



Des conceptions initiales au savoir scientifique : le cas de la digestion

Stéphanie Boudet

► To cite this version:

Stéphanie Boudet. Des conceptions initiales au savoir scientifique : le cas de la digestion. Education. 2013. dumas-00952668

HAL Id: dumas-00952668

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00952668>

Submitted on 20 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.

IUFM de l'Université de Nantes

Institut Universitaire de Formation des Maîtres

Site du Mans

Année universitaire 2012-2013

**Des conceptions initiales au savoir scientifique :
le cas de la digestion**

Par Boudet Stéphanie

Sous la direction de Catherine Barthomeuf et Nathalie Casse

Dans le cadre du séminaire Biodiversité, reflet de l'évolution

**Master 2 Métiers de l'Enseignement de l'Education et de la Formation
Spécialité Enseignement du Premier Degré**

Remerciements

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide dans l'élaboration de ce mémoire au cours de ces deux années universitaires.

Je tiens à remercier en premier lieu mes deux directrices de mémoire, mesdames Catherine Barthomeuf, PEMF à l'école d'application Suzanne Busson (Le Mans) et Nathalie Casse, maître de conférence à l'université du Maine, pour leur disponibilité et leurs conseils qui m'ont permis d'avancer dans la rédaction de ce mémoire.

Je remercie également C. Barthomeuf de m'avoir accueillie dans sa classe pour effectuer mon recueil de données.

Une pensée aussi à ses élèves de la classe de CM1 (année scolaire 2011-2012) pour leur travail pendant la séquence sur la digestion. Leur participation a été précieuse pour me permettre d'illustrer ce mémoire et d'avancer ainsi dans ma réflexion.

Je remercie aussi Madame Françoise Denis, responsable de la dominante « Biodiversité, reflet de l'évolution ». J'y associe Véronique Trassart, maître-formateur à l'IUFM du Mans, pour l'organisation des séminaires notamment.

Enfin, j'adresse mes derniers remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours soutenue et encouragée, notamment ces dernières semaines.

Sommaire

Introduction	5
I/ Cadre conceptuel	8
A) Introduction	8
B) Anatomie de l'appareil digestif	8
1) Le tube digestif	8
a. La cavité buccale	9
b. Le pharynx.....	9
c. L'œsophage	10
d. L'estomac	11
e. L'intestin grêle	12
f. Le gros intestin	13
2) Les organes digestifs annexes	14
a. Les glandes salivaires.....	14
b. Le pancréas.....	14
c. Le foie et la vésicule biliaire	15
C) Physiologie et processus digestifs	15
a. Activités se déroulant dans la bouche, le pharynx et l'œsophage.....	16
b. La digestion dans l'estomac	17
c. La digestion dans l'intestin grêle	18
d. «La digestion » dans le gros intestin	19
D) La digestion chimique des aliments	19
a. La digestion des glucides par les carboxyhydratases et leur absorption	20
b. La digestion des protéines par les protéases et leur absorption.....	20
c. La digestion des lipides par les lipases et leur absorption.....	22
II/ Cadre théorique	23
A) Définitions	23
B) L'émergence des représentations	24
1) Intérêt de les faire émerger et de les prendre en compte	24
2) Méthode de collecte et d'émergence des représentations.....	25

C) Les origines des conceptions	27
D) La difficulté à dépasser les conceptions	28
1) La notion d'obstacle	28
2) La notion d'objectif	30
3) La notion d'objectif-obstacle	30
E) La prise en compte didactique	31
1) Que faire avec les représentations ?	31
2) La notion de conflit socio-cognitif	33
3) La notion de situation-problème	34
F) Le savoir scientifique	36
1) Qu'est ce que le savoir scientifique ?	36
2) L'acquisition des savoirs à l'école primaire	37
a. Le travail de l'enseignant en amont : la transposition didactique	37
b. L'élève acteur de ses apprentissages	38
c. La construction d'un concept à l'école élémentaire	40
G) Transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné	41
I) Les conceptions habituelles des enfants à propos de la digestion	42
III/ Mise en pratique en classe : recueil de données	44
A) Cadre du recueil de données	44
B) Contenu des séances	44
C) Analyse globale des séances	59
D) Evaluation de novembre 2012	61
Conclusion	64
Bibliographie	67
Sommaires des Annexes	69

Introduction

Ma démarche s'est fondée sur le constat suivant : le savoir scientifique passe mal auprès des jeunes enfants et une grande partie du savoir scientifique enseigné est oublié au bout de quelques années¹. Je me suis alors demandé comment les enfants apprennent les sciences à l'école primaire ?

Depuis plusieurs années, les activités scientifiques prennent une place plus importante dans notre société mais on observe toujours une désaffection pour les métiers scientifiques.

L'initiative *La main à la pâte*, a été lancée en 1996, par Georges Charpak, avec le concours de l'Académie des sciences. Le but était de rénover et de promouvoir l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire en favorisant un enseignement fondé sur une démarche scientifique d'investigation.

Cet engouement a été repris par le ministère de l'éducation nationale qui, en 2000, a élaboré le PRESTE, Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'Ecole. Ce plan visait à rendre les enfants « avides de sciences ». Il avait notamment pour objectif que « les élèves construisent leurs apprentissages en étant acteurs des activités scientifiques ».

Cette situation a déclenché chez moi plusieurs questions concernant l'enseignement-apprentissage des sciences. Comment prendre en compte les élèves dans cet enseignement ? Comment les rendre acteurs de leurs apprentissages ?

En effet, plusieurs recherches font état que la meilleure méthode pour apprendre c'est l'action. Enseigner, ce n'est pas transmettre le savoir et négliger l'acteur principal qu'est l'élève. Les enfants apprennent progressivement, en se trompant, en manipulant, en confrontant leurs idées avec celles des autres... Mais justement, quelles sont les idées des enfants de l'école primaire à propos des sciences?

Ce sont les didacticiens des sciences expérimentales qui ont été les premiers à faire des recherches sur les représentations initiales. Ils ont montré que la prise en compte des conceptions initiales est désormais incontournable pour permettre aux élèves d'accéder à la connaissance.

¹ Eurobaromètre « Les Européens, la science et la technologie », n°224, 2005

« Si, à première vue, travailler sur les conceptions des apprenants peut être perçu comme une perte de temps, l'expérience montre qu'il est indispensable de les prendre en compte. »²

De plus, les instructions officielles préconisent d'entrer dans l'enseignement des sciences par la démarche d'investigation : « les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité et l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique »³. Cette idée est reprise dans le palier deux du socle commun de connaissances et de compétences.

La démarche scientifique est un ensemble d'étapes qui permet d'aller de la formulation d'un problème à sa résolution. La première étape est le choix d'une situation de départ par l'enseignant. Il s'agit d'exposer aux élèves quel sera le problème à résoudre au cours de la séquence. Ensuite, le professeur doit permettre aux élèves de s'intéresser à la question et de s'approprier le problème posé et d'éveiller leur curiosité. Ainsi, des idées et des questionnements vont naître chez les élèves. Il est donc bien question d'inscrire les conceptions initiales des élèves dans cette démarche d'investigation. Puis l'enseignant sélectionne des objectifs qui permettront aux enfants de construire une démarche d'investigation en exprimant des hypothèses, des explications, en mettant en place des protocoles expérimentaux. Par ce biais, les élèves acquerront des connaissances, des compétences et des attitudes.

Parallèlement, il fallait que je trouve un cadre conceptuel dans lequel travailler. Ayant suivi des études en biologie, c'est tout naturellement que je me suis orientée vers ce domaine. Restait à définir plus précisément le sujet traité. J'ai alors regardé dans les programmes officiels de l'école primaire. Une notion m'a tout de suite interpellée : la digestion. Rapidement, je me suis aperçue que c'était un concept difficile à maîtriser pour les élèves, et que, malgré les enseignements suivis, de nombreuses erreurs persistaient. Je me suis alors demandé comment il était possible d'enseigner autrement cette notion afin d'amener les élèves vers le savoir scientifique.

Les recherches effectuées, notamment en 1^{ère} année de master, m'ont donné envie de tester en classe, pour mon recueil de données, quelques unes des théories et techniques mises en avant. Cela m'a permis d'illustrer par des exemples concrets tout ce que j'avais pu lire auparavant.

² Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*. Paris : Delagrave Edition. p54

³ BO HS n°3 du 19 juin 2008

Ainsi au fil des réflexions mon questionnement a évolué pour devenir le suivant : En quoi la prise en compte des conceptions initiales des élèves peut-elle permettre l'appropriation d'un concept scientifique, celui de la digestion ?

Pour répondre à cette question, j'exposerai, dans un premier temps, le cadre conceptuel dans lequel j'ai réalisé ce mémoire, à savoir le concept de la digestion. Ensuite, je présenterai le contexte théorique avec les recherches qui ont été faites concernant les conceptions initiales et les différentes notions que cela engendre. Enfin, la dernière partie de ce mémoire concernera mon recueil de données au cours duquel j'ai pu mettre en pratique les recherches effectuées pour ce mémoire.

I/ Cadre conceptuel

A) Introduction

La digestion est une simplification moléculaire qui se déroule dans l'appareil digestif et au cours de laquelle il y a des transformations mécaniques et chimiques des aliments en nutriments assimilables par l'organisme. Les nutriments qui, grâce à l'absorption intestinale, passent dans le sang ou dans la lymphe, sont ensuite distribués à tous les organes du corps. Ils constituent une source d'énergie, la matière première nécessaire à la synthèse de la matière vivante nouvelle (croissance, entretien, réparation des tissus) ou des réserves.

Les hommes, et plus généralement les animaux, sont hétérotrophes et sont donc tributaires d'apports réguliers d'aliments : ils ne peuvent pas fabriquer eux-mêmes tous leurs constituants. Ils ont besoin de matière organique animale ou végétale.

Les nutriments essentiels sont l'eau (renouvelée par la boisson ou ingérée avec la nourriture), les protéines et acides aminés (constituants structuraux et enzymes), les glucides (source d'énergie chimique ou mis en réserve sous forme de glycogène), les lipides (réserve d'énergie concentrée), les acides nucléiques (essentiels pour la mécanique génétique), les sels organiques (composants importants des liquides intra et extracellulaires) et les vitamines (nécessaires en petite quantité).

B) Anatomie de l'appareil digestif

Le système digestif se compose du tube digestif, lieu où s'accomplissent toutes les fonctions du système (ingestion, digestion, absorption et défécation), et qui traverse l'organisme sur une longueur d'environ 4,5 mètres (in vivo), et d'organes digestifs annexes que sont les glandes salivaires, le foie et le pancréas. Le trajet des aliments dans l'appareil digestif, de la bouche à l'anus, prend de 30 à 120 heures, ce qui permet un traitement complet de la plupart des molécules alimentaires (Annexes I).

1) Le tube digestif

Il s'agit d'un tube musculéux continu qui se trouve dans la cavité abdominale. Il a pour organes la bouche, le pharynx, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle et le gros intestin qui se termine par un orifice, l'anus.

a. La cavité buccale

La bouche constitue « la porte d'entrée » de notre corps pour tout ce que nous consommons de liquide ou de solide : elle est responsable de l'ingestion. C'est la première partie du tube digestif. La bouche se compose notamment de la langue et de la denture.

i. La langue

La langue est un corps musculueux mobile recouvert d'une muqueuse, et attaché au plancher de la cavité buccale par le frein qui limite son mouvement vers l'arrière. Elle aide à la mastication, participe à la phonation, met en forme le bol alimentaire et initie la déglutition. C'est aussi l'organe du goût grâce aux papilles gustatives présentes en surface. C'est un organe très vascularisé qui mesure en moyenne 10 cm.

ii. Les dents

La denture adulte se compose normalement de 32 dents. On distingue quatre catégories de dents : les incisives (8), les canines (4), les prémolaires (8) et les molaires (12).

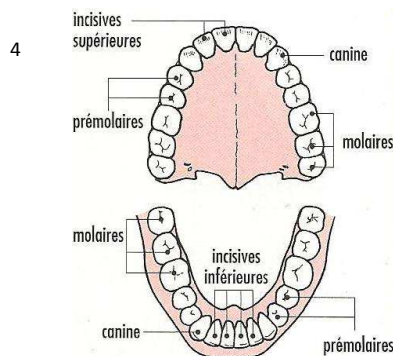


Figure 1 : Arcade dentaire adulte

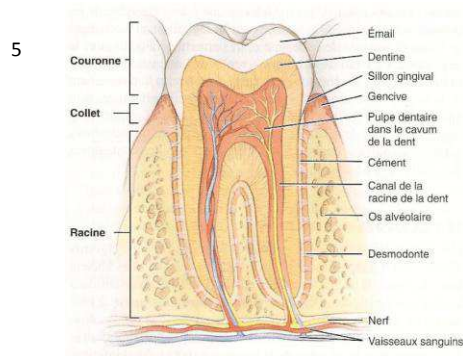


Figure 2: Coupe sagittale d'une molaire

Chaque dent est composée d'une couronne recouverte d'émail (partie supérieure de la dent), d'un collet (jonction de la couronne et de la racine) et d'une racine (permet l'implantation dans les os maxillaires).

b. Le pharynx

Le pharynx est un conduit musculo-membraneux qui se divise en trois parties : le nasopharynx, l'oropharynx, à l'arrière de la cavité orale, et le laryngopharynx, en lien avec l'œsophage.

