe que cinq organes composaient le tube digestif. Ensuite, cinq groupes composés de cinq à six élèves avec des conceptions différentes (Annexe 2) ont été formés afin de recréer l'appareil digestif à l'aide d'un dossier documentaire comportant une radiographie de chaque organe, un texte descriptif de chaque organe, un schéma d'une dissection de lapin, un schéma conceptualisé du tube digestif.

Après le rangement des radiographies des organes du tube digestif, chaque groupe devait décrire oralement à l'enseignant le tube digestif.

Gpe	Résultat du rangement	Remarques
1	Rangement réussi 	1. Reconnaissance des cinq organes 2. Rangement réussi 3. Lien nom/image réussi

<p>2</p>	<p>Inversion entre l'intestin grêle et le gros intestin</p> 	<p>1. Reconnaissance de 3 organes sur 5</p> <p>2. Rangement réussi <i>si nous ne tenons pas compte de la confusion entre la radiographie de l'intestin grêle et le gros intestin</i></p> <p>3. Lien nom/image réussi pour 3 organes sur 5. <i>Mais le groupe est capable de nommer les 5 organes</i></p>
<p>3</p>	<p>Inversion entre l'intestin grêle et le gros intestin</p>	<p>1. Reconnaissance de 3 organes sur 5. <i>Mais, après la verbalisation à l'enseignant, le groupe a rectifié son erreur en observant le fait qu'il n'y avait pas de sortie (anus) sur la radiographie de l'intestin grêle.</i></p> <p>2. Rangement réussi</p> <p>3. Lien nom/image réussi</p>
<p>4</p>	<p>Inversion entre l'intestin grêle et le gros intestin</p>	<p>1. Reconnaissance de 3 organes sur 5</p> <p>2. Rangement réussi <i>si nous ne tenons pas compte de la confusion entre la radiographie de l'intestin grêle et le gros intestin</i></p> <p>3. Lien nom/image réussi pour 3 organes sur 5. <i>Mais le groupe est capable de nommer les 5 organes hors support visuel</i></p>
<p>5</p>	<p>Estomac non reconnu par l'ensemble du groupe Radiographie du gros intestin considéré comme celle de la bouche et celle de la bouche réduite aux dents</p> 	<p>1. Reconnaissance de 2 organes sur 5.</p> <p>2. Rangement erroné</p> <p>3. Lien nom/image erroné <i>Mais le groupe est capable de nommer les 5 organes hors support visuel</i></p>

Après la recherche documentaire, quatre groupes sur cinq semblent avoir une bonne représentation du tube digestif. La confusion entre la radiographie de l'intestin grêle et du gros intestin a vite été rectifiée lors de la mise en commun.

Le groupe 5 a apparemment de la difficulté à se représenter la forme de chaque organe ainsi que leur enchainement dans le tube digestif.

Par contre, le nom de chaque organe est connu par l'ensemble de la classe.

La confusion entre les radiographies met en avant l'importance du choix des supports de travail en amont de la séance. Nous avons porté une attention particulière à tous les documents présentés aux élèves afin qu'ils soient le plus clairs et le plus précis possible et surtout adaptés à leur niveau. La distinction entre l'intestin grêle et le gros intestin est plus de l'ordre des connaissances anatomiques de notre corps que d'une mauvaise représentation.

Le fait qu'un groupe ait eu de la difficulté à réaliser l'activité, conduit à s'interroger sur le choix des compositions d'équipes. Nous avons privilégié à ce moment la rapidité de mise en place en mettant ensemble les élèves assis côté à côté. Il semblerait plus pertinent de composer des équipes aux conceptions initiales divergentes afin de faciliter les débats entre pairs permettant ainsi à chaque élève de confronter ses propres conceptions à celles des autres.

Lors de la mise en commun, le lien entre les hypothèses recueillies en séance 1 et le travail d'étude des documents n'a pas été exploité suffisamment. Certains élèves ont pu avoir de la difficulté à saisir l'intérêt de cette activité.

3.2.3 Conceptions finales : évaluation sommative (Post-test)

La dernière séance nous a permis d'évaluer les connaissances acquises par chaque élève ainsi que l'évolution de leurs conceptions initiales.

	Critères	Fréquence posttest
TRAJET	Pas d'entrée/sortie	1
	Entrée/pas de sortie	3
	Entrée/sortie	25
VOCABULAIRE	Identification de chaque organe	27
	Vocabulaire manquant	2
	Vocabulaire erroné	2

D'après l'interprétation des réponses, 25 élèves sur 29 ont représenté correctement le tube digestif et seulement deux élèves n'ont pas réussi à nommer tous les organes. Notons que pour ces deux élèves, l'un d'entre eux n'était pas présent à la séance 4 et que le deuxième est

un élève primo arrivant ne parlant quasiment pas le français. Son posttest et son évaluation ont donc été faits par dictée à l'adulte.

Durant cette séquence, l'affiche de référence du schéma du tube digestif est restée en permanence à la vue des élèves sauf durant le posttest et l'évaluation. Elle a permis à chaque début de séance de réactiver les connaissances des élèves lors d'activités diverses (reconstruction du tube digestif, identification des organes). De plus, lors de chaque modélisation pendant les séances 3 et 4, un retour constant entre le matériel utilisé et la réalité a permis d'établir un lien entre la représentation de la modélisation et un support visuel simplifié proche de la réalité.

Conclusion :

La grande majorité des élèves a donc acquis une représentation correcte du tube digestif, à savoir un système composé de 5 organes ordonnés (bouche, œsophage, estomac, intestin grêle et gros intestin) et reliés entre eux (Annexe 1).

Ils savent pour 27 d'entre eux identifier et nommer chaque organe de ce système.

Le pourcentage des élèves ayant omis de dessiner la bouche ou l'anus est à relativiser. Il faut en effet considérer qu'une représentation schématique précise d'un système est complexe. Les élèves n'ont pas encore acquis toutes les compétences nécessaires pour cette activité. Nous pouvons donc penser que ces erreurs ne sont pas uniquement liées à une mauvaise représentation du système digestif mais plutôt à un manque de précision dans les schémas. D'ailleurs le texte explicatif l'accompagnant appuie cette analyse étant donné que chaque élève mentionne la défécation. Cependant, il est impossible de savoir précisément les causes exactes des ces erreurs. Est-ce que l'image mentale du tube digestif n'est pas tout à fait acquise ou est-ce dû à un manque de précision dans la réalisation du schéma ?

3.3. Le fonction mécanique des organes

Les deux séances précédentes prenaient appui sur une démarche d'investigation passant par la recherche documentaire afin d'amener les élèves à une représentation correcte du tube digestif.

Au début de la séance 3, il était acquis par le groupe classe que les aliments entraient par la bouche et que des excréments (aliments transformés) sortaient par l'anus. Nous avons donc questionné oralement les élèves à partir de deux conceptions initiales recueillies lors de la séance 1 :

1. L'aliment entre et sort sans aucun passage dans les autres systèmes du corps
2. Les « bons » aliments restent dans le corps et les mauvais ressortent.

Nous avons fait le choix d'établir immédiatement la notion que la digestion a pour rôle de permettre le passage des aliments dans le sang. Ce choix repose sur le fait que cette notion nous a semblé difficile à concevoir pour les élèves. Les échanges lors de la séance 1 le confirmaient puisque de nombreux élèves avaient une conception du tube digestif étanche (Conception résistante pour certains comme nous le verrons par la suite).

Une fois cette notion établie, la question était donc de savoir comment un grain de raisin pouvait passer de notre bouche à nos vaisseaux sanguins. La conception 2 est venue la compléter.

Après que les élèves eurent émis des hypothèses, il a été convenu qu'il serait intéressant de pouvoir voir ce qui se passe à l'intérieur de notre corps.

Les séances 3 et 4 avaient comme objectif particulier de permettre aux élèves de visualiser et de comprendre les fonctions mécaniques de chaque organe. Nous avons divisé en quatre temps distincts ces séances. Chaque temps correspond à la modélisation des actions des organes :

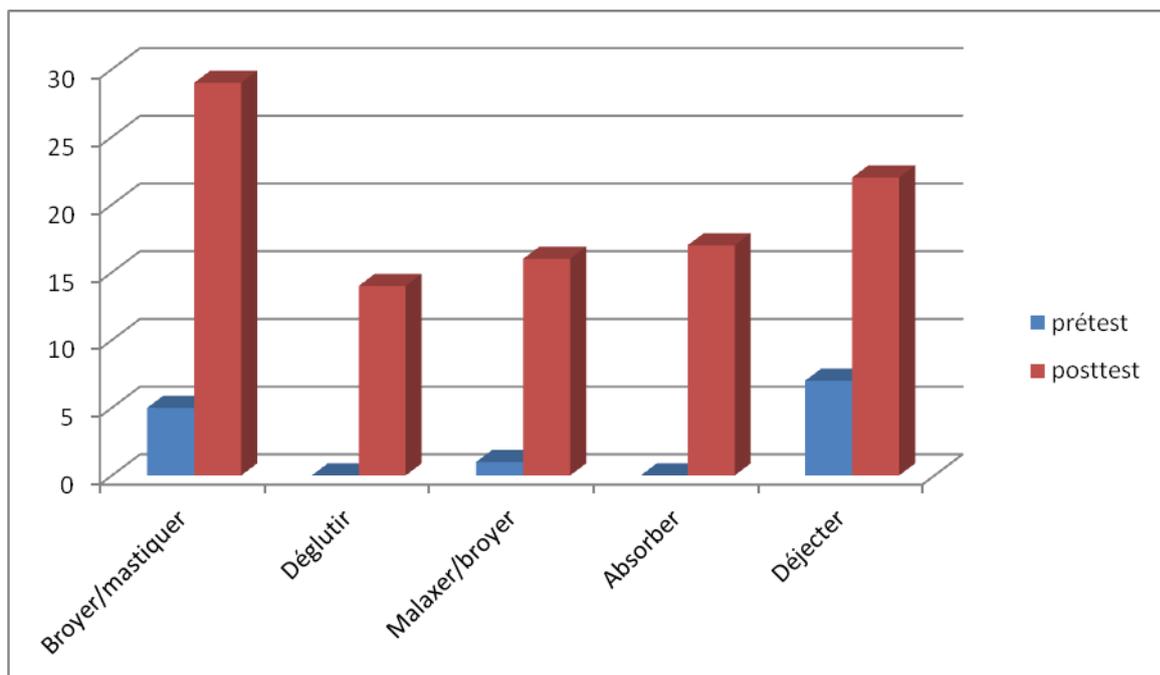
- Temps 1 : M2, mastication et broyage dans la bouche (Annexe 5)
 - Temps 2 : M3, déglutition dans l'œsophage (Annexe 6)
 - Temps 3 : M4, brassage dans l'estomac (Annexe 7)
 - Temps 4 : M5, absorption et déjection dans l'intestin grêle et dans le gros intestin (Annexe 8)
- Seule la modélisation de déglutition a été abordée par une démarche d'investigation. Après une discussion entre les élèves du groupe classe, l'idée que l'œsophage était un tube rigide

(conception initiale) a été adoptée. Le problème posé par la possibilité de manger en position allongée a amené les élèves à faire évoluer leur conception de départ.

Les trois autres modélisations ont essentiellement servi à permettre aux élèves de voir les actions mécaniques des autres organes. Les modélisations M2 et M4 ne présentaient pas a priori de difficultés majeures. L'accent a donc plus porté sur la mise en lien des termes spécifiques (mastication, broyage, brassage) avec les actions et les organes correspondants.