La nourriture est propulsée vers l'œsophage par l'alternance des contractions des couches de muscles qui tapissent le pharynx.

⁴ Nguyen S., Bourouina R.. (2008). *Manuel d'anatomie et de physiologie*. Paris : Lamarre. p 259

⁵ Tortora, G., Derrickson, B.. (2009). *Manuel d'anatomie et de physiologie humaines*. Paris : De Boeck. p 476

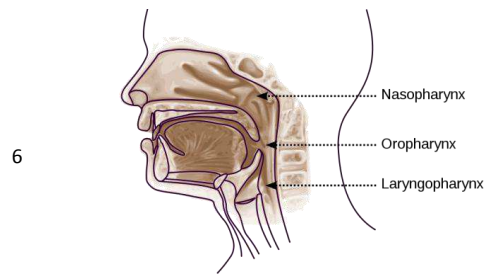


Figure 1 : Le pharynx

A partir de la bouche, la nourriture passe à l'arrière, dans l'oropharynx puis dans le laryngopharynx, passages communs pour les aliments, les liquides et l'air.

c. L'œsophage

L'œsophage est un « conduit flexible » d'environ 25 cm de long et 2 à 3 cm de large qui permet l'acheminement des aliments du pharynx vers l'estomac. Il traverse le cou, le thorax et finit dans l'estomac. Sa paroi est composée de muscles lisses semblables à des anneaux et qui, par péristaltisme, permettent au bol alimentaire de progresser dans l'œsophage.

À sa jonction supérieure, il possède une valve, le sphincter supérieur de l'œsophage et à sa jonction inférieure, il y a un sphincter qui empêche le reflux gastro-œsophagien.

De l'œsophage au gros intestin, la paroi des organes du tube digestif comprend les quatre mêmes couches concentriques fondamentales de tissus ou tuniques (annexe II).

La couche la plus profonde qui tapisse la cavité est la muqueuse. Elle est épaisse, résistante et constituée d'un épithélium de revêtement en contact direct avec les aliments, d'un tissu conjonctif appelé chorion, et une couche de tissu musculaire lisse. La couche suivante est une sous-muqueuse, couche de tissu conjonctif lâche contenant des vaisseaux sanguins et lymphatiques et des nerfs. La musculature, tissu suivant, se compose de fibres musculaires circulaires internes et longitudinales externes. La tunique externe est une adventice ou séreuse, composée de tissu conjonctif lâche recouvert d'un épithélium simple.

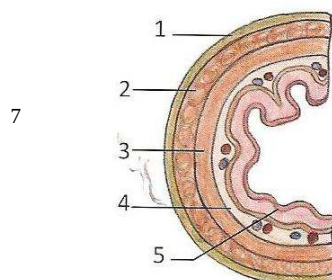


Figure 2 : Structure en coupe de l'œsophage

- 1-Fascia oesophagien (=sérieuse)
- 2- Couche musculaire longitudinale
- 3- Couche musculaire circulaire
- 4- Sous-muqueuse
- 5- Muqueuse

⁶ http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/biologie-4/d/pharynx_6956/

⁷ De Peretti, F. (2010). *Manuel d'anatomie générale*. Paris : Ellipses Edition. p 234

d. L'estomac

Première dilatation du tube digestif, l'estomac est une poche musculieuse en forme de J d'environ 25 cm, à paroi triple. Sa surface intérieure contient des glandes qui sécrètent le suc gastrique. L'estomac est en rapport anatomique avec le foie, la rate, le pancréas, le diaphragme et les intestins.

L'estomac présente une ouverture en haut, le cardia, qui permet la jonction avec l'œsophage, et se termine par le sphincter pylorique qui permet la communication avec l'intestin grêle. L'estomac se compose de trois parties : le fundus, partie supérieure qui assure la réception des aliments ingérés, le corps assurant le stockage et l'antrum pylorique, partie inférieure horizontale dont le rôle est de réaliser le brassage des aliments ainsi que l'évacuation du chyme.

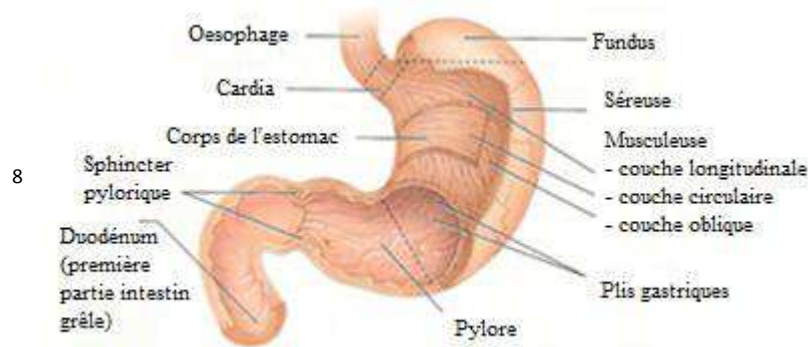


Figure 3 : Anatomie de l'estomac

Quand l'estomac est vide, la muqueuse forme des replis, les plis gastriques. La paroi gastrique se compose de quatre tuniques : une tunique séreuse ; une tunique musculaire lisse puissante ; une tunique sous-muqueuse et une tunique muqueuse glandulaire.

La musculieuse de la paroi de l'estomac se compose de muscles lisses. Les fibres musculaires sont disposées obliquement, ce qui permet de propulser la nourriture et de la malaxer pour réduire la nourriture en fragments.

La muqueuse de l'estomac est un épithélium qui produit une grande quantité de mucus. Les cellules épithéliales s'enfoncent et forment des cellules sécrétrices appelées glandes gastriques qui débouchent dans les cryptes de l'estomac.

Au cours de son passage dans l'estomac, la nourriture est transformée en chyme qui passe ensuite dans l'intestin grêle par l'orifice pylorique lorsque l'acidité est suffisante.

⁸ Tortora, G., Derrickson, B.. (2009). *Manuel d'anatomie et de physiologie humaines*. Paris : De Boeck. p 478

e. L'intestin grêle

L'intestin grêle est le principal site de la digestion puisque c'est là que la nourriture ingérée est rendue utilisable pour les cellules. C'est la partie la plus longue du tube digestif (de 5 à 8 m).

i. Les trois régions de l'intestin grêle

Le premier tronçon de l'intestin forme l'anse duodénale dans laquelle débouche le tronc commun du canal pancréatique et du canal cholédoque. Ce tronçon initial fixe s'appelle le duodénum et mesure environ 20 cm de long. C'est un carrefour où arrivent les sécrétions bilio-pancréatiques. Le segment suivant est le jéjunum, partie centrale de l'intestin. Le dernier segment, l'iléon, est relié au gros intestin par la valve iléocæcale.

ii. La paroi

La paroi de l'intestin grêle possède les quatre tuniques communes à la plupart des sections du tube digestif. Cependant, elle a la particularité d'être couverte par de nombreux replis qui augmentent considérablement sa surface, et permettent une augmentation de l'absorption des substances solubles. Il existe trois structures différentes : les microvillosités, les villosités intestinales et les plis circulaires.

Les microvillosités sont des prolongements microscopiques de la membrane plasmique des cellules de la muqueuse et elles donnent à la surface de la muqueuse un aspect velouté. L'ensemble des microvillosités d'une cellule forme une bordure en brosse qui permet d'augmenter la surface d'absorption mais aussi de porter des enzymes participant à la dernière étape de la digestion des sucres et des protéines à l'intérieur de la lumière intestinale.

Les villosités intestinales, d'environ un millimètre, confèrent à la muqueuse son aspect « pelucheux ». Au centre de chaque villosité se trouve un réseau de capillaires sanguins et un vaisseau chylifère. Chaque villosité, en se contractant, permet d'augmenter le contact entre la surface de la villosité et le chyme, ce qui augmente la capacité d'absorption.

Les plis circulaires sont des replis profonds de la muqueuse et de la sous muqueuse. Ces crêtes ont une hauteur d'environ 1cm et obligent le chyme à se déplacer en spirale, ce qui le ralentit pour faciliter et terminer l'absorption des nutriments par la muqueuse intestinale.

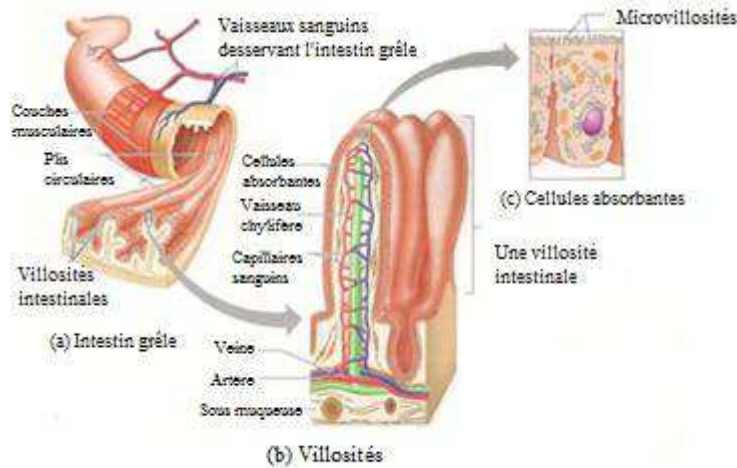


Figure 4 : Les structures de la paroi de l'intestin grêle

f. Le gros intestin

Le gros intestin, également appelé colon, mesure environ 1,5 m de long et 6,5 cm de diamètre. C'est la portion terminale du tube digestif. Il s'étend de la valve iléocœcale à l'anus et a pour fonction principale d'absorber l'eau provenant des résidus alimentaires non digérés, et d'évacuer ces aliments non digérés sous forme de fèces.

Le gros intestin se compose de plusieurs parties : le cæcum, l'appendice vermiforme, le côlon, le rectum et le canal anal terminé par l'anus. Le côlon est lui-même composé de différents segments : le côlon ascendant, qui se termine par un angle droit appelé courbure colique droite ; le côlon transverse, mobile, qui travers horizontalement la cavité abdominale avant de former l'angle colique gauche ; et le côlon descendant qui devient le colon sigmoïde en arrivant dans le bassin.

L'anus se compose d'un sphincter volontaire et d'un sphincter involontaire qui restent fermé jusqu'à la défécation.

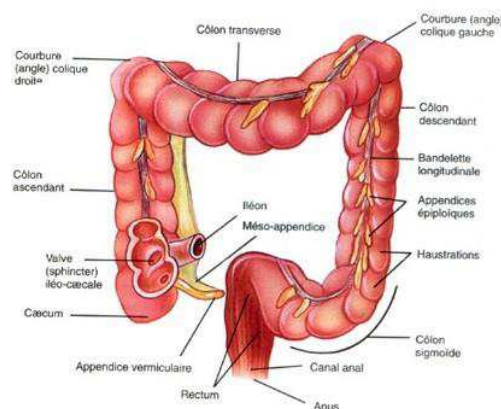


Figure 5 : Le gros intestin

⁹ <http://app-asap.over-blog.com/5-categorie-11150228.html>

¹⁰ <http://www.hydrocolon-naturopat.com/anatomie.html>

Au niveau de la muqueuse intestinale, on trouve des cellules caliciformes qui produisent un mucus alcalin servant de lubrifiant pour faciliter le passage des fèces, et des cellules absorbantes qui assimilent l'eau et les ions. Le gros intestin ne sécrète aucune enzyme. Au contraire, il inactive les enzymes de l'intestin grêle qui pourraient subsister au sein des résidus alimentaires. Le côlon intervient donc indirectement dans la digestion.

2) Les organes digestifs annexes

Les aliments ne passent pas dans ces organes mais ceux-ci sécrètent des substances par l'intermédiaire de canaux.

a. Les glandes salivaires

Trois principales paires de glandes salivaires s'ouvrent dans la cavité orale : les glandes parotides (les plus volumineuses), au niveau de la joue ; les glandes submandibulaires (ou sous-maxillaires), sous la langue ; et les glandes sublinguales, au niveau du plancher buccal.

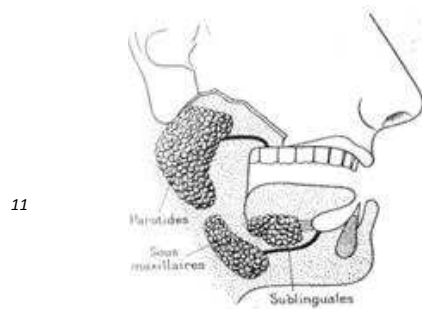


Figure 6 : Les glandes salivaires

Ces glandes sont composées soit de cellules séreuses, qui sécrètent une salive sans mucine, soit de cellules muqueuses, qui sécrètent une salive visqueuse et riche en mucines.

Il y a également un grand nombre de glandes salivaires accessoires dans la langue, les joues, les lèvres, le palais...

b. Le pancréas

Le pancréas est une glande molle de forme triangulaire qui s'étend de la rate au duodénum. Il synthétise des enzymes qui dégradent tous les types de composés alimentaires. Le pancréas assure aussi une fonction endocrine puisqu'il produit l'insuline et le glucagon, sécrétés dans la circulation sanguine, pour la régulation de la glycémie. Les îlots de Langerhans, amas de cellules dispersés dans tout le pancréas, sécrètent ces hormones. Le pancréas est donc une glande mixte puisque c'est à la fois une glande endocrine et une glande exocrine.

¹¹ http://raf.dessins.free.fr/2bgal/img.php?id_img=19555

12

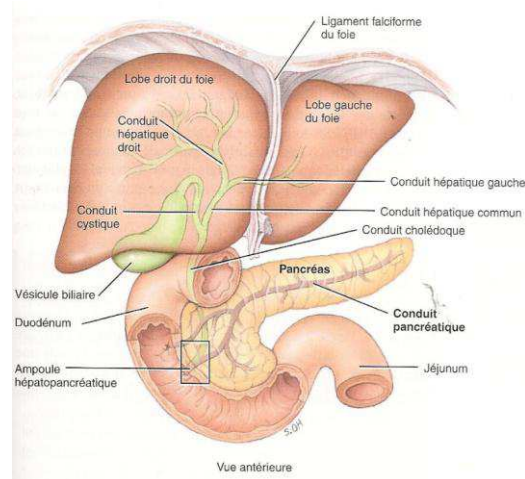


Figure 7 : Liaison foie - vésicule biliaire – pancréas

c. Le foie et la vésicule biliaire

Le foie est la plus grosse glande de l'organisme (environ 1,5 kg). Il est situé sous le diaphragme, vers la droite du corps, il surmonte l'estomac et le recouvre partiellement. Il comprend deux lobes : le lobe droit et le lobe gauche qui ont la même fonction. Ces lobes sont faits de nombreux lobules, unités fonctionnelles avec des cellules épithéliales spécialisées appelées hépatocytes.

La seule fonction digestive de l'estomac est la production de bile qui sort du foie par le conduit hépatique et entre dans le duodénum par le canal cholédoque.

La vésicule biliaire est une petite poche à paroi mince dont la fonction est le stockage de la bile. Elle se trouve dans une fossette peu profonde à la surface du foie. Quand le duodénum est vide, la bile reflue dans le conduit cystique puis dans la vésicule biliaire où elle est stockée. Puis lorsque les aliments gras arrivent dans l'intestin, un stimulus hormonal provoque la contraction de la vésicule biliaire et l'éjection de la bile dans le duodénum.

C) Physiologie et processus digestifs

Les activités principales du système digestif sont l'ingestion (introduction de nourriture dans la bouche), la propulsion (avancement de la nourriture dans le tube digestif), la digestion mécanique et chimique, l'absorption (passage des nutriments de la lumière du tube digestif au sang ou à la lymphe) et la défécation (évacuation des substances non digérées).

¹² Tortora, G., Derrickson, B.. (2009). *Manuel d'anatomie et de physiologie humaines*. Paris : De Boeck. p 481

a. Activités se déroulant dans la bouche, le pharynx et l'œsophage

i. La mastication

Le rôle essentiel de la bouche dans la digestion est la mastication. C'est le premier acte mécanique permettant la réduction des grosses particules alimentaires. Il y a un mouvement rythmique d'ouverture et de fermeture de la bouche, par contraction des muscles masticateurs, qui sert à broyer les aliments. Ce processus sert à « découper » la nourriture en petits morceaux, ce qui est particulièrement important pour les substances difficiles à digérer. C'est le rôle des dents de couper et déchiqueter les aliments. Les incisives servent à couper, les canines servent à déchiqueter, et les prémolaires et molaires servent à broyer. La bouillie obtenue est imprégnée de salive.

ii. La salivation

La salive, première sécrétion digestive, se compose de substances minérales (99,5% d'eau pour humidifier le bol alimentaire), d'amylase salivaire (pour amorcer la digestion chimique de l'amidon), de mucine (pour lubrifier et faciliter la déglutition), d'une solution tampon permettant de neutraliser l'acidité, de lysozymes (action antibactérienne qui protège la muqueuse de la bouche) et de lipases (action dans l'estomac).

La salive est produite par les glandes salivaires, puis elle est libérée dans la cavité buccale par des canaux excrétoires. La salive est produite à raison de 0,5 à 1,5 litre par jour. Sa production est stimulée par les odeurs, la vue, le goût... La production est continue mais elle s'intensifie quand des aliments sont présents dans la bouche.

La salive remplit trois rôles essentiels : elle commence la digestion, lubrifie la nourriture pour faciliter l'avalage, et elle a un rôle bactéricide car elle contient des substances qui détruisent certaines bactéries.

Le mucus contenu dans la salive humecte les aliments et contribue à les agglomérer en une masse appelée bol alimentaire, ce qui facilite la mastication et la déglutition.

iii. La déglutition

Quand la mastication est terminée, il faut déglutir, c'est-à-dire avaler la nourriture. Le bol alimentaire passe alors de la cavité buccale au pharynx grâce à la langue. Ce bol alimentaire passe ensuite dans l'œsophage qui la conduit dans l'estomac. Il s'agit d'un phénomène réflexe déclenché par le contact des aliments dans l'arrière-gorge.

La déglutition se fait donc en trois étapes : le temps buccal - volontaire, au cours duquel la langue pousse le bol alimentaire de la bouche vers le pharynx -, le temps pharyngien - réflexe, avec fermeture des fosses nasales par élévation de l'épiglotte - et le temps œsophagien, avec ouverture du sphincter œsophagien.

b. La digestion dans l'estomac

La durée de la digestion dans l'estomac varie entre trois et sept heures. L'estomac joue trois rôles : recevoir les aliments pour les stocker provisoirement, assurer le début de la digestion des protéines, et évacuer les aliments vers l'intestin grêle.

i. L'activité motrice

Avant d'entreprendre le malaxage des aliments, le sphincter gastro-oesophagien se referme afin d'empêcher le reflux de nourriture vers l'œsophage.

Grâce à ses muscles, l'estomac va malaxer les aliments avec le suc gastrique et les transformer en chyme, masse liquide partiellement digérée.

Une fois que la nourriture est bien mélangée, une onde de péristaltisme s'amorce dans l'estomac grâce aux cellules pacemakers pour permettre la progression du chyme vers le pylore. Le pylore agit alors comme un filtre et ne laisse passer que les liquides et les petites particules par l'orifice pylorique. A chaque contraction du muscle de l'estomac, 3ml de chyme passent dans l'intestin par le sphincter pylorique partiellement fermé. Ce qui ne peut pas passer reflux dans l'estomac où il est de nouveau mélangé. L'onde de brassage suivante pousse de nouveau le chyme vers le duodénum.

ii. Les sécrétions gastriques

Le suc gastrique est un liquide biologique produit par les glandes gastriques et qui permet la transformation des aliments en chyme acceptable par l'intestin grêle. Les sécrétions gastriques proviennent de glandes présentes au niveau de la muqueuse. Ces sécrétions ont deux rôles : commencer la digestion acide des aliments (rôle du suc gastrique) et protéger l'estomac de l'acidité gastrique en formant une barrière entre les cellules de l'estomac et le suc gastrique (rôle du mucus).

Le suc gastrique se compose principalement de substances minérales comme l'eau, les sels minéraux et l'acide chlorhydrique et de substances organiques comme le pepsinogène, le mucus et un facteur intrinsèque.

Une fois les aliments solides transformées en chyme, ils se déversent dans le duodénum, par contractions des muscles, en passant pas le sphincter pylorique.

c. La digestion dans l'intestin grêle

A son entrée dans l'intestin grêle, la nourriture n'est que partiellement digérée. Les glucides et les protéines sont en partie dégradés, mais les lipides n'ont encore subi aucune transformation ou presque. Le processus de digestion chimique des aliments s'intensifie durant les trois à six heures que dure le cheminement du chyme dans l'intestin grêle. Dans l'intestin grêle, la digestion est sous la dépendance de trois sécrétions : intestinale, pancréatique et hépatobiliaire.

A l'extrémité de l'intestin grêle, la digestion est terminée et l'absorption achevée. L'intestin grêle est donc le siège des processus ultimes de la digestion, et le lieu de l'absorption.

i. La digestion mécanique

Le péristaltisme est le principal mécanisme de propulsion des aliments dans le tube digestif et donc dans l'intestin grêle. Il consiste en des ondes de contraction qui avancent le long de l'intestin, suivies d'ondes de relâchement. Ces mouvements rythmiques provoquent des contractions locales de l'intestin qui mélangent le chyme aux sucs digestifs et contribue à la propulsion de la nourriture dans l'intestin.

ii. Le suc intestinal

La sécrétion principale est celle de mucus protecteur par les glandes duodénales et les glandes caliciformes de la muqueuse. Les sécrétions enzymatiques se font à la surface des cellules intestinales. Il s'agit de lactases (hydrolyse du lactose en glucose et galactose), d'invertases (hydrolyse du saccharose en glucose et fructose), de maltases (hydrolyse du maltose en glucose), de peptidases (hydrolyse des peptides en acides aminés), de nucléosidases (hydrolyse des nucléotides)...

iii. Le suc pancréatique

Le pancréas produit le suc pancréatique qui achève de fragmenter les dernières particules alimentaires. Ce suc contient des enzymes comme l'amylase pancréatique, qui termine la digestion de l'amidon ; la trypsine, la chymotrypsine et la carboxypeptidase, qui accomplissent une partie de la digestion des protéines ; des lipases, qui assurent toute la digestion des lipides ; et des nucléases (ribonucléase et désoxyribonucléase), qui catalysent la dégradation des acides nucléiques. Le suc pancréatique comporte aussi du bicarbonate qui rend ce suc basique (pH 8). Ainsi, en arrivant dans l'intestin grêle ce suc neutralise l'acidité du chyme venant de l'estomac, ce qui permet une meilleure action des enzymes digestives intestinales et pancréatiques.

iv. Les sécrétions hépatobiliaires

L'intestin grêle reçoit également des sécrétions venant du foie. La bile, libérée par les cellules hépatiques, pénètre ainsi dans le duodénum par le sphincter d'Oddi. La bile est un liquide biologique jaune verdâtre qui fragmente les lipides. Sa production est permanente, et son stockage se fait dans la vésicule biliaire. Elle se compose de sels biliaires, de pigments biliaires (notamment la bilirubine), du cholestérol, des phospholipides et des électrolytes. Cependant, seuls les sels biliaires et les phospholipides contribuent à la digestion. La bile ne contient donc pas d'enzyme mais des sels qui permettent d'émulsifier les graisses, c'est-à-dire de fragmenter des gros globules lipidiques pour former des suspensions de petits globules de lipides.

d. «La digestion » dans le gros intestin

Les déchets, aliments non digérés, passent ensuite dans le gros intestin. Celui-ci a deux fonctions : absorber l'eau pour compacter les résidus de la digestion sous forme de selles et stocker les matières fécales jusqu'à leur élimination. De plus, le gros intestin abrite une foule de microbes, la flore intestinale, qui achève de transformer les aliments, notamment la cellulose, en décomposant les résidus hydrocarbonés présents dans les matières non digérées. La fermentation des glucides restants par ces bactéries entraîne un dégagement d'hydrogène, de dioxyde de carbone et de méthane. Ces dernières transformations contribuent à la formation de flatuosités dans le côlon et sont responsables de l'odeur des selles.

D'un point de vue mécanique, on distingue des mouvements lents et des mouvements de masse. Ces mouvements permettent le déplacement du contenu intestinal vers le rectum et sont à l'origine du besoin de défécation. Les déchets sont ensuite évacués par l'anus via le rectum, par relâchement des sphincters anaux.

Le rôle des organes dans les différentes étapes de la digestion sont récapitulées dans l'annexe III.

D) La digestion chimique des aliments

Il s'agit de l'hydrolyse des grosses molécules alimentaires en composés plus simples dont la taille finale permettra leur passage à travers les membranes cellulaires de la barrière intestinale. Ainsi, les glucides sont transformés en monosaccharides, les lipides, en monoglycérides, glycérol et acides gras, et les protéines en acides aminés, di- et tripeptides.