La difficulté de la notion d'absorption et les contraintes temporelles ont limité notre marge de manœuvre pour le quatrième temps. La modélisation 5 combinant plusieurs notions importantes et génératrices de validation des hypothèses de départ, a été expliquée aux élèves. Ils devaient donc uniquement réaliser la modélisation comme nous leur indiquions.

Voici les résultats obtenus lors de l'évaluation de la dernière séance :



Les actions mécaniques de la digestion sont prises en compte dès le pré-test même si les questions n'induisaient pas ce type de réponses. En effet, au pré-test, certains élèves ont tout de même fait émerger certaines actions des organes dans leur texte explicatif.

Voici le tableau récapitulatif des réponses des élèves lors de l'évaluation sommative concernant les actions mécaniques de chaque organe :

Critères	Classement		Conceptions	Fréquence posttest
Actions mécaniques	1	Broyer/Mastiquer	Tous les élèves ont explicité cette action avec différents verbes. L'action mécanique des dents semble complètement assimilée.	29
	2	Déglutir	Le verbe a été souvent utilisé mais sa corrélation avec l'œsophage était souvent lacunaire.	14
	3	Malaxer/Brasser	De nombreuses confusions sont apparues entre l'action des dents et l'action de l'estomac. Certains ont attribué ces deux actions aux dents et n'ont donc pas mis en évidence d'action mécanique liée à l'estomac.	16
	4	Absorber		17
	5	Déjecter	Nous avons comptabilisé ici tous les verbes dont le sens vise le rejet des déchets. Malgré une représentation massive de l'anus, sept élèves n'ont pas formulé son action.	22

Les résultats obtenus pour les critères 1 et 5 (broyer-mastiquer, déjecter) sont nettement supérieurs aux trois autres critères. Comme nous l'avons souligné précédemment, ces deux actions sont visibles ce qui peut faciliter leur acquisition par les élèves. Les autres critères montrent des résultats moyens. Cependant, nous pouvons noter une progression forte en comparaison avec les pré-tests (comparaison à relativiser car notions non demandées initialement)

Malgré les modélisations d'actions mécaniques correspondant à chacun des organes, les élèves n'ont pas restitué toutes ces actions. En effet, quatorze élèves ne font pas la correspondance entre les organes et leur fonction spécifique.

Les actions de déglutir et d'absorber sont des notions complexes. La compréhension d'un vocabulaire nouveau ainsi que la complexité du phénomène aurait nécessité semble-t-il un approfondissement plus important lors des séances. La contrainte du stage nous a effectivement conduits à enchaîner deux modélisations par séance. La surcharge cognitive induite par le contexte peut être prise en considération comme facteur limitant l'acquisition de savoirs nouveaux.

L'action mécanique liée à l'estomac a souvent été confondue avec l'action des dents. Nous pouvons supposer que cette erreur est due à la proximité sémantique des verbes utilisés : broyer et brasser.

Le contenu des connaissances abordées dans ces deux séances mêle plusieurs concepts difficiles pour les élèves. En effet, seules les actions ressenties et visibles par eux semblent avoir été acquises. Les actions mécaniques liées aux organes non visibles (œsophage, estomac, intestins) nécessitent une abstraction parfois difficile d'accès pour certains élèves. La modélisation apparaît donc ici comme un outil permettant aux élèves d'accéder à un fonctionnement du corps humain non visible. Mais pour être pertinente, la modélisation doit être sans cesse reliée à la réalité et le choix du matériel doit être adéquat.

Ainsi pour chaque modélisation, nous avons porté une attention particulière à la corrélation entre le modèle et la réalité. Ce travail est essentiel pour permettre de donner du sens à la manipulation. Les échanges entre enseignant et élèves et entre pairs sont déterminants pour éviter toute confusion. A partir de ce principe, à chaque modélisation, nous passons dans les groupes afin d'amener les élèves à faire ce lien grâce à une verbalisation précise des différentes actions modélisées. Le groupe de travail permettait une régulation instantanée des erreurs émises par un élève du groupe (Annexe 9).

De même, le matériel utilisé pour les modélisations peut avoir son importance. Il semble que l'utilisation du même collant pour représenter l'œsophage, l'intestin grêle et le gros intestin induit en erreur sept élèves lors de l'évaluation. Ils ont apparemment amalgamé ces organes et donc leur action : la notion d'absorption est reliée soit au niveau de l'œsophage soit au niveau du gros intestin (Voir réponse à la question 2 dans l'annexe 10b).

Conclusion :

Pour la majorité des élèves les actions mécaniques de la bouche et de l'anus sont assimilées. Les difficultés apparaissent pour les autres organes. Lors de l'évaluation, nous pouvons noter de nombreux oublis et confusions des actions mécaniques liées à l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle et au gros intestin

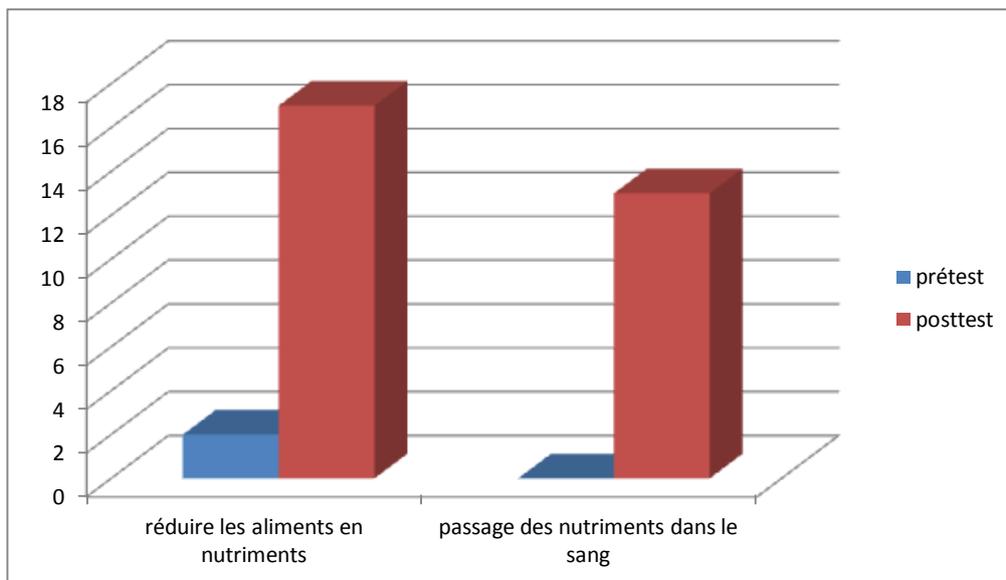
Plusieurs facteurs semblent pouvoir l'expliquer :

- **Un contexte contraignant : peu de temps disponible pour les séances**
- **Un choix de matériel trop similaire entre les organes**

Cependant lors de l'utilisation de ces modélisations, les élèves ont pu visualiser toutes les actions des organes et les verbaliser correctement lors de divers échanges.

Ces notions d'actions mécaniques étant nouvelles pour la majorité de la classe, nous pouvons tout de même dire malgré des résultats modestes que la modélisation a permis de poser des jalons non négligeables pour des acquisitions futures.

3.4 Le rôle de la digestion



Dans les séances 3 et 4, nous avons abordé la réduction des aliments à travers les modélisations M2 sur la mastication des dents, M3 sur l'œsophage et M4 sur l'estomac. La séance 4, et plus précisément le modèle M5 concernant les intestins, nous a permis de confronter les élèves au passage des aliments dans le sang au niveau de l'intestin grêle. Nous avons choisi d'affirmer le fait que la digestion permet d'acheminer les nutriments dans les différentes parties du corps. Une discussion courte s'était établie sur la nécessité de réduire l'aliment (le morceau de pomme ne se peut pas circuler dans le sang sans être réduit). Nous nous sommes attachés à faire manipuler les modèles le plus possible aux élèves. Nous fournissions aux élèves du matériel à utiliser et nous n'avons pas interrogé les élèves sur le choix du matériel. Nous avons considéré que le rôle de la digestion devait être précisé préalablement aux élèves pour donner du sens à leurs apprentissages.

Le rôle de la digestion est primordial pour que les élèves puissent donner du sens au concept de la digestion. En effet, la digestion permet la réduction des aliments en nutriments. Ceux-ci sont amenés à passer dans le sang afin d'être acheminés dans tout le corps.

Les élèves avaient émis l'hypothèse lors de la séance 1 du tri du « bon » ou « mauvais » aliment lors de la digestion. Nous avons choisi de traiter ce point à travers un exemple. Pour cela, nous avons discuté autour de l'histoire de Blanche Neige qui ingère une pomme empoisonnée. Après la modélisation 5, nous avons fait remarquer aux élèves que le corps n'était pas capable de déterminer la qualité des aliments avec l'appui du poison pour illustrer. Le groupe classe a conclu que seule la taille de l'aliment déterminait ou non son passage dans le sang.

La notion de réduction des aliments en nutriments a été formulée par un seul élève lors du pré-test. En ce qui concerne le passage des nutriments dans le sang, aucun élève n'a précisé cette fonction.

Voici les réponses que nous avons trouvées lors de l'évaluation :

Critères	Classement		Conceptions		Fréquence posttest
Réduction des aliments en nutriments	1	Utilise le terme de nutriments	Avec passage dans le sang	Dans l'intestin grêle Annexe 10a	9
				Dans un autre organe Annexe 10b	3
			Sans passage dans le sang	Dans l'intestin grêle	2
				Dans un autre organe	2
	2	Utilise les termes petits ou gros morceaux	Avec passage dans le sang	Dans l'intestin grêle Annexe 10c	0
				Dans un autre organe	2
			Sans passage dans le sang	Dans l'intestin grêle	2
				Dans un autre organe	0
	3	Absence de toute notion Annexe 10d	Les élèves ne mentionnent aucun changement de taille de l'aliment ni de passage dans le sang		9
	Passage des nutriments dans le sang	1	Notion de passage correct Annexe 10a et 10c	Les élèves explicitent clairement la notion et pour certains, ils formulent l'idée de fournir de l'énergie aux muscles	
2		Notion de passage mais dans le mauvais organe Annexe 10b	Les élèves ont attribué le critère soit au niveau de l'estomac, du gros intestin ou de l'œsophage		5
3		Notion confuse	La notion est exprimée mais elle n'est pas exprimée de façon explicite : absence d'organe de passage, vocabulaire peu précis.		3
4		Pas de notion de passage Annexe 10d	La notion n'est pas exprimée		12

Le rôle de la digestion comme les actions mécaniques des organes sur les aliments est une notion complexe.

En effet, vingt élèves semblent avoir compris que l'aliment était réduit le plus possible grâce aux actions mécaniques des différents organes. Le terme nutriment, vocabulaire nouveau, est employé par dix-sept élèves.

Parmi les vingt élèves exprimant la réduction de l'aliment, un tiers d'entre eux (7 élèves) n'attribue pas à l'intestin grêle le rôle de l'absorption.

Pour les élèves ayant situé l'absorption dans le gros intestin, nous supposons que la modélisation M5 a certainement facilité la confusion. En effet, le collant utilisé représentait à la fois l'intestin grêle et le gros intestin sans distinction entre les deux.

Dans notre modélisation, les éléments suffisamment petits pour traverser le collant étaient recueillis dans un récipient. Le lien entre le récipient et les vaisseaux sanguins n'a pas été établi. Nous aurions pu envisager l'utilisation d'un fil de laine rouge afin de modéliser les vaisseaux sanguins. Avec l'humidification de la laine, la compréhension du passage de l'intestin grêle au sang aurait sans doute été plus explicite.

Nous pensons aussi que la question 3 de l'évaluation (Annexe 10) ne permet pas d'évaluer précisément si les nouvelles notions sont acquises. En effet, plusieurs aspects de cette question peuvent poser problème. Tout d'abord, la consigne était dirigée vers les transformations de l'aliment dans chaque organe. Il aurait été plus judicieux de demander les actions mécaniques que subissait l'aliment dans les différents organes et dans une autre question, quel est le rôle de la digestion. Lors du passage de l'évaluation, nous nous sommes rendu compte de la discordance entre notre question et nos attentes. Nous avons donc demandé oralement aux élèves de compléter leur réponse. Ils devaient expliquer pourquoi l'aliment subissait toutes ces transformations. Nous pouvons aisément imaginer que cette situation ne fut pas propice à l'obtention des meilleurs résultats.

Ensuite, le choix des mots clés donnés aux élèves n'était pas des plus pertinents. Le vocabulaire spécifique sélectionné mélangeait les termes des actions mécaniques avec celui du rôle de la digestion. Cette difficulté aurait pu être évitée si nous avions posé deux questions distinctes. De plus, il aurait été plus judicieux de donner les cinq actions mécaniques (broyer, déglutir, brasser, absorber, déjecter) plutôt que les quatre données, d'autant que pour la bouche deux actions lui étaient attribuées (mastiquer et broyer). En ce qui concerne le rôle de la digestion (à savoir transformer l'aliment en nutriment pour permettre le passage dans le sang), l'emploi du mot nutriment dans les réponses des élèves ne permet pas d'évaluer si l'élève a assimilé le sens de ce terme et sa fonction étant donné que ce terme était proposé et que la question était mal formulée.

En voulant faciliter la tâche de rédaction des élèves en leur par la proposition des mots clés, il semblerait que nous ayons pu induire des confusions accentuées par une mauvaise consigne.

Conclusion :

Face à des conceptions initiales fortes, la modélisation ne semble pas suffisante pour amener tous les élèves à un changement de représentation. L'idée prégnante de l'intestin grêle comme tuyau étanche amenant les aliments au gros intestin puis à l'anus reste forte. Malgré l'utilisation de matériel poreux (collant) pour représenter l'intestin grêle, il est considéré comme un tuyau de « type plomberie » étanche ne permettant donc pas d'envisager un passage dans le sang.

De plus, les contraintes soulevées dans la partie précédente traitant des actions mécaniques (temps, matériel) sont également à prendre en considération.

La modélisation 5 pourrait être divisée en deux afin de limiter la confusion entre l'intestin grêle et le gros intestin. Cela permettrait aussi de mettre plus d'emphasis sur les notions de nutriment et d'absorption, notions clés de cette séquence. Il paraît évident que la discussion en début de séance 3 posant le postulat que les aliments passent dans le sang n'a pas suffi à l'acquisition de cette notion par l'ensemble de la classe et le peu de temps accordé à la modélisation n'a pu la faire évoluer pour la majorité des élèves.

CONCLUSION

La mise en œuvre de cette séquence nous permet de conclure que la modélisation est un outil efficace quant à la construction des connaissances en sciences au cycle 3.

L'étude du corps humain ne permettant pas de travailler directement sur le réel, elle nécessite un niveau d'abstraction pour se représenter le phénomène étudié qui n'est pas toujours complètement acquis en cycle 3. Nous avons donc fait le choix de modéliser chaque étape de la digestion en nous limitant aux actions mécaniques afin de ne pas créer une surcharge cognitive face à l'ampleur des concepts à comprendre. Toutefois, même si notre apprentissage prenait appui essentiellement sur les différentes modélisations de la digestion, il était important de faire un lien constant entre le modèle (modélisation 2, 3, 4 et 5) et la représentation simplifiée de la réalité (modélisation 1). Un temps important a été consacré à la verbalisation de chaque étape des modélisations. Ainsi l'élève pouvait s'approprier le vocabulaire spécifique et saisir le lien entre ses diverses manipulations et la digestion. Les élèves devaient donc être acteurs de leur assimilation des connaissances par un important investissement initié par celui de l'enseignant.

Malgré les limites que le contexte de stage induit, les résultats en termes d'acquisition sont satisfaisants. Alors que les élèves avaient une connaissance erronée ou absente de la représentation du tube digestif au début de la séquence, la quasi-totalité des élèves est parvenue à le schématiser correctement et à identifier les organes le composant. La fonction de chacun et le rôle de la digestion, notions quasiment inexistantes dans le pré-test, sont notifiés dans plus de la moitié des évaluations en fin de séquence. Même si sur l'ensemble des connaissances, certaines sont en cours d'acquisition, d'autres semblent cependant installées permettant ainsi de mieux comprendre le système. Il serait d'ailleurs intéressant de connaître la persistance de ces acquisitions sur le long terme. En outre, nous avons pu observer une grande motivation des élèves avec un intérêt constant pour les différentes activités proposées et par une participation active lors des échanges oraux en groupe classe ou en groupe de travail.

Si nous devions refaire cette séquence, nous diviserions la séquence en plus de séances. Effectivement, la séance 4 de par la quantité de notions à acquérir (fonction de brassage dans l'estomac, notion de nutriment, absorption des nutriments, défécation) n'a pas permis à l'ensemble des élèves d'acquérir précisément les connaissances sur le rôle des trois derniers organes et surtout de saisir le rôle de la digestion, à savoir le passage des nutriments

dans le sang. Cette contrainte temporelle a de plus conduit à une simplification trompeuse lors de la modélisation 5 de l'intestin grêle et du gros intestin ne permettant pas de mettre en avant clairement le passage des nutriments dans le sang.

La modélisation apparaît donc au regard de cette analyse comme un outil pertinent dans la mesure où celle-ci est préalablement réfléchie. Les contraintes matérielles et temporelles sont aussi à prendre en compte dans sa mise en œuvre. Mais de toute évidence, il ressort en termes d'acquisition, que cet outil semble amener les élèves à saisir des concepts non visibles ou abstraits dans un contexte de classe.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

GUICHARD, Jack, *Observer pour comprendre les sciences de la vie et de la Terre*, Paris : Hachette livre, 1998

COQUIDÉ, Maryline et LE MARECHAL Jean-François, Modélisation et simulation dans l'enseignement scientifique : usages et impacts dans *Aster*, n°43, p7-16, 2006

BODUR, Berkta et GUICHARD Jack, Simuler un phénomène biologique dans *Aster*, n°43, p7-16, 2006

CANTOR, Maryline et LANGE, Jean-Marc et MARTINET, Isabelle, *De la découverte du monde à la biologie aux cycles II et III*, Paris : Nathan pédagogie, 1996

EQUIPE INRP/LIREST, *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*, Paris : INREP, 1992

Sites internet

<http://www.ecolenumerique.tn/?p=9637>

<http://www.fondation-lamap.org/>

<http://www.lesite.tv/>

<http://crdp.ac-paris.fr/L-experimentation-scientifique-aux>

http://www.perigord.tm.fr/~ecole-scienc/pages/activite/corps_humain/visu_module.php?domaine=corps_humain&titre_module=La%20digestion&activite=activite&corps_humain=corps_humain

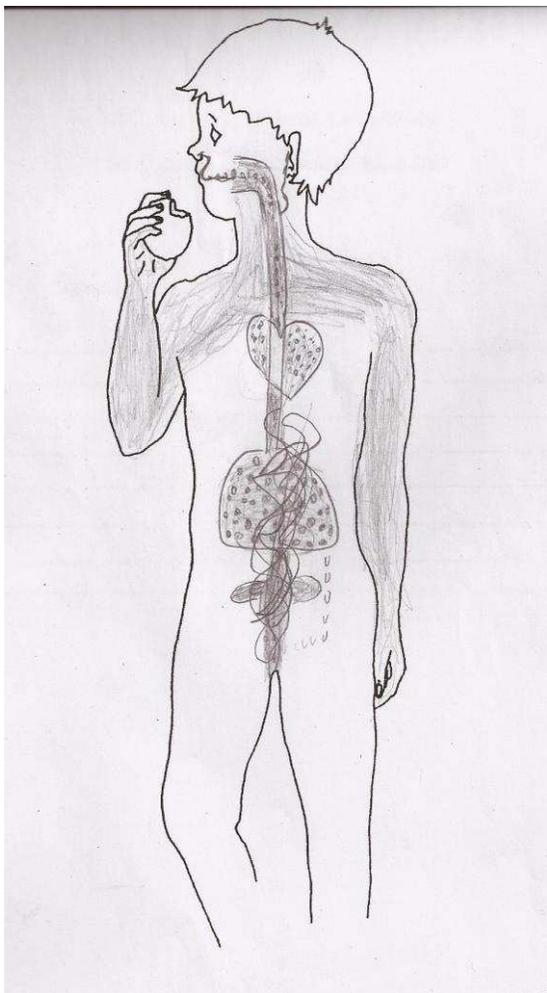
http://www.youtube.com/watch?v=2_76Sso5UtE

ANNEXES

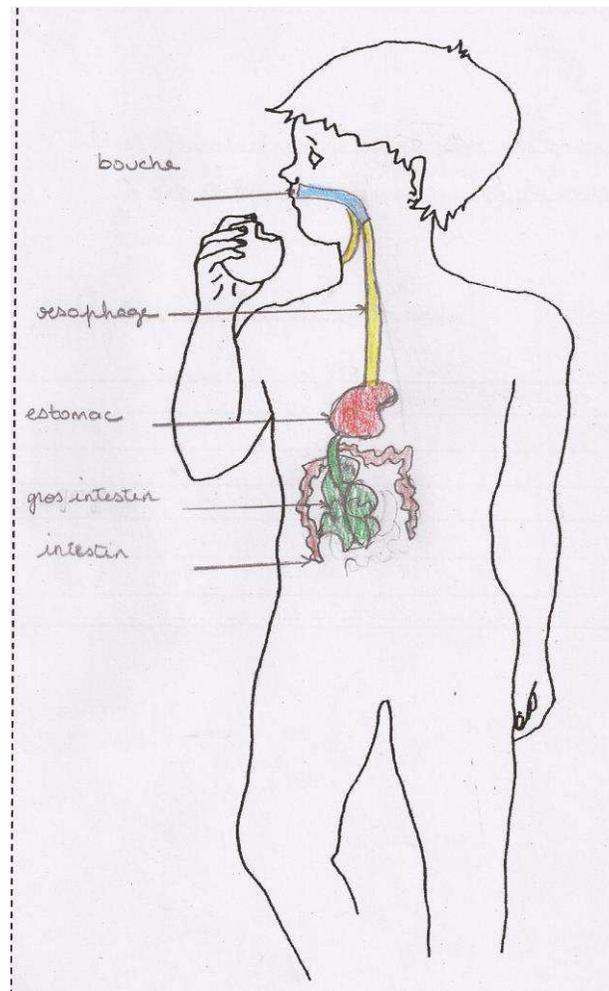
Annexe	Titre
Annexe 1	Fiches pré-test et postest
Annexe 2	Conceptions initiales des élèves (une affiche par groupe)
Annexe 3	Dossier documentaire sur le tube digestif
Annexe 4	Modélisation 1 : schéma du tube digestif
Annexe 5	Modélisation 2 : la mastication
Annexe 6	Modélisation 3 : la déglutition
Annexe 7	Modélisation 4 : le brassage
Annexe 8	Modélisation 5 : l'absorption et la déjection
Annexe 9	Retranscription des échanges entre l'enseignant et les élèves et entre pairs lors de la séance 4
Annexe 10	Évaluation