Puis, après digestion, les nutriments passent de la lumière du tube digestif au sang. C'est ce que l'on appelle l'absorption. Les nutriments seront alors distribués aux différents organes.

a. La digestion des glucides par les carboxyhydratases et leur absorption

Les glucides couvrent environ les 2/3 des besoins énergétiques. L'amidon représente la moitié des glucides ingérés dans les aliments, suivi par le saccharose et le lactose. La digestion des glucides commence dans la bouche grâce à l'amylase salivaire. Celle-ci scinde l'amidon, polymère de glucose, en oligosaccharides comme le maltose. La digestion des glucides se poursuit alors dans l'intestin grêle (à 95%) grâce aux sécrétions pancréatiques. Les enzymes permettant la digestion des glucides sont les carboxyhydratases. Sous l'action de ces enzymes, les polymères du glucose comme l'amidon, le glycogène, la cellulose, se transforment en disaccharides (maltose, saccharose et lactose). Ces disaccharides subissent ensuite une autre transformation. Sous l'action de maltase, saccharase ou lactase, ils se scindent pour former des monosaccharides (glucose, fructose et galactose) dans la bordure en brosse des cellules épithéliales de l'intestin.

Après transformations, les monosaccharides peuvent être absorbés pour être utilisés par les cellules. Ils passent alors vers le sang à travers les cellules muqueuses et les capillaires. Ils sont transportés par la veine porte jusqu'au foie.

Le glucose est absorbé dans la cellule muqueuse. Cette absorption nécessite un co-transport actif secondaire avec du Na^+ (symport). Ensuite, le glucose est transporté passivement dans le sang par un transporteur du glucose. Il s'agit d'une diffusion facilitée (Annexe IV).

L'absorption du galactose est la même que celle du glucose. Il y a donc compétition quand ils sont présents simultanément.

En revanche, le fructose pénètre dans les cellules épithéliales par diffusion facilitée. Il est transporté à travers la membrane luminale des entérocytes par transport passif.

Par la suite, les monosaccharides sont transportés vers le foie par la veine porte hépatique, puis passent par le cœur et sont acheminés à la circulation générale.

b. La digestion des protéines par les protéases et leur absorption

Les protides présents dans l'intestin grêle ont deux origines : les protéines alimentaires (60 à 90 g/j) et les protéines endogènes provenant des sécrétions salivaire, gastrique, pancréatique et biliaire (20 à 40 g/j). La digestion des protéines commence seulement dans l'estomac (Annexe V).

L'hydrolyse des protéines est catalysée par les protéases, enzymes protéolytiques nécessaires à leur digestion. Sous l'action de ces enzymes, il y a libération d'acides aminés, de dipeptides et de tripeptides.

Parmi les protéases, on distingue les exopeptidases (aminopeptidases et carboxypeptidases) et les endopeptidases (pepsine, trypsine et chymotrypsine), selon qu'elles attaquent une liaison peptidique à l'intérieur ou à l'extérieur de la chaîne peptidique. Les proenzymes protéolytiques sont des enzymes synthétisées, stockées et libérées sous une forme moléculaire inactive appelée proenzymes. Elles nécessitent une activation (par HCl ou par un autre enzyme). C'est le cas de la pepsine. Son précurseur est le pepsinogène, et son activation nécessite la présence d'acide chlorhydrique. Les pepsines sont à nouveau inactivées dans l'intestin grêle.

En revanche, d'autres endopeptidases sont activées dans l'intestin. C'est le cas de la trypsine qui nécessite du trypsinogène et une entérokinase pour devenir actif. Ces endopeptidases transforment et fragmentent les molécules protéiques en peptides plus courts. Finalement, l'hydrolyse terminale a lieu dans la bordure en brosse lorsque les di- et tri peptides sont hydrolysés en acides aminés.

Quelque soit leur source, la plupart des protéines sont scindées dans l'estomac en fragments peptidiques par la pepsine, puis dans l'intestin grêle par la trypsine et la chymotrypsine. Ces fragments sont ensuite scindés en acides aminés libres par la carboxypeptidase pancréatique et l'aminopeptidase, localisée sur les membranes luminales des cellules épithéliales de l'intestin grêle.

Une fois digérées, les protéines sont absorbées sous forme d'acides aminés libres et de di- et tripeptides, principalement dans le duodénum et le jéjunum. Les acides aminés sont absorbés par plusieurs systèmes de transport selon l'acide aminé transporté. Il s'agit d'un transport actif secondaire : les transporteurs utilisent un co-transport avec le sodium.

Les chaînes courtes, di- et tripeptides, peuvent être absorbés directement sans transformation par un système de cotransport avec H^+ . Il s'agit alors d'un symport actif tertiaire.

L'absorption luminale des acides aminés est donc un processus qui requiert de l'énergie sous forme d'ATP.

Les acides aminés et les peptides absorbés sont ensuite dirigés vers le foie via la veine porte hépatique. S'ils ne sont pas retenus par les hépatocytes, ils passent dans la circulation générale. Les cellules de l'organisme les utiliseront alors pour la synthèse des protéines et la production d'ATP.

c. La digestion des lipides par les lipases et leur absorption

La quantité de lipides ingérés (sous forme de beurre, d'huile, de margarine, de lait, de charcuterie...) varie selon les individus, de 60 à 150 g/j en moyenne. C'est une source majeure d'énergie pour l'homme (30 à 40%). Parmi les lipides, on distingue les triglycérides, les phospholipides, les esters du cholestérol et les vitamines liposolubles. C'est dans le foie que débute le métabolisme des lipides grâce à la sécrétion de la lipase pancréatique qui hydrolyse les triglycérides à chaîne courte en acides gras et glycérol (Annexe VI).

Les lipides sont insolubles dans l'eau. Le milieu intestinal étant aqueux, les lipides nécessitent donc une digestion particulière en 3 étapes, à commencer par l'émulsion des graisses grâce aux acides biliaires. Cette phase est gastrique et duodénale. Les graisses sont rendues hydrosolubles par mise en solution sous forme de fines gouttelettes lipidiques. Puis il y a un brassage mécanique et une absorption de sels biliaires en surface. Ensuite, il y a action des lipases pancréatiques qui dégrade chaque molécule de triacylglycérol, ce qui engendre la libération de monoglycérides, de glycérol et d'acides gras libres.

Enfin, il y a formation de micelles, petits disques contenant des sels biliaires, des phospholipides, des acides gras, du cholestérol et des glycérides, tous rassemblés autour des extrémités polaire de chaque molécule. Les micelles sont amphiphiles : le cœur est hydrophobe alors que la membrane est hydrophile. Ces structures permettent le passage en milieu hydrophile des lipides. Les micelles migrent alors vers la bordure en brosse de la membrane des cellules bordantes de l'épithélium intestinal, où ils libèrent leur contenu. L'absorption des micelles se fait donc par un mécanisme de diffusion. Dans les entérocytes, il y a une « recombinaison » des triglycérides qui passeront des entérocytes à la circulation périphérique, sous forme de chylomicrons, via le système lymphatique. Les chylomicrons sont alors transportés jusqu'au foie où les triglycérides sont associés à des lipoprotéines et transportés vers le tissu adipeux où ils sont stockés.

Quand le chyme atteint l'iléon, la majorité des sels biliaires est réabsorbée dans le sang et retourne au foie pour y être recyclés.

Du fait d'un caractère hydrophobe moindre et de leur petite taille, les acides gras à courte chaîne (moins de 10C) peuvent être absorbés directement sans la présence de bile ni formation de micelles. Ils traversent la paroi des cellules absorbantes par diffusion simple avant de passer dans les capillaires sanguins. Ils vont ensuite directement vers la veine porte qui les transporte jusqu'au foie.

II/ Cadre théorique

A) Définitions

Le concept de représentation est devenu incontournable dans le domaine de la pédagogie et de la didactique. Cependant, différentes appellations existent pour exprimer la même notion. On rencontre notamment les termes *conception mentale*, *représentation initiale*, *déjà-là*, *idée initiale*... sans toujours bien comprendre ce qui les différencient. Ainsi, selon la discipline étudiée, la définition de ces termes varie. A. Giordan et G. de Vecchi ont « relevé 28 qualificatifs et 27 synonymes, sans que ceux-ci apportent une quelconque précision supplémentaire ».¹³

Selon A. Giordan et G. de Vecchi, une conception est « un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations-problèmes »¹⁴. « Les conceptions correspondent à un tout, plus ou moins structuré et durable, possédant sa logique ou du moins sa cohérence propre »¹⁵. Il s'agit de structures mentales sous-jacentes qui permettent à l'enfant de s'exprimer sur une réalité qu'il rencontre, sur son rapport au monde à un instant donné. Elles sont donc construites en fonction de l'histoire personnelle de chaque apprenant, et sont donc amenées à évoluer lors de la construction progressive du savoir.

Toujours selon ces deux auteurs, les conceptions servent de système d'explication efficace et fonctionnel pour l'élève, à un moment donné, avant même qu'il ait suivi un enseignement. Elles sont actives et vont être amenées à évoluer tout au long de la construction du savoir en classe. Les représentations sont donc des stratégies cognitives employées par les élèves en réponse à un problème posé.

Pour J. Migne, l'un des premiers à avoir introduit le terme de représentation, « une représentation peut être considérée comme un modèle personnel d'organisation des connaissances par rapport à un problème particulier (...). La différence entre représentation et concept scientifique n'est pas une différence de degré, mais ils constituent deux modes de connaissance distincts.»¹⁶

Avant d'aborder un enseignement, les élèves ont donc déjà des idées sur les savoirs enseignés. C'est à travers celles-ci qu'ils essaient de comprendre les propos de l'enseignant, qu'ils

¹³ Giordan, A. (2010). *Aux origines du savoir - La méthode pour apprendre*. Nice : Editions Ovadia. p 128

¹⁴ Giordan, A. Op. cit.

¹⁵ Giordan, A. Op. cit.

¹⁶ J. Migne (1970) in *Education permanente*, 8, p 67-87 ; tiré de *Mots-clés de la didactique des sciences* de J-P. Astolfi

interprètent les situations proposées ou les documents fournis. Ces conceptions ont une certaine stabilité et l'apprentissage d'une connaissance, l'acquisition d'une démarche de pensée, en dépendent.

Une représentation initiale correspond donc à un ensemble d'idées et d'images mentales cohérentes explicatives, qui permettent aux apprenants de raisonner et d'interpréter leur environnement.

Ainsi, lorsqu'il est face à une nouvelle situation, l'apprenant met en jeu une démarche faisant intervenir différents éléments : idées, savoir-faire, système de décodage de la situation, façons de raisonner...

Dans *Aux origines du savoir*¹⁷, A. Giordan et G. de Vecchi ont modélisé ainsi les composants d'une conception : $\text{CONCEPTION} = f(\text{P.C.O.R.S.})$. Dans cette équation, P désigne un problème ; C un cadre de référence ; O les opérations mentales ; R le réseau sémantique ; et S les signifiants.

Le problème est défini comme l'ensemble des questions plus ou moins explicites qui induisent ou provoquent la mise en œuvre de la conception (moteur de l'activité intellectuelle) ; le cadre de référence est l'ensemble des connaissances périphériques activées par le sujet pour formuler sa conception (ce sont les autres représentations sur lesquelles l'apprenant s'appuie pour produire ses conceptions) ; les opérations mentales font référence à l'ensemble des opérations intellectuelles ou transformations que l'apprenant maîtrise et qui lui permettent de mettre en relation les éléments du cadre de référence et ainsi de produire et d'utiliser la conception (ce sont les invariants opératoires) ; le réseau sémantique correspond à l'organisation mise en place à partir du cadre de référence et des opérations mentales et qui permet de donner une cohérence sémantique à l'ensemble et par là produit le sens de la conception ; et les signifiants sont les signes, traces et symboles nécessaires à la production et à l'explication de la conception.

Bien qu'en didactique des sciences le terme de conception semble être préféré, j'emploierai dans ce mémoire, indistinctement les termes de conception et de représentation.

B) L'émergence des représentations

1) Intérêt de les faire émerger et de les prendre en compte

La prise en compte des représentations des élèves est importante à la fois pour les élèves eux-mêmes et pour les enseignants.

¹⁷ Giordan, A. (2010). *Aux origines du savoir - La méthode pour apprendre*. Nice : Editions Ovadia. p 138

Pour les élèves, parce qu'en exprimant leurs représentations, cela leur permet de faire le point sur ce qu'ils savent déjà, ou plus exactement, sur ce qu'ils pensent savoir. Par ce biais, ils entrent progressivement dans la notion à étudier, et ils commencent à se l'approprier.

L'émergence des représentations est également un outil pour l'enseignant. En effet, cela lui permet de faire un « état des lieux » des connaissances de ses élèves concernant la séquence qui va être étudiée par la suite. C'est notamment un bon moyen de mettre en évidence les difficultés rencontrées par les élèves. Il s'agit là d'une évaluation diagnostique, en début de séquence, qui prend en compte chaque élève individuellement. C'est donc un outil de prévention et de diagnostic.