Annexe 1: Fiche pré-test et posttest

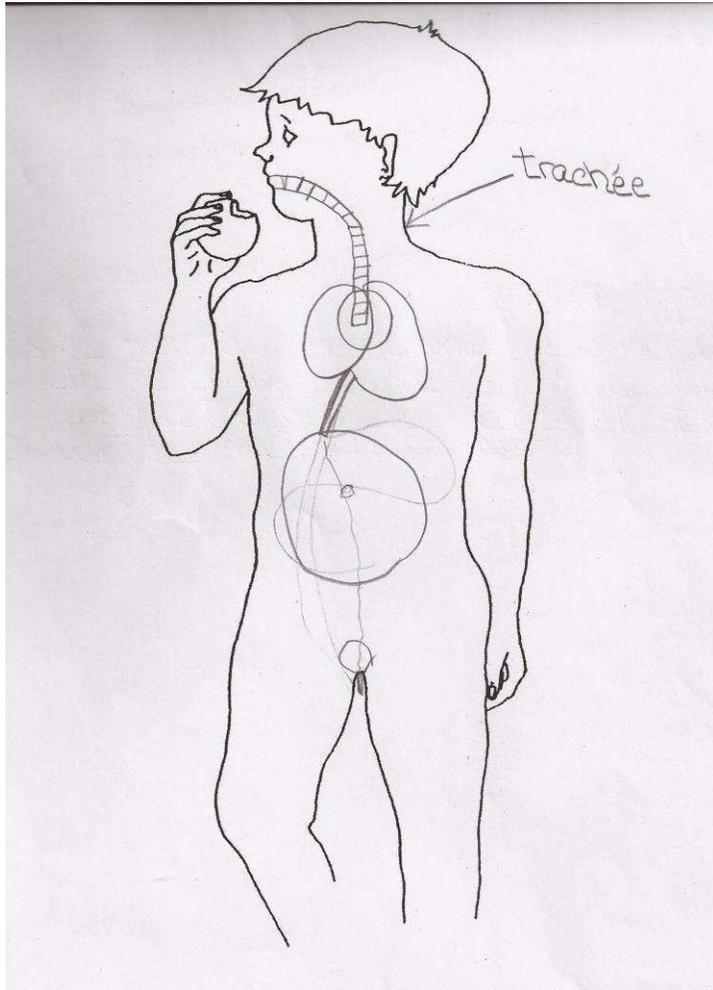
Annexe 1a : Fiche pré-test



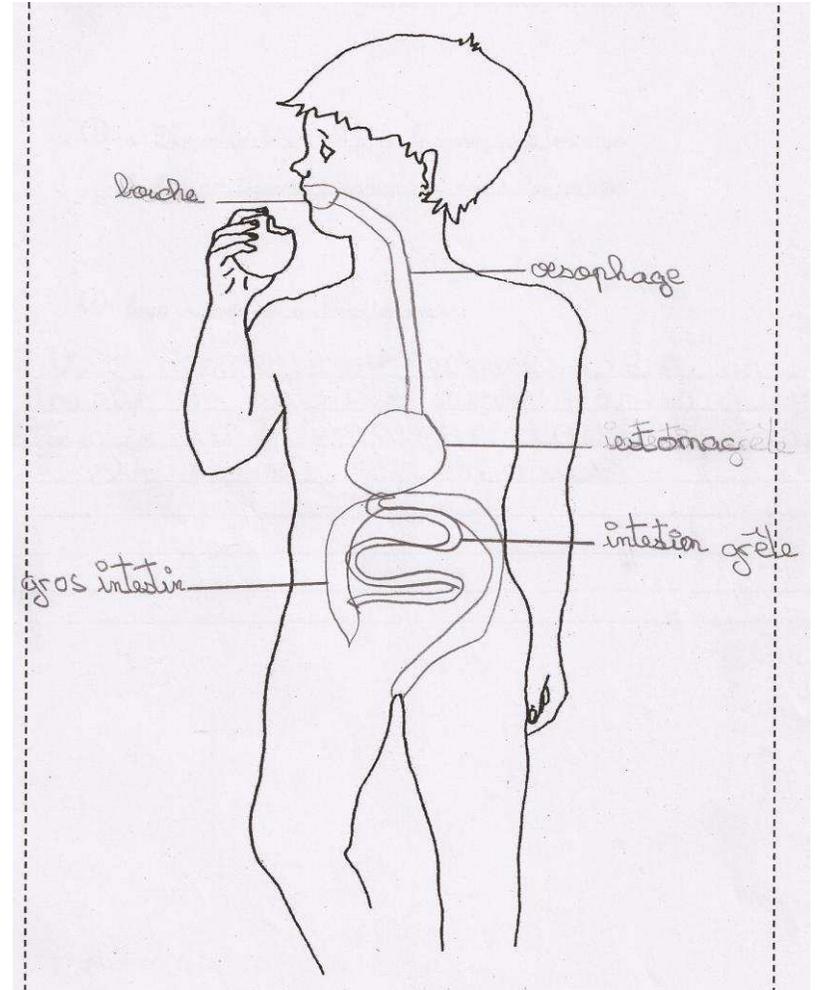
Annexe 1a : Fiche posttest



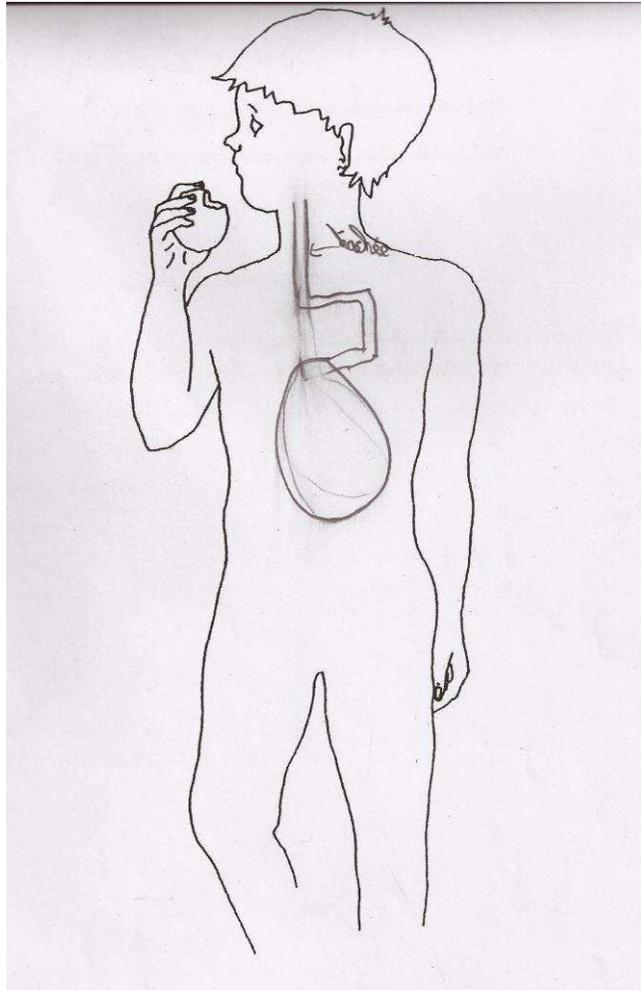
Annexe 1b : Fiche pré-test



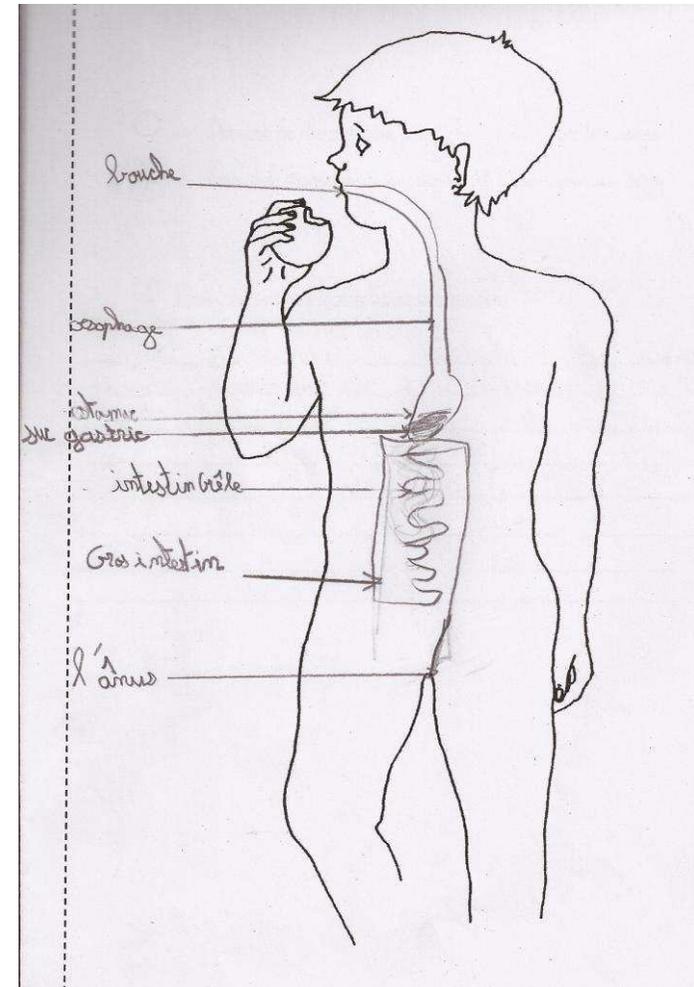
Annexe 1b : Fiche posttest



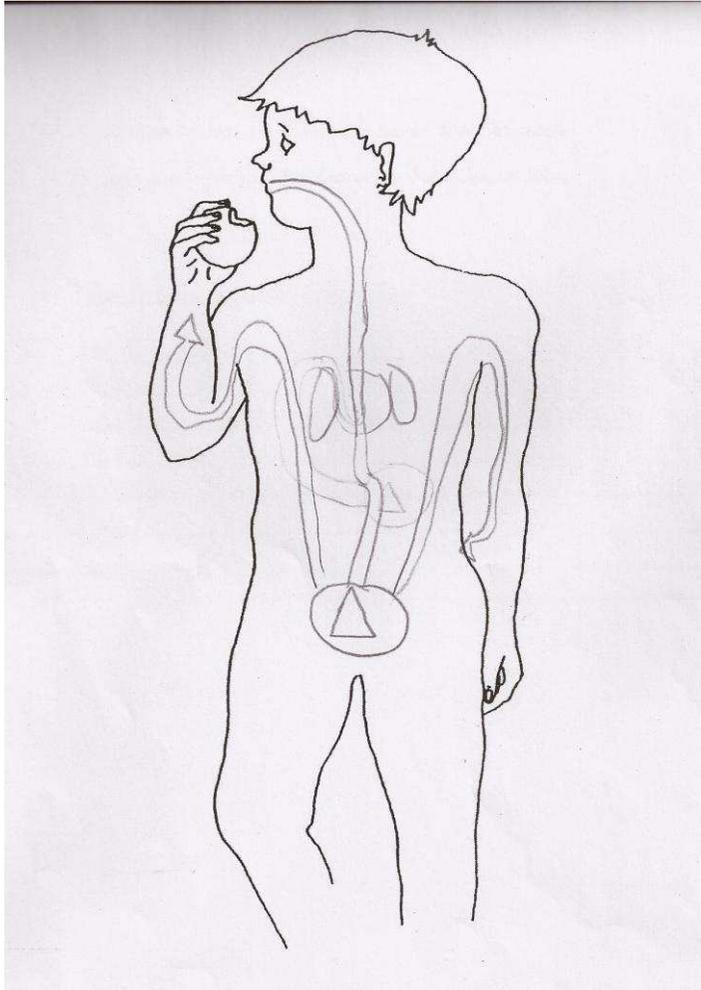
Annexe 1c : Fiche pré-test



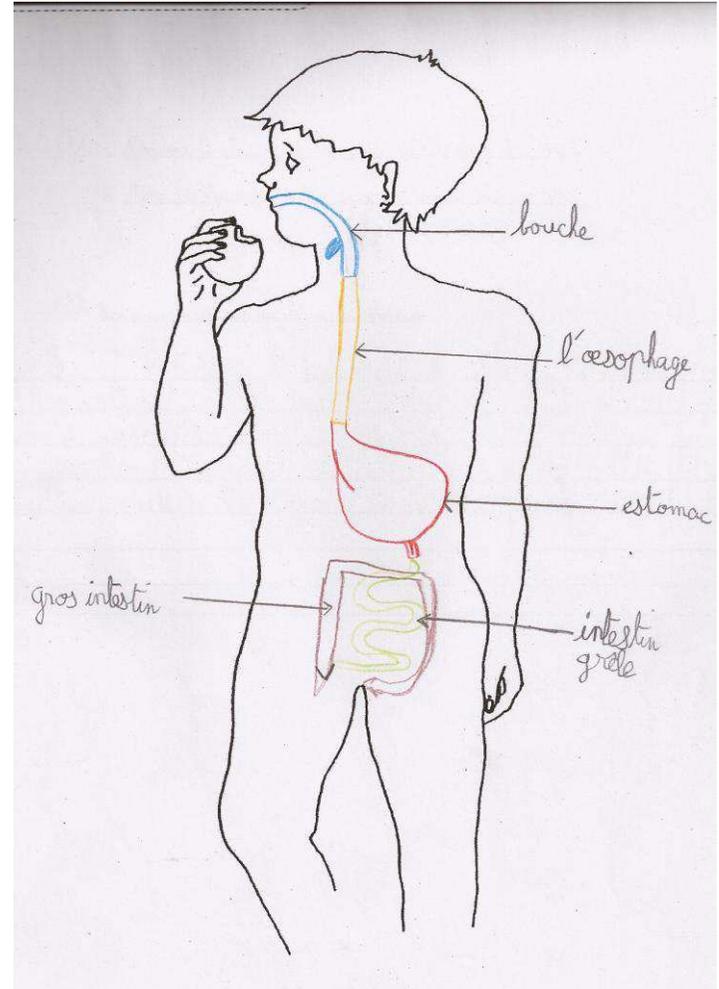
Annexe 1c : Fiche posttest



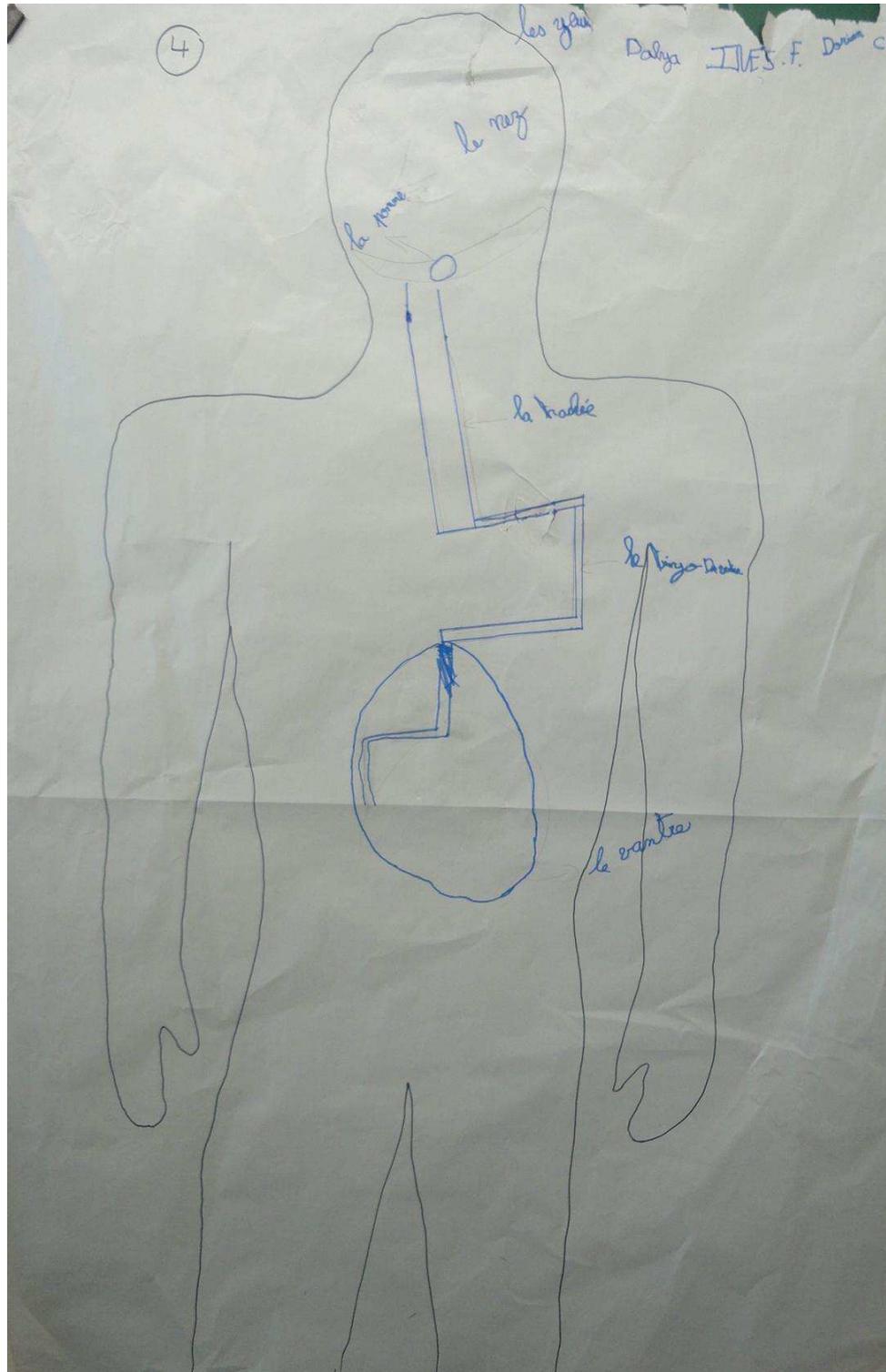
Annexe 1d : Fiche pré-test



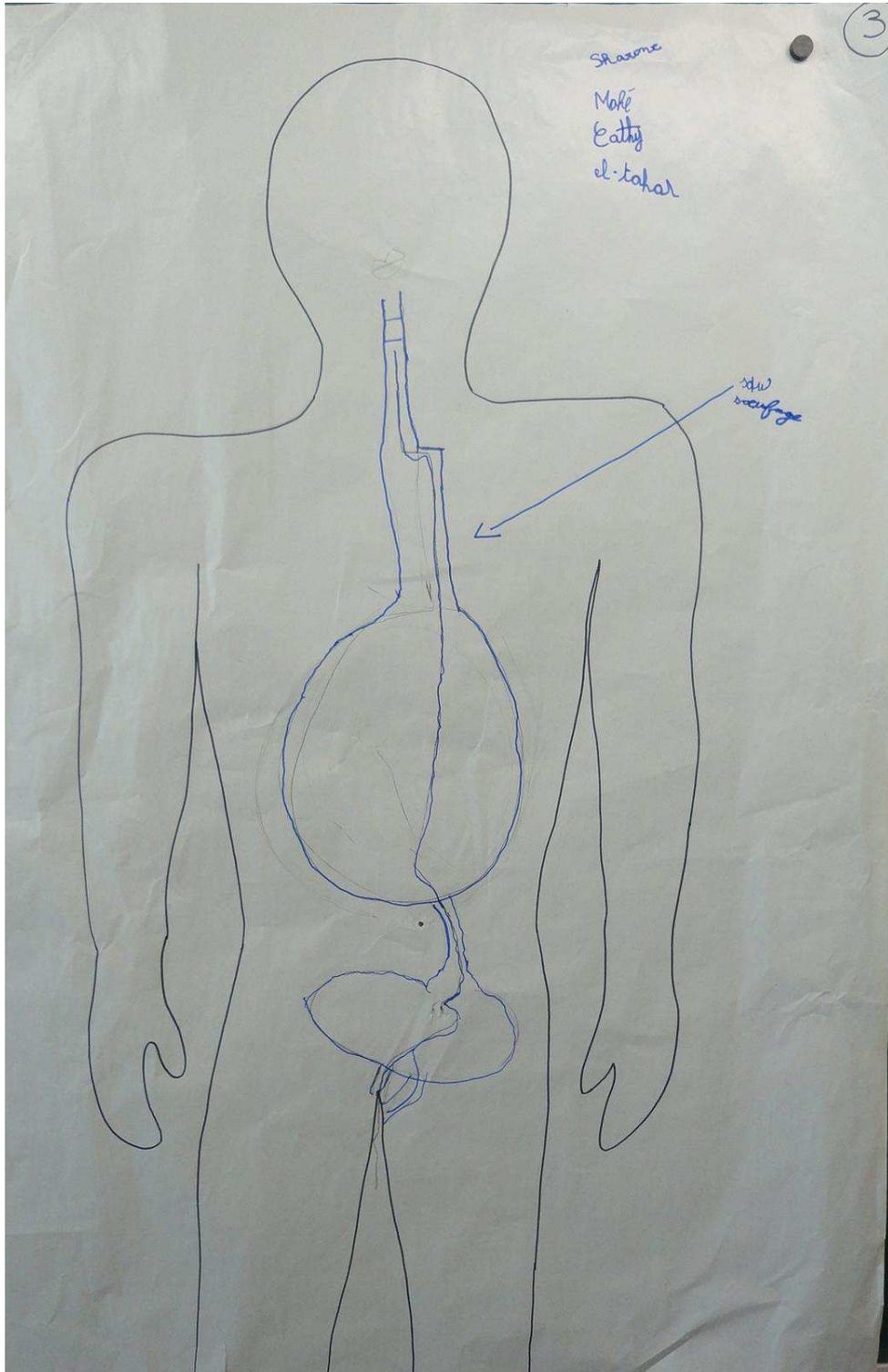
Annexe 1d : Fiche posttest



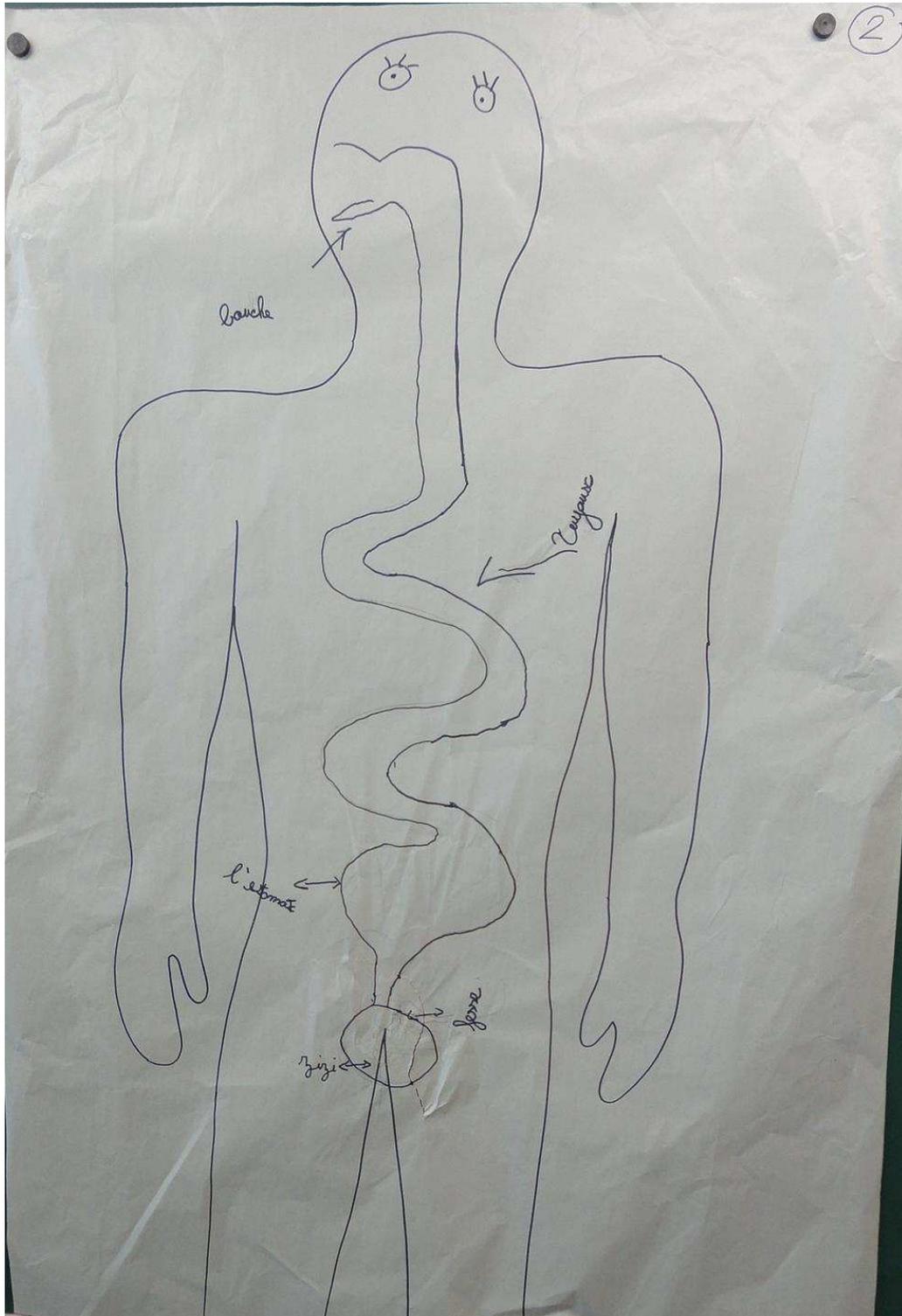
Annexe2a: Conceptions initiales des élèves (groupe 1)



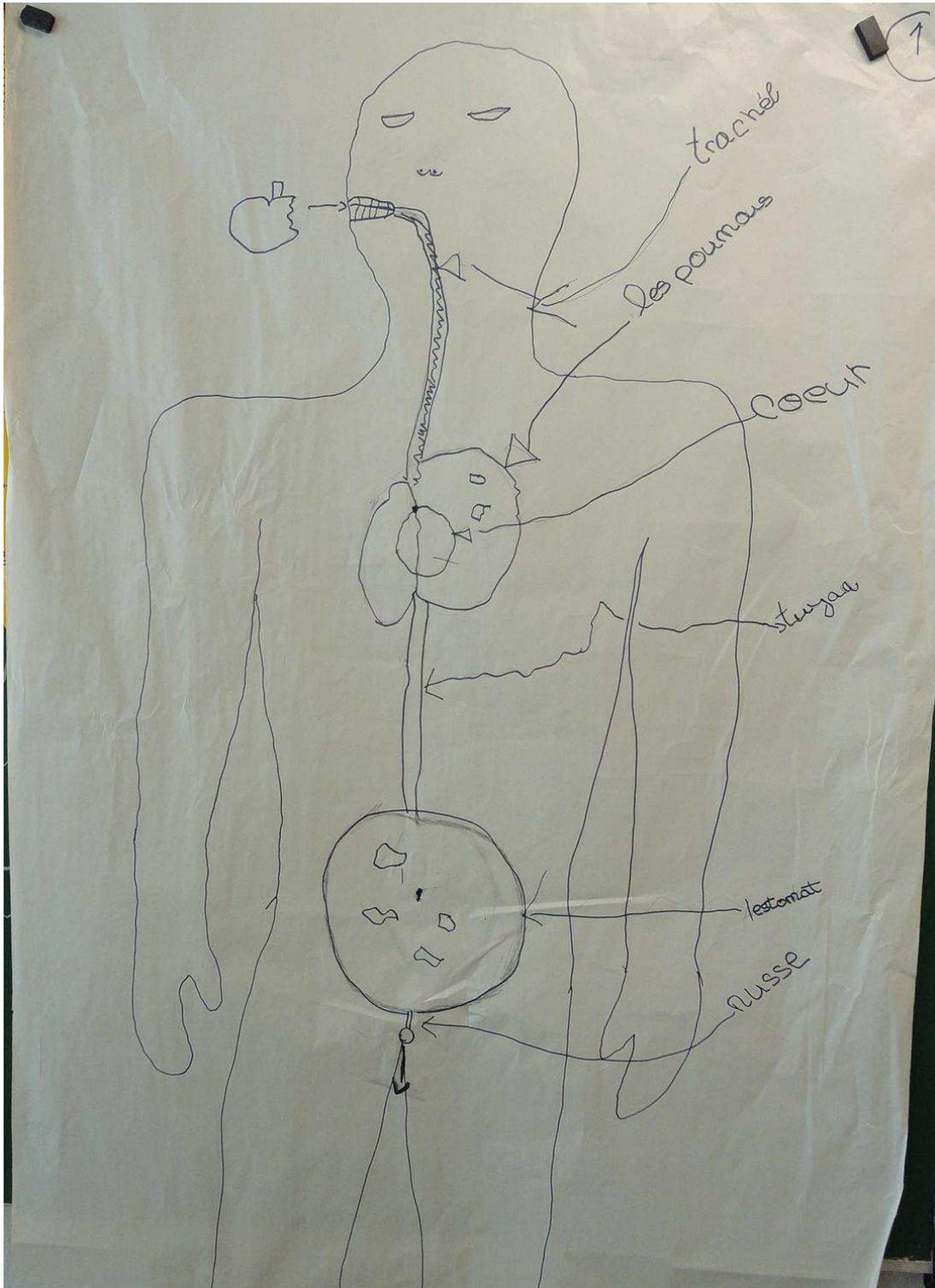
Annexe 2b: Conceptions initiales des élèves (groupe 2)