En prenant en compte la diversité des élèves, il pourra construire un enseignement adapté, au plus proche des « attentes » et des besoins des élèves. Ainsi, il évitera de revenir longuement sur une notion qui semble avoir déjà été étudiée auparavant, mais insistera en revanche sur ce qui fait obstacle à l'apprentissage.

L'enseignant pourra ainsi construire des situations pédagogiques motivantes pour les élèves, avec pour objectif la maîtrise d'un concept scientifique, en faisant évoluer les conceptions initiales des élèves. C'est donc également un outil d'élaboration.

Le recueil des représentations est une « excellente méthode pour démarrer la formation. Elle favorise la motivation et le questionnement. Elles permettent aux apprenants de prendre du recul et d'explicitier ce qu'ils pensent ».¹⁸

2) Méthode de collecte et d'émergence des représentations

« L'important de la conception n'est pas ce qui est directement exprimé, ce sont les inférences que nous pouvons faire sur le fonctionnement mental de l'apprenant »¹⁹. Et c'est bien cela qui rend difficile l'émergence des conceptions des apprenants puisque ce qui émerge, ce n'est pas tant la conception elle-même que sa manifestation externe.

Toutefois, il existe divers outils et méthodes pour faire émerger les représentations des élèves. A. Giordan et G. de Vecchi en ont retenu douze²⁰. L'enseignant peut : demander la définition de certains mots ; faire faire un dessin, un schéma représentant un élément ou un phénomène ; poser des questions sur des faits ponctuels ; montrer une photo ou un schéma et demander

¹⁸Giordan, A. (1993). Apprendre, comprendre, s'approprier l'environnement. *Cahiers Pédagogiques, Les représentations mentales* n°312. p35

¹⁹ Giordan, A. (2010). *Aux origines du savoir - La méthode pour apprendre*. Nice : Editions Ovidia. p 129

²⁰ Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*. Paris : Delagrave Edition. p 63

d'en faire un commentaire ; placer les personnes en situation de raisonner par la négative ; réaliser soi-même une expérience qui étonne et demander d'émettre des hypothèses pour expliquer ces résultats ; mettre en situation de choisir parmi différents modèles analogiques, celui qui aide le mieux à comprendre le phénomène étudié ou proposer de construire soi-même un modèle explicatif ; placer les personnes devant des faits, des affirmations d'apparence contradictoires et laisser une discussion se développer ; faire en sorte que les gens s'expriment à travers des jeux de rôle ; mettre en situation de se confronter avec une conception fausse provenant d'un autre élève ; confronter les personnes avec une conception en relation avec des croyances anciennes ou actuelles... Il faut surtout être à l'écoute des apprenants en les écoutant et les observant : les conceptions apparaissent à n'importe quel moment de la démarche et ce sont souvent celles-ci qui sont les plus intéressantes.

Le choix de la méthode de recueil varie notamment en fonction de l'âge du public auquel l'enseignant s'adresse.

La question initiale doit, dans l'idéal, être posée par un élève, ou se référer à des situations familières. Elle doit créer une situation stimulante et susciter l'intérêt des élèves. Cette question doit amener des réponses à la fois descriptives et explicatives. En effet, c'est en expliquant le fonctionnement d'un phénomène que le système sous-jacent utilisé par l'élève commencera à se révéler. En réalisant un travail de métacognition, l'élève verbalise ses méthodes opératoires, ce qui permet à l'enseignant de prendre connaissance du système explicatif utilisé par l'apprenant.

En plus des questionnaires écrits, il semble nécessaire de collecter oralement les représentations des élèves. En effet, l'expression orale permet d'enrichir, de compléter et de clarifier les idées exprimées à l'écrit. Cette phase orale peut être individuelle (en face à face avec l'enseignant) ou collective. La mise en commun à l'avantage de faire prendre conscience aux enfants d'une part que les autres élèves peuvent avoir des conceptions différentes des leurs, et d'autre part, elle permet la confrontation des différentes conceptions ce qui permet de révéler les contradictions qui existent entre leurs différentes représentations. Les élèves devront faire un travail d'argumentation afin d'exposer aux autres élèves comment ils expliquent et comprennent tel ou tel phénomène. Ainsi, c'est un débat scientifique qui va s'instaurer dans la classe, ce qui permettra notamment de développer des capacités d'écoute, d'argumentation, de respect à la fois des idées des autres mais aussi des règles du débat comme la prise de parole.

C) *Les origines des conceptions*

Du fait qu'elles ne sont pas liées à un apprentissage scolaire, puisqu'elles préexistent à tout enseignement, l'origine des représentations n'est pas simple à déterminer. Elles sont le fruit des expériences personnelles des enfants, dans leur environnement habituel et sont donc connotées affectivement. C'est ce que révèlent A. Giordan et G. de Vecchi : « *les conceptions ont une genèse à la fois individuelle et sociale* »²¹. Ils insistent même dans *L'enseignement scientifique : comment faire pour que ça marche ?*, en disant que « *le milieu socioculturel joue, dans certains cas, un rôle prépondérant.* »²²

Dans *Mots clés de la didactique des sciences*²³, Astolfi indique quant à lui que les origines possibles des représentations sont à chercher principalement dans quatre domaines :

- « La *psychologie génétique* (en référence à J. Piaget) : les conceptions dépendent de « l'inachèvement du développement cognitif », du degré de maturation des apprenants (de l'âge auquel se font les apprentissages) ». Ainsi, selon le niveau de développement de l'enfant, la conception sera d'un degré de formulation et d'un niveau de complexité différent. L'enfant apprend en fonction de ses capacités mentales, de son appréhension du monde...
- « L'*épistémologie* (en référence à Bachelard) : il faut créer une rupture permettant de passer d'une « connaissance commune » à un savoir scientifique ». En effet, il faut que l'enfant réussisse à passer de sa conception première du phénomène (qui prend souvent naissance dans la vie quotidienne) au savoir savant. Selon Bachelard, « il s'agit (...) de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne »²⁴. Ainsi, la construction des notions scientifiques est marquée par des ruptures qui permettent d'évoluer et de dépasser les expériences de la vie quotidienne.
- « La *psychologie sociale* (prônée par Moscovici) : la représentation sociale est une modalité de connaissance particulière ayant pour fonction l'élaboration des comportements et la communication entre individus. (...) Le passage du niveau de la science à celui des représentations sociales implique une discontinuité (...), condition nécessaire de l'entrée de chaque connaissance physique, biologique, physiologique, etc dans le laboratoire de la

²¹ Giordan, A. (2010). *Aux origines du savoir - La méthode pour apprendre*. Nice : Editions Ovadia. p 136

²² Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*. Paris : Delagrave Edition. p 60

²³ Astolfi, J.P., Darot, E., Darot, E., Ginsburder-Vogel, Y., Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck. p 149 à 154

²⁴ G. Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938, p18 ; tiré de *Mots-clés de la didactique des sciences* de J-P. Astolfi.

société »²⁵. Dans ce cas, la représentation a pour origine les interactions entre individus. Il y a alors influence de certaines personnes qui parviennent à imposer leurs idées et plus généralement, il y a influence de l'environnement dans lequel vit l'apprenant.

- « *L'approche psychanalytique* (se réfère à Freud) : certaines représentations renvoient à des processus en liaison avec l'énergie psychique ». Ce champ révèle qu'il y aurait des interférences entre ce que l'élève sait et ce qu'il exprime réellement pour répondre aux attentes de l'enseignant.

D) La difficulté à dépasser les conceptions

Concernant sa valeur épistémologique, la représentation constitue à la fois un outil (pour l'élève et le professeur), mais également un obstacle. En effet, « *un apprenant n'est nullement un sac vide que l'on peut « remplir de connaissances », et encore moins un objet de cire conservant en mémoire les empreintes qu'on y a moulées* »²⁶. L'apprenant dispose de conceptions initiales qui sont fortement ancrées, et qu'il va falloir dépasser pour accéder au nouveau savoir.

1) La notion d'obstacle

a. Définition

L'obstacle, c'est ce qui fait « opposition » aux apprentissages. C'est une connaissance qui s'oppose à la construction d'un savoir. On distingue des « *obstacles épistémologiques (qui résultent de l'analyse des contenus), psychogénétiques (qui dépendent de l'état de développement logique) et didactiques (qui sont la conséquence involontaire des actions didactiques antérieures)* »²⁷. L'obstacle se caractérise à la fois par sa résistance, puisqu'il est difficile à surmonter, et par sa transversalité, dans la mesure où un obstacle peut avoir plusieurs dimensions. Il est polymorphe et correspond à plusieurs modes de pensée en lien les uns avec les autres.

Selon M. Fabre, « *l'obstacle n'est pas ce contre quoi viendrait « buter » la pensée, mais il est dans la pensée elle-même, dans les mots, l'expérience quotidienne, l'inconscient* »²⁸.

La notion d'obstacle épistémologique a été introduite par G. Bachelard. Les représentations

²⁵ S. Moscovici, La psychanalyse, son image et son public, Paris, PUF, 1961, pp23-27 ; tiré de *Mots-clés de la didactique des sciences* de J-P. Astolfi.

²⁶ Giordan, A. (2010). *Aux origines du savoir - La méthode pour apprendre*. Nice : Editions Ovadia . p 111

²⁷ Astolfi, J.P., Peterfalvi, B., Vérin, A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz. p 255

²⁸ Michel FABRE. *Bachelard éducateur*. Paris. PUF. 1995.

initiales seraient à l'origine des difficultés rencontrées par les élèves pour accéder à la connaissance scientifique.

En effet, les systèmes de pensée utilisés par les élèves, leur permettent d'expliquer un phénomène de façon satisfaisante à un instant donné, face à une situation précise. Cette explication, puisqu'elle lui semble valide, empêche l'intégration d'un nouveau modèle explicatif. Il s'agit d'un modèle de fonctionnement économique et confortable de la pensée. Le professeur va donc avoir comme objectif d'amener les élèves vers le savoir scientifique, en modifiant leurs représentations.

Cette idée était exprimée par G. Bachelard quand il disait qu'« *on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation* »²⁹.

La conception peut faire obstacle à la construction d'un savoir de niveau supérieur. Il va donc falloir le surmonter pour accéder à une connaissance scientifique « véritable », et admise par la communauté scientifique.

Cette idée est illustrée par la métaphore de l'iceberg empruntée à P. Jonnaert³⁰.

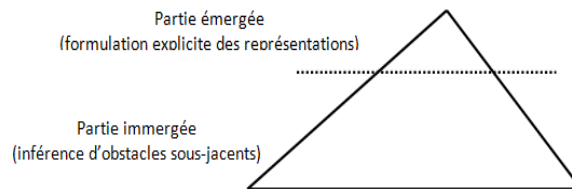


Figure 8 : Métaphore de l'iceberg

G. De Vecchi et N. et Carmona-Magnaldi indiquent que, puisque « *une conception a une origine profonde, qu'elle est simple, en relation avec le réel, logique... elle s'avère particulièrement résistante au changement* ». Ils ajoutent qu'« *un obstacle correspond à une conception fausse ou incomplètement élaborée qui empêche l'apprenant d'avancer dans la construction d'un savoir. Ce peut être aussi un manque de connaissances, d'outils, de compétences qui ne permettent pas d'entrer dans un problème* »³¹.

²⁹ Gaston Bachelard (1999). La formation de l'esprit scientifique. Paris : Librairie philosophique Vrin. (1ère édition : 1938). Chapitre 1^{er} ; tiré de *Mots-clés de la didactique des sciences* de J-P. Astolfi.

³⁰ D'après Jonnaert, P. (1988) *Conflits de savoirs et didactique*. Bruxelles: De Boeck Université

³¹ De Vecchi, G. et Carmona-Magnaldi, N. (1996). *Faire construire des savoirs*. Paris : Hachette Education. p 48 et 54

Par conséquent, l'obstacle représente le témoin de la construction de la pensée. Les erreurs qui apparaissent alors sont des signes d'obstacles auxquels la pensée est confrontée.

b. Obstacle à l'évolution des concepts

L'étude des conceptions initiales met parfois en évidence des obstacles qui entravent l'accès au concept. A. Giordan et G. de Vecchi³² les ont caractérisés ainsi : il y a obstacle quand :

- L'apprenant manque d'informations
- L'apprenant n'a pas envie de changer de conception
- L'apprenant n'arrive pas à construire une nouvelle connaissance car il a déjà des idées préconçues qui l'empêchent de percevoir la réalité du phénomène ou d'intégrer une nouvelle information qui vient en contradiction avec la représentation initiale.
- L'apprenant est incapable de construire un savoir car il ne possède pas les outils nécessaires à cette intégration (opérations mentales, stratégies à utiliser, connaissances périphériques qu'il faut posséder pour comprendre ce qui est apporté...).