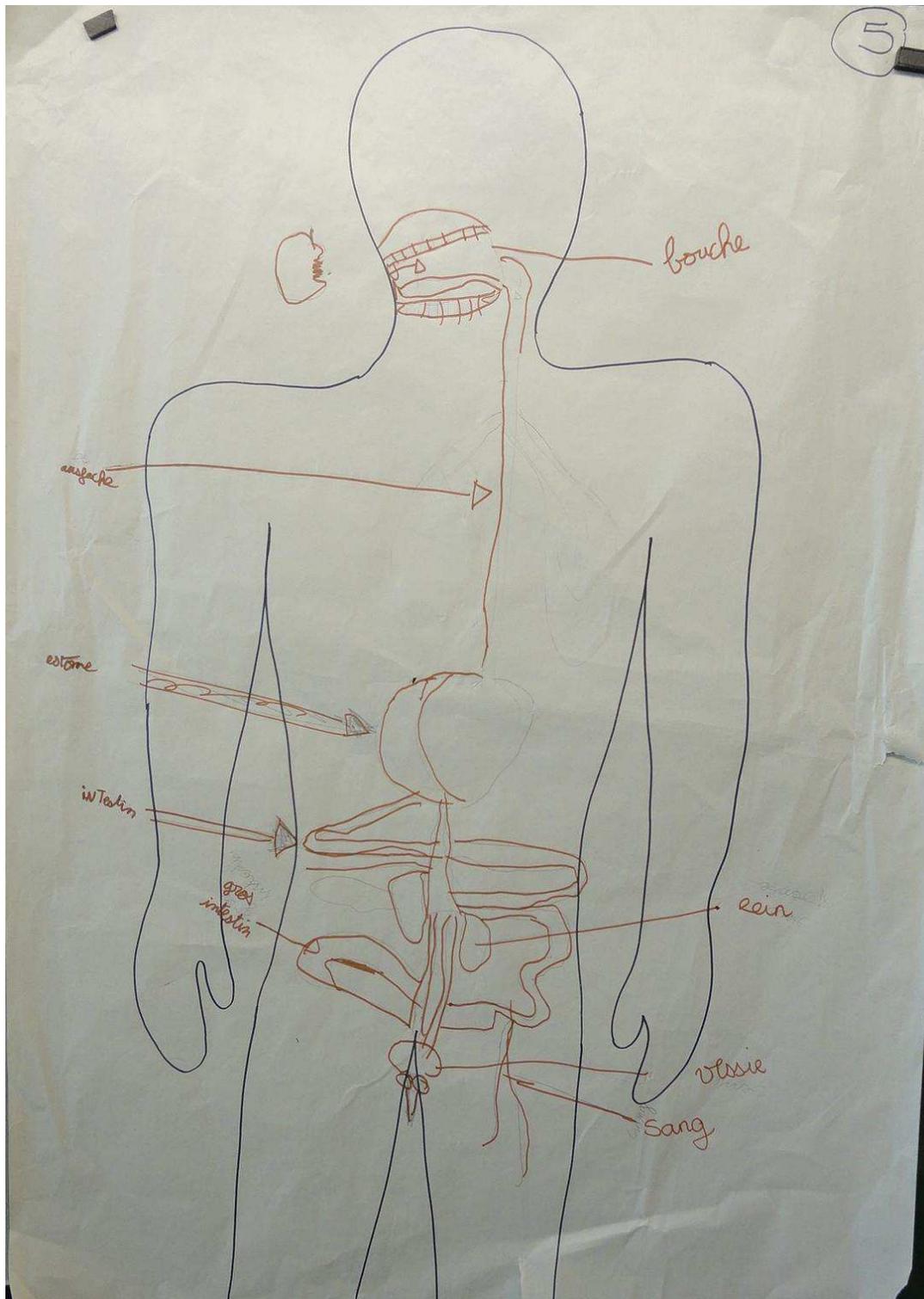
Annexe 2c: Conceptions initiales des élèves (groupe 3)



Annexe 2d: Conceptions initiales des élèves (groupe 4)



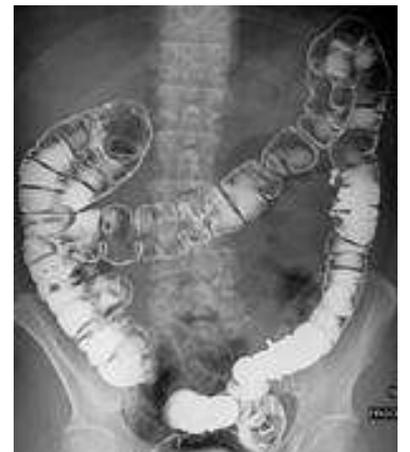
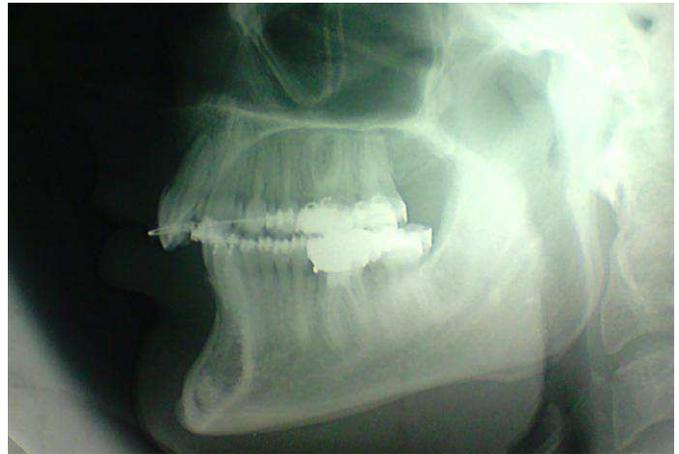
Annexe 2e: Conceptions initiales des élèves (groupe 5)



L'appareil digestif

① Classe les radiographies dans le bon ordre.

Vous pouvez vous aider des documents que je t'ai donnés.



② Mets le texte qui correspond en dessous de chaque radiographie.

ESTOMAC

L'**estomac** a pour fonction de digérer les aliments mastiqués dans la bouche et apportés par l'œsophage. La digestion dans l'estomac dure entre 3 et 7 heures.

L'**estomac** prend une forme de J, situé entre l'œsophage et l'intestin grêle. Il forme une poche de 25 centimètres de long, d'une contenance de 0,5 litres à vide, mais qui peut contenir jusqu'à 4 litres.

OESOPHAGE

L'**œsophage** a pour fonction de faire descendre les aliments mastiqués dans la bouche vers l'estomac, où la digestion se poursuivra.

L'**œsophage** est un organe en forme de tube qui mesure environ 25 centimètres de long pour 2 à 2,5 centimètres de diamètre.

GROS INTESTIN

Aussi appelé aussi le côlon, le **gros intestin** fait suite à l'intestin grêle et forme la dernière partie du système digestif.

Son rôle est principalement d'éliminer les déchets.

Le **gros intestin** mesure de 1 à 1,5 mètre de long et de 4 à 8 centimètres de diamètre.

BOUCHE

La cavité de la bouche, sert à ingérer les aliments et les boissons, les mastiquer et imprégner de salive, puis ceux-ci descendent par l'œsophage à l'estomac.

La **bouche** est composée de 32 dents (les incisives, les canines, les prémolaires et les molaires) et de la langue.

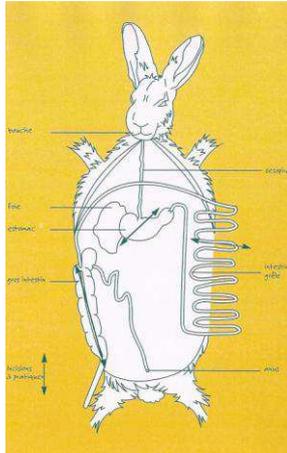
INTESTIN GRÊLE

L'**intestin grêle** fait suite à l'estomac. Il a pour fonction de poursuivre la digestion des aliments et surtout d'absorber les nutriments.

D'une longueur moyenne de 6 mètres, l'**intestin grêle** augmente sa surface de contact entre les nutriments et la paroi jusqu'à 250 mètres carrés.

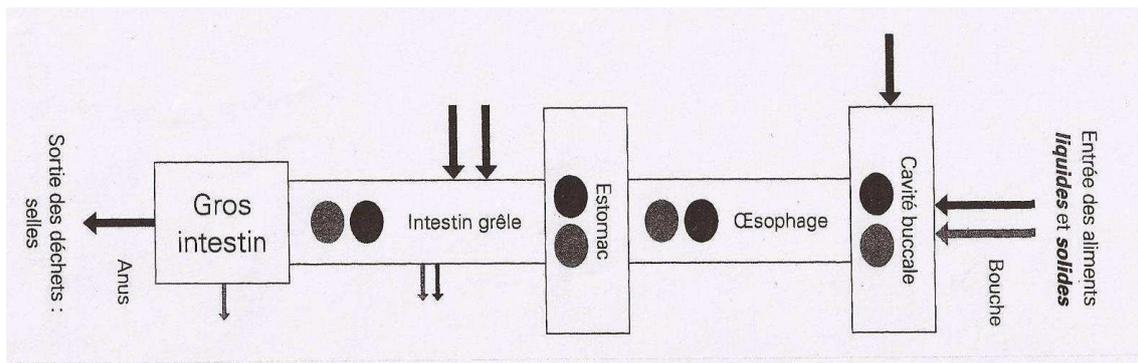
DOCUMENT 1

Appareil digestif du lapin



DOCUMENT 2

Schéma du tube digestif



DOCUMENT 3

Texte explicatif

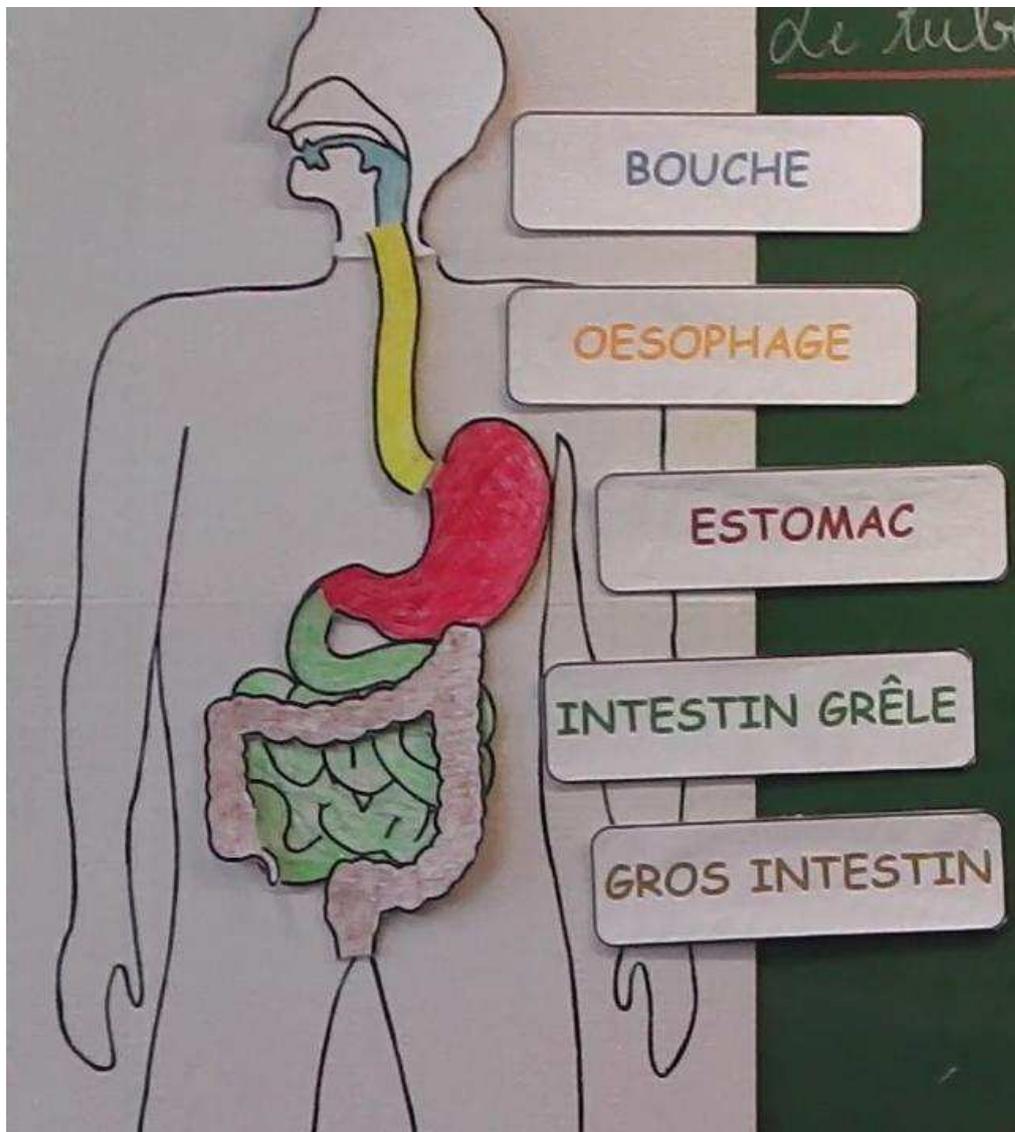
Document

Le tube digestif débute par la cavité buccale. Un tube de 25 cm environ relie la cavité buccale à une poche : l'estomac. Un tube très long (7 mètres environ), pelotonné sur lui-même fait suite à l'estomac : c'est l'intestin grêle.

L'intestin grêle se prolonge par le gros intestin de 1,5 mètre de long, disposé en U retourné dans l'abdomen.

L'appareil digestif comporte, en plus du tube digestif, des glandes annexes : les glandes salivaires, le foie et le pancréas. Les glandes salivaires produisent la salive ; le foie, situé à gauche de l'estomac, fabrique la bile qui s'accumule dans la vésicule biliaire. Le pancréas, organe en forme de feuille, situé dessous et à gauche de l'estomac, produit le suc pancréatique.

Annexe 4: Modélisation 1 (Schéma du tube digestif)



Annexe 5: Modélisation 2 (la mastication)



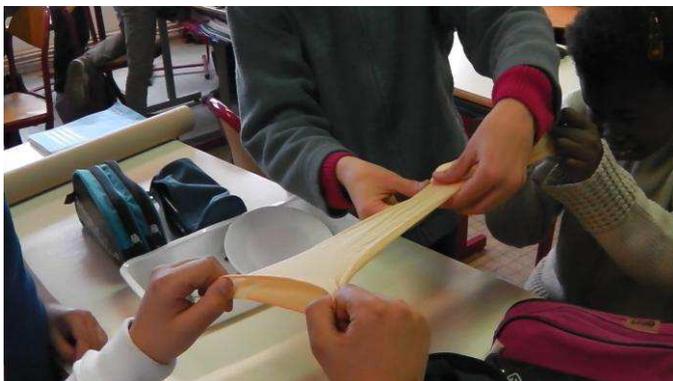
Annexe 6: Modélisation 3 (la déglutition)



Tube rigide
Position debout



Tube rigide
Position allongée



Tube souple
Position allongée

Annexe 7: Modèle 4 (le brassage)



Annexe 8: Modèle 5 (L'absorption et la déjection)



Annexe 9: Retranscription des échanges entre l'enseignant et les élèves et entre pairs lors de la séance 4

EQUIPE 1:

PE: Que représente la cuillère?

E1 : Les muscles

E2 : Ah oui les muscles

PE : Quelle est l'action de la cuillère ?

E 2 : De broyer

PE : Quel organe fait l'action de broyer ?

E 1 : L'estomac

E 2 : Non, les dents

PE : Donc la cuillère représente quels organes ?

E 2 : Les dents

(...)

PE : Donc quel organe représente la cuillère :

E1 et E2 : Les dents

PE : Qu'allez vous faire une fois que vous aurez broyé les gâteaux ?

E 1 : On va les faire passer par l'œsophage.

PE : Et après ?

E 1 et E2 : L'estomac

(Les gâteaux sont broyer et ils mélangent avec le dos de la cuillère)

E1 : E2 , tu vas écraser avec le dos de la cuillère..

PE : Vous représentez quelle action maintenant ?

E1 et E2 : L'œsophage et l'estomac...

EQUIPE 2 :

PE : Au début, quand vous avez broyé les biscuits avec votre fourchette, vous avez représenté quoi ?