2) La notion d'objectif

La notion d'objectif est issue du modèle behavioriste de l'apprentissage de Skinner et Watson. L'objectif permet de définir les connaissances que l'élève doit acquérir en termes de savoirs ou de connaissances, de savoir-faire ou de capacités, de savoir-être ou d'attitudes. Il s'exprime souvent sous la forme « *l'élève est capable de ...* ».

Les objectifs définis amènent à découper les tâches intellectuelles en petites unités, de façon à faciliter la réussite des élèves. Définir des objectifs pédagogiques permet donc de structurer l'apprentissage.

Dans ce cas, les objectifs d'apprentissage sont définis préalablement, seulement à partir de l'analyse des programmes officiels.

Selon la Programmation Neuro-Linguistique (PNL), un objectif doit répondre à plusieurs critères qui se regroupent sous l'acronyme SMART : Simple ou Spécifique ; Mesurable ; Acceptable ; Réaliste ; Temporel.

3) La notion d'objectif-obstacle

Parmi les objectifs possibles (évoqués dans les instructions officielles), il s'agit de faire des obstacles repérés un critère essentiel de sélection. Il s'agit d'exprimer les objectifs en termes d'obstacles franchissables. Ces obstacles vont alors devenir des objectifs-obstacles.

³² Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*. Paris : Delagrave Edition. p 90

Cette notion a été introduite par J.L. Martinand (1986). Ainsi, l'enseignant ne peut réellement construire les séances que lorsqu'il a fait émerger les conceptions des élèves. « *Les véritables objectifs de l'enseignement scientifique n'ont donc pas à être définis a priori, et indépendamment des représentations des élèves* »³³. Les objectifs d'apprentissage doivent prendre appui sur les connaissances des élèves, et sur les questions qu'ils se posent. Il faut alors que l'enseignant sélectionne les obstacles qu'il pense franchissables par les élèves, et qui rentrent dans le cadre du programme, et des connaissances à acquérir.

Selon P. Meirieu, un objectif-obstacle, c'est un « *objectif dont l'acquisition permet au sujet de franchir un palier décisif de progression en modifiant son système de représentations et en le faisant acquérir un niveau supérieur de formulation* »³⁴.

L'enseignant va prendre appui sur les difficultés rencontrées par les élèves, pour déterminer l'obstacle, et il se donne comme objectif de le renverser. Ce processus tend à dynamiser les apprentissages (Annexe IX).

Dans cette notion d'objectif-obstacle, l'erreur prend une place importante, mais elle n'est pas négative et n'est pas stigmatisée. Son statut est même valorisé puisqu'elle est le point de départ de la construction des nouveaux apprentissages.

Le concept d'objectif-obstacle se situe dans une conception socioconstructiviste de l'apprentissage.

E) La prise en compte didactique

1) Que faire avec les représentations ?

L'enseignant peut avoir plusieurs attitudes face aux conceptions de ses élèves. Faire émerger et collecter les représentations initiales des élèves paraît insuffisant si on veut réellement les prendre en compte. Ainsi, face à ces données, plusieurs pistes de travail existent pour tenter de les intégrer à l'enseignement-apprentissage. En effet, selon A. Giordan, on peut « *faire avec, faire sans, faire contre ou faire avec pour aller contre* », la dernière méthode étant celle qu'il privilégie.

³³ Astolfi, J.P., Darot, E., Darot, E., Ginsburder-Vogel, Y., Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck. p 125

³⁴ Meirieu, P. (1989). *Apprendre... oui mais comment ?*. Paris : ESF Edition. p. 187

a. Faire sans

Selon A. Giordan et G. de Vecchi, c'est le cas de 99% des pédagogues³⁵. Il s'agit de ne pas reconnaître les représentations initiales, c'est-à-dire faire comme si elles n'existaient pas. L'enseignant les évite, soit parce qu'il n'en a pas conscience, soit parce qu'il a peur que ces conceptions viennent parasiter l'enseignement-apprentissage.

C'est l'idée de Condillac qui affirmait que « *l'enfant n'est qu'une cire molle qu'il s'agit d'imprégner* ».

Dans ce cas, l'enseignant ne tient pas compte de celui qui apprend.

G. de Vecchi indique que « *les enseignants n'ont pas conscience de l'existence de conceptions fausses chez leurs élèves. On sait que celles-ci persistent, se renforcent même et constituent un blocage pour construire un nouveau savoir. Ne pas en tenir compte correspond à ne pas faire exister réellement les apprenants par rapport à leurs savoirs* »³⁶.

A. Giordan corrobore cette idée en affirmant que « *si l'on n'en tient pas compte, ces conceptions se maintiennent et le savoir proposé glisse à la surface des apprenants sans même les concerner ou même les en imprégner* »³⁷.

b. Faire contre

Il s'agit dans un premier temps de faire émerger les représentations des élèves puis, dans un second temps, si elles sont fausses, l'enseignant tente de les éliminer en transmettant le « savoir véritable ». Mais peut-on éliminer une conception en donnant directement « la bonne réponse » ? L'expérience et les recherches montrent que non.

Dans *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche ? »*, A. Giordan et G. de Vecchi indiquent que dans ce cas, « *le maître ne fait que fournir une connaissance « plaquée » qui sera très vite oubliée. On pourrait comparer cela à une affiche que l'on placarde et qui, quelques temps après, en se décollant, découvre ce qu'elle masquait. Ainsi, une suite d'apprentissages de ce type s'avère peu rentable et cela pose le problème du statut d'un véritable savoir scientifique* »³⁸. La conception pourra alors ressortir de façon incongrue.

³⁵ Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche ? »*. Paris : Delagrave Edition. p 85

³⁶ De Vecchi, G. et Carmona-Magnaldi, N. (1996). *Faire construire des savoirs*. Paris : Hachette Education. p58

³⁷ Giordan, A. (1993). Apprendre, comprendre, s'approprier l'environnement. *Cahiers Pédagogiques, Les représentations mentales* n°312, p35

³⁸ Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche ? »*. Paris : Delagrave Edition. p 27

c. *Faire avec*

Dans ce cas, l'enseignant se cantonne alors à faire exprimer les conceptions de ses élèves. Il utilise ces conceptions comme un outil didactique qui permet de motiver les élèves, puis il en reste là. Mais « *s'appuyer sur les conceptions des apprenants ne veut pas dire y rester* »³⁹.

d. *Faire avec pour aller contre*

Selon cette théorie, l'enseignant doit faire exprimer les représentations initiales de ses élèves, puis il les fait confronter entre-elles, l'objectif étant de s'appuyer dessus pour les faire évoluer. Il ne s'agit pas d'apporter tel quel le savoir scientifique auquel on veut parvenir, mais il faut créer des situations qui permettent aux élèves de se rendre compte de l'invalidité de leurs représentations, afin qu'ils émettent des hypothèses qu'ils vérifieront par la suite.

« Faire avec pour aller contre », proposition qui peut paraître paradoxale, est à l'origine du « modèle allostérique de l'apprentissage » proposé par A. Giordan.

Dans ce processus d'apprentissage, l'élève doit « *aller le plus souvent contre sa conception initiale, mais il ne pourra le faire qu'en faisant avec, et cela jusqu'à ce qu'elle craque quand cette dernière lui paraîtra limitée ou moins féconde qu'une autre déjà formulée* »⁴⁰.

Lors d'un travail de groupe, les élèves vont devoir débattre et échanger autour des différentes conceptions qui ont émergées. Au cours de cette phase de discussion, les élèves prennent du recul, ils doivent à la fois argumenter pour défendre leurs propres idées, mais ils sont aussi amenés à prendre en compte les idées et les explications des autres élèves. Ils vont alors émettre ensemble des hypothèses, soit en parvenant à détacher une représentation qui leur semble la plus vraisemblable parmi celles du groupe, soit en exprimant une nouvelle. A la suite de cette phase théorique, les élèves sont amenés à réaliser des observations, des expérimentations, des recherches documentaires... Ainsi, les élèves tâtonnent et approchent progressivement, et par eux-mêmes, le savoir scientifique.

2) La notion de conflit socio-cognitif

Un conflit sociocognitif, c'est le déséquilibre produit dans la connaissance suite à la confrontation d'au moins deux points de vue différents à propos du même problème. Il y a alors un désaccord entre les deux participants, et le dépassement de ce conflit aboutira à une nouvelle réponse qui sera commune aux deux intervenants. Cette confrontation conduit donc

³⁹ Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*. Paris : Delagrave Edition. p 12

⁴⁰ http://www.ldes.unige.ch/publi/rech/th_app.htm

au développement cognitif de l'apprenant.

Ce conflit fait apparaître un premier *déséquilibre interindividuel*, puisque chaque élève est confronté à des points de vue divergents. Il y a alors une décentration cognitive. Confronté à l'obstacle que représente le point de vue d'autrui, l'enfant va devoir tenir compte de la possibilité de l'existence d'autres hypothèses.

Cette prise de conscience provoque un second déséquilibre, *intraindividuel* cette fois. En effet, l'apprenant doit reconsidérer ses propres conceptions mais également celles d'autrui pour construire ensemble un nouveau savoir. Il faut donc que les élèves restructurent leur pensée pour produire une solution qui leur paraisse plus appropriée. Il s'agit alors de la résolution cognitive du conflit.

« Un conflit cognitif se développe lorsqu'apparaît, chez un individu, une contradiction ou une incompatibilité entre ses idées, ses représentations, ses actions. Cette incompatibilité, perçue comme telle ou, au contraire, d'abord inconsciente, devient la source d'une tension qui peut jouer un rôle moteur dans l'élaboration de nouvelles structures cognitives »⁴¹.

L'apprentissage, quand il fait intervenir des conflits sociocognitifs, conduit donc à une déstructuration cognitive et à une déstabilisation affective et se fait par le biais d'interactions sociales.

3) La notion de situation-problème

La prise en compte des représentations dans les apprentissages scolaires impose tout d'abord à l'enseignant de créer des situations permettant de les faire émerger. Ensuite, il doit créer des situations de confrontation entre les différentes représentations. On l'a vu, cette confrontation peut déboucher sur un conflit socio-cognitif où les interactions entre apprenants permettent l'évolution des représentations. Ensuite, l'enseignant doit créer des situations-problème qui vont amener les élèves à modifier leur système explicatif. Cette situation va perturber l'apprenant. Il s'agit de situations dans lesquelles les élèves prennent conscience que leurs conceptions initiales sont fausses ou incomplètes.

Ces situations d'apprentissages visent le franchissement d'un obstacle. En effet, c'est dans la résolution du problème que l'apprentissage va s'effectuer.

« Cela suppose que l'on s'assure, à la fois de l'existence d'un problème à résoudre et de l'impossibilité de résoudre le problème sans apprendre »⁴².

⁴¹ Astolfi, J.P., Darot, E., Darot, E., Ginsburder-Vogel, Y., Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck. p35

⁴² Meirieu, P. (1988). *Apprendre... oui mais comment ?*. Paris : ESF Edition.

Cornu et Vergnion (1992), affirme que construire une situation-problème n'est pas chose aisée pour l'enseignant. « *Il faut avoir bien clarifié l'objectif cognitif qu'il souhaite atteindre avec ses élèves, donc bien connaître leur niveau, l'obstacle sur lequel ils vont buter, et qui va les faire progresser quand ils auront trouvé le moyen de le franchir* ».

Dans *Mots-clés de la didactique des sciences*, Astolfi s'inspire de G. Robardet et R. Charnay, pour donner les caractéristiques d'une situation-problème :

1. Une situation problème est organisée autour du franchissement d'un obstacle.
2. L'étude s'organise autour d'une situation à caractère concret, qui permet à l'élève de formuler hypothèses et conjonctures.
3. Les élèves perçoivent la situation qui leur est proposée comme une véritable énigme à résoudre, dans laquelle ils sont en mesure de s'investir. (...) Le problème, bien qu'initialement proposé par le maître devient alors « leur affaire ».
4. Les élèves ne disposent pas, au départ, des moyens de la solution recherchée, en raison de l'existence de l'obstacle qu'il doit franchir pour y parvenir. C'est le besoin de résoudre qui conduit l'élève à élaborer ou s'approprier collectivement les instruments intellectuels, qui seront nécessaires à la construction d'une solution.
5. La situation doit offrir une résistance suffisante, amenant l'élève à y investir ses connaissances antérieures disponibles ainsi que ses représentations, de façon à ce qu'elle conduise à leur remise en cause et à l'élaboration de nouvelles idées.
6. La solution ne doit pourtant pas être perçue comme hors d'atteinte pour les élèves (...) L'activité doit travailler dans une zone proximale, propice au défi intellectuel à relever et à l'intériorisation des « règles du jeu ».
7. L'anticipation des résultats et son expression collective précèdent la recherche effective de la solution.
8. Le travail de la situation problème fonctionne ainsi sur le mode du débat scientifique à l'intérieur de la classe, stimulant les conflits sociocognitifs potentiels.
9. La validation de la solution et sa sanction n'est pas apportée de façon externe par l'enseignant, mais résulte du mode de structuration de la situation elle-même.
10. Le réexamen collectif du cheminement parcouru est l'occasion d'un retour réflexif, à caractère métacognitif ; il aide les élèves à conscientiser les stratégies qu'ils ont mis en œuvre de façon heuristique, et à les stabiliser en procédures disponibles pour de nouvelles situations-problèmes.