E1 : Cela représentait quand on broyait avec les dents.

PE : Quand vous avez fait cette action, cela représentez quoi ?

(Le PE mélange la mixture avec la fourchette)

E1 : L'estomac

E 2 : Le malaxage

E3 : L'estomac quand il tourne

E 2 : Le malaxage

EQUIPE 3 :

(E1 est en train de casser les biscuits avec une fourchette)

PE : E1, tu es en train de faire quoi avec ta fourchette ?

E1 : De la bouillie.

E2 : Attends moi je sais. C'est, en fait, les dents qui mâchent...

E1 : Qui touillent...

E2 : ...les gâteaux. Et puis le vinaigre, c'est la salive.

(...)

PE : Et puis après, il y a quoi comme action ?

E2 : Après ça va faire la nourriture qui est dans l'estomac.

PE : Alors que va-t-il se passer ? Quelle action vous allez faire avec votre fourchette pour représenter ce qui se passe dans l'estomac ?

PE : Regardez ce qu'il est en train de faire (E1 mélange les gâteaux avec le vinaigre).

E2 et E3 : Il mélange.

PE : C'est dans quelle partie du tube digestif que cela se passe ?

E3 : Dans l'estomac

E2 : Dans L'intestin...

E3 : Non, dans l'estomac

EQUIPE 4 :

PE : J'aimerais que vous m'expliquiez, quelles actions vous avez fait avec votre cuillère au début ?

E1 : On a broyait...

PE : Qu'est-ce qui permet de broyer normalement ?

E3 : On a écrabouillé...

E2 : C'est les dents.

PE : Et après, vous avez fait quoi ?

E2 : On a mis de la vinaigrette... Pour que ce soit comme quand on mange...

E3 : Comme notre salive..

E1 : Comme notre tube digestif... Et après on a écrasé (E1 est en train de mélanger lors qu'il explique) avec notre cuillère

PE : Et cela représente quoi comme action ?

E1 : Cela représente le broyage... Non le malaxage.

PE : Qui se passe où ?

E2 : Dans l'estomac.

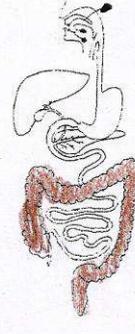
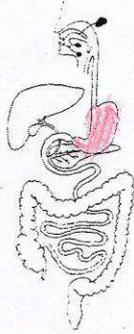
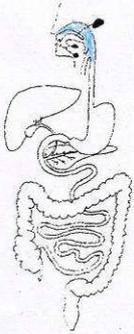
PE : Donc maintenant, vous arrivez à quel organe ?

E1, E2, E3 : A l'intestin grêle.

Annexe 10a: Évaluation

① Colorier successivement sur chaque schéma du tube digestif (5 schémas) l'organe que traverse l'aliment au cours de son trajet.

② Donne le nom de chaque organe.



bouche

œsophage

estomac

intestin grêle gros intestin

③ À l'aide des mots ci-dessous, écrire un texte qui explique les transformations dans chaque organe de l'aliment.

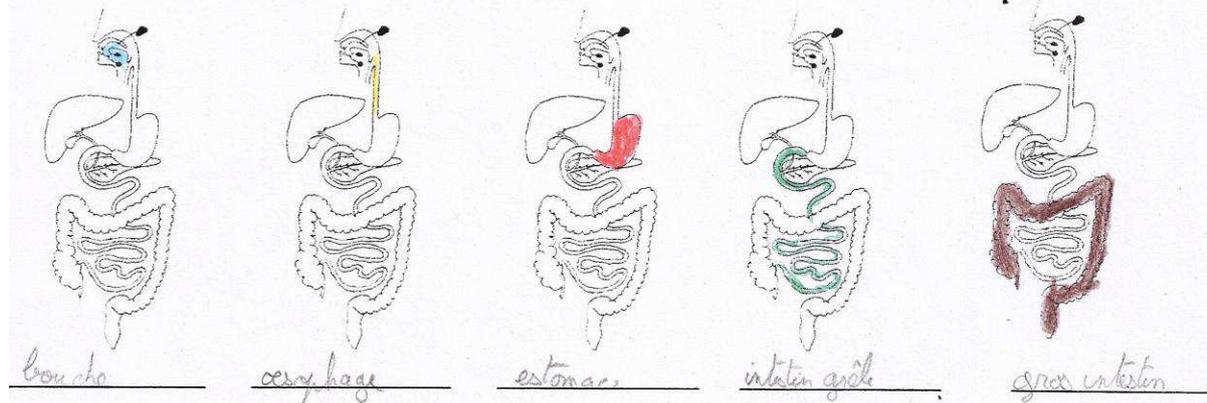
aliments, brasser, mastiquer, nutriments, déchets, broyer, déglutir.

Il dans la bouche les aliments sont mastiqués et broyés avec la salive les aliments sont broyés après dans l'œsophage qui déglutit les aliments après dans l'estomac les aliments sont mélangés et se transforment en nutriments après dans l'intestin grêle se passe dans le sang et puis dans le gros intestin et se résorbe par l'anus. La digestion sert à faire passer les aliments dans le sang.

Annexe 10b: Évaluation

① Colorier successivement sur chaque schéma du tube digestif (5 schémas)
l'organe que traverse l'aliment au cours de son trajet.

② Donne le nom de chaque organe.



③ À l'aide des mots ci-dessous, écrire un texte qui explique les transformations dans chaque organe de l'aliment.

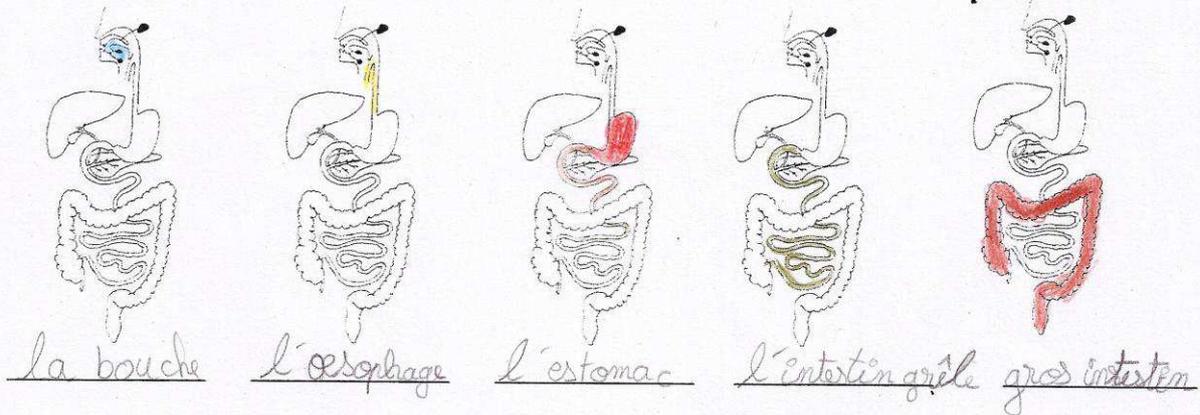
aliments, brasser, mastiquer, nutriments, déchets, broyer, déglutir

Dans la bouche, les aliments sont mastiqués par les dents. Après cela descend dans l'œsophage puis dans l'estomac, les aliments sont broyés. Cela dure 1/2 d'heure. Après ça descend dans l'intestin grêle. Après ça va dans le gros intestin. Dans le gros intestin, il y a des nutriments qui vont dans le sang. Ensuite les déchets sortent et après on va aux toilettes.

Annexe 10c: Évaluation

① Colorier successivement sur chaque schéma du tube digestif (5 schémas) l'organe que traverse l'aliment au cours de son trajet.

② Donne le nom de chaque organe.



③ À l'aide des mots ci-dessous, écrire un texte qui explique les transformations dans chaque organe de l'aliment.

aliments, brasser, mastiquer, nutriments, déchets, broyer, déglutir

Les aliments sont mastiqués grâce aux dents ils arrivent dans l'œsophage puis dans l'estomac où ils sont brassés et mélangés ce qui il y a dans le ventre et avant tout ça dans la bouche broient les aliments pour les écraser qui doit être assez petit pour passer dans l'œsophage. Après l'estomac ils vont dans l'intestin grêle les petits bouts vont dans le sang et les gros morceaux les nutriments ressortent par l'anus et les déchets sont évacués.

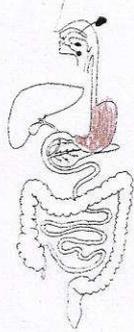
Annexe 10d: Évaluation

① Colorier successivement sur chaque schéma du tube digestif (5 schémas)
l'organe que traverse l'aliment au cours de son trajet.

② Donne le nom de chaque organe.



œsophage



estomac



intestin grêle



gras intestin



anus

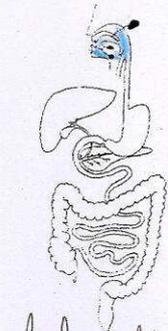
③ À l'aide des mots ci-dessous, écrire un texte qui explique les
transformations dans chaque organe de l'aliment.

aliments, brasser, mastiquer, nutriments, déchets, broyer, déglutir

L'aliments passe dans la bouche on le mastique et après
ont la sal après l'aliments passe par l'œsophage, après par l'es
tomac, après par intestin grêle, après par gras intestin, et fini
par l'anus. Et sa mère a digérer.

① Colorier successivement sur chaque schéma du tube digestif (5 schémas) l'organe que traverse l'aliment au cours de son trajet.

② Donne le nom de chaque organe.



la bouche



l'œsophage



l'estomac



l'intestin grêle



le gros intestin

③ À l'aide des mots ci-dessous, écrire un texte qui explique les transformations dans chaque organe de l'aliment.

aliments, brasser, mastiquer, nutriments, déchets, broyer, déglutir

L'aliment commence son trajet par la bouche qui sert à broyer les aliments après ça passe par l'œsophage et après l'estomac qui sert à brasser et déglutir les aliments après l'intestin grêle qui sert à mastiquer les aliments et le gros intestin et l'anus devant il y a plein de déchets et sert à transformer l'aliment en excréments. L'aliment fait tout ça comme trajet parce que ce qui est pas bon dans l'aliment ça empoisonne le corps et si il ne fait ce trajet tout ce qui est pas bon le corps sera en bonne santé.

MEMOIRE PROFESSIONNEL MASTER MES

FICHE DESCRIPTIVE

AUTEURS : Philippe CHAMPSAUR

Elsa MENAGER

RESPONSABLE DU MEMOIRE : Annie VERNAZ

TITRE : La modélisation au cœur de l'apprentissage en sciences expérimentales : la digestion

RESUME : La digestion au cycle 3 : un sujet d'apprentissage abondant de nombreux concepts complexes, difficiles à enseigner par l'impossibilité de visualiser et de manipuler le réel. Afin de proposer une alternative à ces obstacles, ce mémoire présente une séquence pour des élèves de CM 1 basée sur cinq modélisations : une pour permettre une représentation juste du tube digestif et quatre autres pour visualiser et comprendre les actions mécaniques et le rôle de la digestion. De nombreuses questions se sont naturellement imposées lors de notre pratique. Ainsi, à partir de l'étude des modèles pédagogiques existants et l'utilisation de la modélisation comme outil et support à l'apprentissage, nous avons tenté de dégager les apports et les limites de celle-ci dans l'évolution des conceptions initiales des élèves et dans l'acquisition de nouvelles notions.

MOTS CLES : Enseignement des sciences, cycle 3, CM1, modélisation, digestion, tube digestif, actions mécaniques, rôle de la digestion.