F) Le savoir scientifique

1) Qu'est ce que le savoir scientifique ?

Le savoir scientifique est souvent défini comme une « vérité indiscutable » et un « savoir figé ». Cela pose la question de savoir ce qu'est la vérité, et plus encore s'il existe une vérité.

L'auteur de *La main à la pâte* s'exprime en ces termes à ce sujet : « *Qu'est ce que la vérité ? Voilà une question bien inhabituelle dans nos sociétés emplies de scepticisme (...). Pourtant, on apprend à l'enfant, on l'aide à découvrir qu'il ne faut ni mentir aux autres ni à soi-même : il y a bien, qu'on le veuille ou non, du « vrai » et du « faux ». Il faut donc qu'il y ait du vrai et du moins vrai, que certaines affirmations soient de l'ordre de l'opinion et reconnues comme telles, d'autres de l'ordre de la conviction, tandis que d'autres encore, touchant à la nature des choses, puissent s'imposer au consensus de tous, quel que soit celui qui les énonce ou les entende.* »⁴³

Certains auteurs comme Popper définissent le savoir scientifique comme un savoir explicatif (argumenté et justifié), problématisé (qui répond à une problématique initiale) et critiqué (il est discuté, remis en question, par les scientifiques notamment). En effet, une théorie scientifique se construit par la critique et l'élimination des théories antérieures. Cette « vérité scientifique » est une production intellectuelle qui résulte d'un raisonnement rigoureux, souvent basée sur l'expérimentation.

Il faut noter qu'un savoir scientifique, est juste à un moment donné, pour une société donnée, avec les préoccupations sociétales du moment et avec les connaissances actuelles des chercheurs. A cet instant donné, il y a eu un consensus pour valider un modèle, mais celui-ci sera vraisemblablement remis en cause dans le futur, par d'autres chercheurs. C'est ainsi qu'évolue un concept scientifique. Il y a constamment une réadaptation des concepts qui ont fonctionné à un certain moment, mais qui ne cadrent plus avec les nouvelles connaissances.

Dans *La main à la pâte*, G. Charpak affirme qu'il « *existe des énoncés faux, reflets d'ignorance, de représentations grossières ou d'erreurs de raisonnement, sur lesquels le consensus s'est pourtant fait pour un temps.* » Il poursuit en disant que « *le consensus qui se construit autour d'un énoncé scientifique est fragile, car il dépend de notre lucidité.* »⁴⁴

⁴³ Charpak, G. (2011). *La main à la pâte – Les sciences à l'école primaire*. Paris : Flammarion. p 47/48

⁴⁴ Charpak, G. (2011). *La main à la pâte – Les sciences à l'école primaire*. Paris : Flammarion. p 48

De même, à l'école élémentaire, on est parfois obligé d'enseigner aux enfants des savoirs partiels et incomplets d'un point de vue scientifique, dans un souci de simplification des savoirs notamment. Ce savoir évoluera et sera remis en cause dans la suite de la scolarité des élèves. L'élève comprendra alors que ce qui était avancé comme étant impossible à un moment de sa scolarité est en réalité possible mais qu'il ne disposait pas à ce moment là des connaissances nécessaires pour appréhender la notion dans son intégralité. Ce n'est donc pas le savoir enseigné qui est erroné, puisque c'est volontaire de la part de l'enseignant afin de s'adapter au développement de l'enfant, mais c'est l'idée d'impossibilité qui est inexacte. Cela met en avant la nécessité d'un enseignement spiralaire pour que les apprentissages se fassent progressivement, suivant la maturation des élèves.

Selon A. Giordan et G. de Vecchi, « *un savoir scientifique n'est pas l'accumulation d'une somme de connaissances mais quelque chose de construit qui met en relation un certain nombre d'éléments et qui élabore ainsi, par approximations successives, quelques grands concepts* ». ⁴⁵

Pour A. Giordan, un concept scientifique ne se construit jamais à partir d'un seul exemple, éventuellement accompagné d'un contre exemple. Il se construit progressivement par oppositions, généralisations et remodelages successifs. Cela met en avant la nécessité que les élèves soient acteurs de leurs apprentissages, et de la construction de leur savoir, sans renier pour autant le rôle de l'enseignant comme transmetteur et médiateur des savoirs.

2) L'acquisition des savoirs à l'école primaire

a. Le travail de l'enseignant en amont : la transposition didactique

D'après l'ouvrage *Mots clés de la didactique des sciences*, les savoirs savants sont transformés en savoirs à enseigner par ce que l'on appelle la transposition didactique⁴⁶. Pour l'enseignant, il s'agit de déterminer le niveau de formulation attendu ainsi que ce qu'il veut que les élèves retiennent à l'issue des séquences d'apprentissage. En effet, à l'école primaire, il ne s'agit pas d'acquérir le savoir scientifique tel qu'il a été établi par les chercheurs, mais d'accéder à un savoir simplifié, adapté aux capacités des enfants. Le savoir savant est donc remanié et adapté à l'âge et au niveau des élèves.

⁴⁵ Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*. Paris : Delagrave Edition. p189

⁴⁶ Astolfi, J.P., Darot, E., Darot, E., Ginsburder-Vogel, Y., Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck. p179

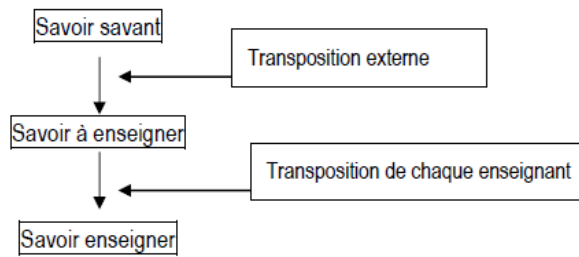


Figure 9 : Schéma de la transposition didactique

Selon Astolfi, dans *La didactique des sciences*, « il existe ainsi une épistémologie scolaire que l'on peut distinguer de l'épistémologie en vigueur dans les savoirs de références »⁴⁷.

Un enseignement spiralaire permettra aux élèves de tendre progressivement vers le « savoir savant » au cours de leur cursus scolaire.

Ainsi, dans les instructions officielles, dans le domaine « le fonctionnement du corps humain et la santé » qui est au programme de tout le cycle 3, plusieurs notions sont liées au concept de digestion, notamment l'alimentation en CE2.

La digestion des aliments et le devenir des nutriments est également au programme de la classe de 5ème. Les élèves apprendront alors que « les organes utilisent en permanence des nutriments qui proviennent de la digestion des aliments, (que) la transformation de la plupart des aliments consommés en nutriments s'effectue dans le tube digestif sous l'action d'enzymes digestives, (que) ces transformations chimiques complètent l'action mécanique, (que) les nutriments passent dans le sang au niveau de l'intestin grêle, (et que) des apports énergétiques supérieurs ou inférieurs aux besoins de l'organisme favorisent certaines maladies »⁴⁸.

b. L'élève acteur de ses apprentissages

L'acquisition de nouveaux savoirs ne peut se faire à l'encontre de l'élève, notamment parce que cela va nécessiter qu'il dépasse son niveau de pensée initial. Cela implique une réorganisation des processus cognitifs, une mutation intellectuelle de la part de l'élève. En effet, dans *Apprendre !*, A. Giordan affirme que « l'apprendre se construit toujours contre ce que l'on sait déjà (...). Dans le même temps, l'émergence de nouveaux savoirs est inséparable

⁴⁷ Astolfi, J.P., Develay, M. (1993). *La didactique des sciences*. Paris : PUF (5^{ème} édition). p43

⁴⁸ Bulletin officiel spécial n° 6 du 28 août 2008 – Programmes du collège : Programmes de l'enseignement de sciences de la vie et de la Terre

des savoirs existants »⁴⁹. Cela montre une nouvelle fois qu'on ne peut ignorer ce que sait ou pense savoir l'élève avant le début d'une séquence.

Dans *Faire construire des savoirs*, G. De Vecchi indique que « *l'apprentissage va se réaliser à partir de ce qui est présent, en le modifiant, en l'affinant et en lui donna une certaine ampleur. Construire un savoir c'est partir et bifurquer, c'est-à-dire s'engager sur un chemin de traverse qui conduit en un lieu ignoré. Cette démarche est la base de toute construction de savoirs* »⁵⁰.

Une des façons de rendre l'élève actif, c'est l'expérimentation et la manipulation. Il faut aller de l'exemple, du cas particulier et expérimental, vers un cas général, qui pourra servir de modèle, et qui sera plus global.

Cela implique aussi de faire acquérir aux élèves des compétences transversales comme l'esprit critique, la nécessité de prendre du recul sur les observations et les informations, de remettre en cause les conditions de leur expérimentation... Cela leur permettra notamment par la suite de pouvoir comprendre la nature provisoire du savoir scientifique et de faire naître chez les élèves l'intérêt pour le progrès scientifique et technique.

Néanmoins, pour accéder à un savoir généralisé et conceptualisé, l'expérimentation et les recherches ne sont pas toujours suffisantes. Une phase de structuration et d'institutionnalisation des connaissances est essentielle. Dans cette étape, l'enseignant semble jouer un rôle essentiel. Il est là pour concevoir une organisation pédagogique favorisant l'accès au savoir. Au cours de l'accès vers le savoir, il a un rôle de « directeur de recherche » : il doit avoir à l'esprit les objectifs notionnels et les représentations qu'il veut faire évoluer chez les élèves. Il doit les guider vers un savoir scientifique adapté. L'enseignant est aussi un « synthétiseur » : il doit synthétiser les idées des élèves, éventuellement en les reformulant, en faisant expliciter les idées des élèves.

Dans cette phase, la verbalisation semble plus que nécessaire. Il faut que l'élève soit capable de reformuler ce qu'il a fait pour passer de l'activité réalisée au concept généralisé et plus rigoureux.

Selon G. De Vecchi, « *s'approprier un savoir passe par des moments de structuration. En effet, il faut aussi les amener à structurer ce savoir, c'est-à-dire à passer de connaissances*

⁴⁹ Giordan, A. (1998). *Apprendre !*. Paris : Débats Belin. p61

⁵⁰ De Vecchi, G. et Carmona-Magnaldi, N. (1996). *Faire construire des savoirs*. Paris : Hachette Education. p46

ponctuelles à un savoir de type conceptuel, ou, si l'on préfère, d'aller d'un cas particulier vers une vision générale. »

c. La construction d'un concept à l'école élémentaire

Pour moi, une des façons les plus intéressantes de construire un concept chez les enfants, après avoir pris en compte ses conceptions initiales dans une *pédagogie socio-constructiviste*, c'est la manipulation et l'expérimentation. C'est d'ailleurs plus que préconisé dans les programmes officiels qui indiquent que les élèves doivent acquérir des « *compétences [...] dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique* »⁵¹. Il s'agit là d'une pédagogie dite « active », c'est-à-dire qui utilise des « *méthodes et [des] techniques pédagogiques qui utilisent et/ou provoquent l'activité de l'élève* »⁵². Cette idée est reprise dans les thèses de Vygotski, qui considère que l'apprentissage est un processus actif qui doit être mené grâce à l'investigation et la découverte et qu'il doit être basé sur la manipulation.

Cette méthode présente des avantages pour mettre en évidence un phénomène particulier directement observable. Comme le dit Jean-Pierre Astolfi, « *l'élève comprend mieux quand c'est concret, quand il peut toucher, agir* »⁵³.

Dans *La main à la pâte*, il est noté que « *l'enfant qui manipule des objets et qui expérimente des dispositifs mène une véritable enquête à sa mesure, laquelle le conduit à un résultat. Il ne peut y parvenir seul. Grâce aux questions du maître, il parle, il explique, il argumente en même temps qu'il manipule, il dessine, il interprète, il communique, il discute de son point de vue avec les autres. Il parcourt ainsi les quatre moments importants de la construction du savoir : il formule la question la plus juste, il mène l'investigation, il répond à la question et il communique ce qu'il voit ou pense. Quatre moments qui ne se succèdent pas de manière linéaire mais reviennent, se croisent, se combinent* »⁵⁴. Charpak ajoute que « *malgré l'hétérogénéité des publics et des classes, la curiosité, le goût de manipuler et de comprendre sont parmi les qualités les mieux partagées.* »⁵⁵

Il faut par la suite être capable de tirer des conclusions de ces expériences pour généraliser sur le concept. Pour cela, il faut émettre des hypothèses sur ce que l'on va observer, rechercher

⁵¹ Bulletin Officiel n°3 du 19 juin 2008.

⁵² Mialaret, G. cité par Altet, M. (2003). *Les pédagogies de l'apprentissage*.

⁵³ Astolfi, J-P., Demounem, R. (1996). *La didactique des sciences de la vie et de la terre* (page 99).

⁵⁴ Charpak, G. (2011). *La main à la pâte – Les sciences à l'école primaire*. Paris : Flammarion. p 76

⁵⁵ Op cit. p 41

comment les vérifier, mettre en place une expérience, observer et analyser les résultats... Néanmoins, se limiter à cette stricte manipulation ne permet pas de développer toutes les compétences chez les élèves.

Selon A. Giordan et G. De Vecchi, « *l'acquisition d'un savoir scientifique, correspond à un apprentissage d'attitudes, de démarches et de quelques grands concepts.* »

A. Giordan propose trois étapes dans la construction d'un concept :

- La formulation d'un acquis ponctuel, celui que l'on est autorisé à exprimer dans une situation de classe.
- Par comparaison et opposition, formulation d'un concept de portée plus générale, qui consiste à remplacer par une formulation unique ce qui jusqu'à présent faisait l'objet d'énoncés distincts.
- Progression vers un nombre limité de concepts de base préparant, sans y faire référence explicite, l'émergence ultérieures des théories ou modèles, ces derniers ne pouvant être manipulés qu'au niveau du second cycle d'enseignement.

G) Transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné

Dans la programmation proposée dans le Bulletin Officiel du 5 janvier 2012, l'enseignement de la digestion est préconisé en CM1. Cet enseignement concernant le fonctionnement du corps humain s'inscrit dans le cadre d'une première approche des fonctions de nutrition. En fin de cycle 3, les élèves doivent connaître l'appareil digestif et être capables de rendre compte de son fonctionnement, c'est-à-dire le trajet des aliments dans le tube digestif, leurs transformations, et leur passage dans le sang. Les élèves doivent être capables d'utiliser le vocabulaire de tube digestif, d'appareil digestif (ensemble des organes qui s'occupent de la digestion), de sucs digestifs (liquide contenant des enzymes, sortes de « ciseaux microscopiques » qui découpent les aliments), d'aliments, de nutriments et d'énergie.

A l'école primaire, les élèves abordent la digestion en observant ses manifestations et en étudiant ses principes élémentaires avec des formulations simples. Ne sont pas étudiés les actions mécaniques de la digestion, les simplifications moléculaires de la digestion, le nom et le rôle respectifs des enzymes digestives ainsi que les mécanismes de l'absorption.

Cet enseignement a été précédé en CE2 d'un travail sur l'alimentation. Les enfants connaissent donc déjà les notions de familles d'aliments, de besoins énergétiques... Ils ont déjà étudié les actions et l'influence des comportements alimentaires (Annexe X).

Il semble également nécessaire que la leçon « mélanges et solutions » ait été effectuée, ce qui permettra de réinvestir quelques notions, notamment le vocabulaire comme la dissolution, la filtration... L'étude préalable du thème « états de la matière et changements d'état », avec la transformation de la matière et les différents états de la matière (solide, liquide) semble également fondamentale afin de comprendre comment les aliments peuvent se transformer dans le corps.

I) Les conceptions habituelles des enfants à propos de la digestion

Dans *Comment faire pour que ça marche ?*, A. Giordan et J.L. Martinand indique que « *ce qui est varié, ce ne sont pas les conceptions mais leurs manifestations* ». En effet, les conceptions « erronées » sont généralement communes à plusieurs élèves d'une classe. Les obstacles seraient donc « *peu nombreux et ils permettent de repérer quelques grandes catégories d'explications* »⁵⁶.

Un article de l'International Journal of Science Education publie les résultats d'un recueil de conceptions réalisé en 2000 au Brésil, auprès de 45 enfants entre 4 et 10 ans. La question qui leur a été posée était : « *Que se passe-t-il avec les aliments que nous mangeons ?* ». Cette étude montre que les organes que les enfants dessinent sont la région buccale, l'œsophage, le ventre et l'anus (ces termes ne sont bien évidemment pas ceux utilisés par les enfants). Trois représentations principales ont émergé, avec trois trajets différents de la nourriture : tous les aliments restent dans le corps une fois ingérés (idée de la majorité des plus petits), tous les aliments ressortent du corps (enfants de 6-8 ans) et une partie de ce qui est ingéré reste dans le corps alors qu'une autre partie est évacuée (enfants de 10 ans). Cette étude révèle aussi que la majorité des jeunes enfants pensent que la gravité fait tomber les aliments dans les différentes parties du corps, permettant ainsi leur croissance. A 10 ans en revanche, les enfants pensent que ce qui est bon est transformé en sang par l'estomac et le cœur alors que ce qui n'est pas bon est transformé en excréments.

⁵⁶ Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*. Paris : Delagrave Edition. p50

Au regard de cette étude, des ouvrages consultés et du document d'application des programmes, les représentations-obstacles que je pouvais alors m'attendre à rencontrer chez les élèves étaient les suivantes :

- Le corps fonctionne comme un sac clos
- Les aliments circulent librement et apportent directement « à manger » aux organes
- Il existe un tuyau pour les liquides et un autre pour les aliments solides
- Le tube digestif est un assemblage de tuyaux et de poches vu comme une canalisation dans laquelle les aliments tombent
- Il n'y a pas de transformation
- Il n'y a pas de distribution et d'utilisation des nutriments (« ça rentre et ça sort »)
- Il y a une séparation entre bons et mauvais aliments.

Nous verrons que certaines d'entre elles ont effectivement émergé au cours de la séquence.

De plus, dans *Didactique des SVT*⁵⁷, les auteurs remarquent que les « conceptions à propos de la digestion sont récurrentes. Au long de la scolarité secondaire comme chez les étudiants en biologie, une proportion considérable de sujets (50 à 80%) dessine un modèle du type « tuyauterie continue » entre digestion et excrétion quand on demande de représenter le trajet dans le corps d'un verre qui vient d'être bu ». Cela marque la persévérance des conceptions initiales et la difficulté à les dépasser, malgré un enseignement spiralaire.

Le concept de la digestion et la prise en compte des conceptions initiales sont deux notions présentes dans les instructions officielles de l'enseignement primaire. Après cet état des lieux concernant les recherches sur ces deux thématiques, voyons maintenant comment on peut mettre en œuvre une démarche d'investigation en classe pour aborder le sujet de la digestion avec des élèves de CM1, tout en étant attentif à la place de l'élève.

⁵⁷ Astolfi, J.P., Demoumen, R. (1996). *Didactique des Sciences de la Vie et de la Terre*. Paris : Nathan Pédagogie. p124-125

III/ Mise en pratique en classe : recueil de données

A) Cadre du recueil de données

Le recueil de données a été effectué début juin 2012 dans une classe de CM1 au Mans. Dans cette classe, il y a 28 élèves de 9 à 10 ans. Cette séquence était composée de 5 séances, évaluation comprise.

Cette classe avait déjà effectué un travail sur l'alimentation les semaines précédentes, avec notamment la notion d'action bénéfique ou nocive des comportements alimentaires, les différentes catégories d'aliments, les besoins énergétiques... Des travaux sur mélanges et solutions ainsi que l'état de la matière avaient également été faits.

La séquence a été menée par l'enseignante titulaire et j'étais observatrice ce qui m'a permis d'avoir une vision d'ensemble du travail et de pouvoir être plus attentive aux interventions et aux remarques des élèves. Afin de garder une trace de ce recueil, j'avais fait le choix de filmer les séances, de prendre des photographies et d'utiliser un dictaphone pour pouvoir par la suite analyser la séquence.

B) Contenu des séances

L'objectif de la mise en œuvre pédagogique, dans le cadre de ce mémoire, est de réussir à construire une séquence qui réponde à la fois aux objectifs de recherche, et aux objectifs pédagogiques d'apprentissage pour les élèves.

Cette séquence s'articule autour de la compétence « Connaître l'appareil digestif et son fonctionnement (trajet des aliments, transformation, passage dans le sang) et en construire des représentations ». Les objectifs définis étaient les suivants : les élèves devaient établir le trajet des aliments de la bouche à l'anus et nommer les différents organes de la digestion ; constater que dans le tube digestif les aliments se transforment ; et comprendre que les aliments passent dans le sang pour être transportés dans tout le corps.

Concernant les compétences « transversales », qui pourront être réutilisées au cours de l'étude d'autres notions, cette séquence a permis aux élèves de pratiquer une démarche d'investigation : émettre des hypothèses, observer, expérimenter, analyser, conclure.

Compétences		
Connaissances	Capacités	Attitudes
Connaître l'appareil digestif et son fonctionnement : trajet des aliments de la bouche à l'anus (avec le nom des différents organes), transformation des aliments, passage et transport des nutriments dans le sang	Démarche d'investigation : émettre des hypothèses, observer, expérimenter, analyser, conclure	Exprimer ses idées et en rendre compte (argumenter, développer un regard critique)
		Participer en classe à un échange verbal en respectant les règles de la communication, écouter les autres
		Elaborer un modèle explicatif commun à un groupe

Séance 1 : présentation du projet et recueil des conceptions initiales

Cette première séance s'est déroulée le jeudi 7 juin 2012 de 13h45 à 15h15.

La séance a débuté par un rappel rapide des chapitres précédents (« Mélanges et solutions » et « Les aliments ») afin de situer la leçon dans le cadre de ce qui avait déjà été fait, montrant ainsi qu'il existe une continuité et un lien dans les apprentissages. Les élèves se sont notamment rappelés avoir classé les différents aliments en catégories et selon l'utilité pour le corps.

Ensuite, pour rentrer réellement dans l'activité, l'enseignante est partie de la situation vécue par les élèves qui revenaient de la cantine. « Vous venez de manger... Est-ce qu'il y a des questions qui vous viennent ? ». Rapidement, les élèves ont répondu : « Est-ce que c'était un repas équilibré ? », « Est-ce que c'était bon ? ». On remarque déjà une différence d'approche entre les élèves : certains ont une approche « pragmatique » du repas alors que d'autres essaient de créer des liens avec les connaissances acquises précédemment.

La question du devenir de la nourriture n'est pas apparue dans les réactions des élèves. Il a donc fallu que l'enseignante les guide en leur posant la question : « Que deviennent les aliments que vous avez mangés ce midi ? », restant toujours au plus proche du vécu des élèves.

La phase de recueil des conceptions débute alors réellement. La PE a distribué une feuille blanche A4 à chaque élève afin qu'ils répondent individuellement à cette question. Leur réponse pouvait prendre la forme d'un schéma ou d'un dessin légendé, d'un résumé...

Une des premières réactions des élèves à l'idée d'écrire a été : « Mais si on fait des fautes d'orthographe c'est grave ? ». La PE a immédiatement désamorcé le « problème » en répondant que non, ce n'était pas un problème à ce stade, dans cette phase de découverte et de

réflexion. Son intention ici était de ne pas créer un frein à l'expression des élèves. Afin de s'assurer que le travail à effectuer était bien compris, un élève a dû reformuler la consigne.

Cette première phase individuelle a duré environ 25 minutes, la mise en route étant un peu difficile. Les élèves étaient davantage préoccupés par la forme (application sur le dessin du corps avec des détails, du choix de la nourriture représentée, dessin des toilettes...) que par le fond, bien que l'enseignante ait indiqué que la qualité du graphisme n'était pas importante.

Un des élèves a demandé à utiliser un dictionnaire pour savoir comment était fait « le ventre » pour pouvoir le dessiner. La PE a répondu par la négative puisque l'objectif de l'exercice était de faire le point sur les connaissances des élèves à l'instant « t », sans document, et avant tout enseignement.

Certains élèves sentent qu'il y a un écart entre le vocabulaire qu'ils utilisent couramment à l'oral et le vocabulaire spécifique, plus « scientifique ». Ils ont par exemple demandé s'il y avait un autre mot pour dire « caca ». La PE a alors répondu que l'on pouvait dire « selles » ou « excréments », mais que pour le moment, ils pouvaient utiliser le mot « caca » que tout le monde connaît et qui est donc plus compréhensible.

Du vocabulaire a commencé à apparaître, sans que celui-ci ne soit maîtrisé, ce qui montre que les enfants entendent des choses, à la maison par exemple, mais sans en connaître la signification. Ainsi, un enfant a demandé : « les veines, c'est comme des tuyaux ? ». La PE a répondu que dans l'immédiat, les enfants pouvaient utiliser le mot « tuyau » et que le vocabulaire spécifique apparaîtrait par la suite.

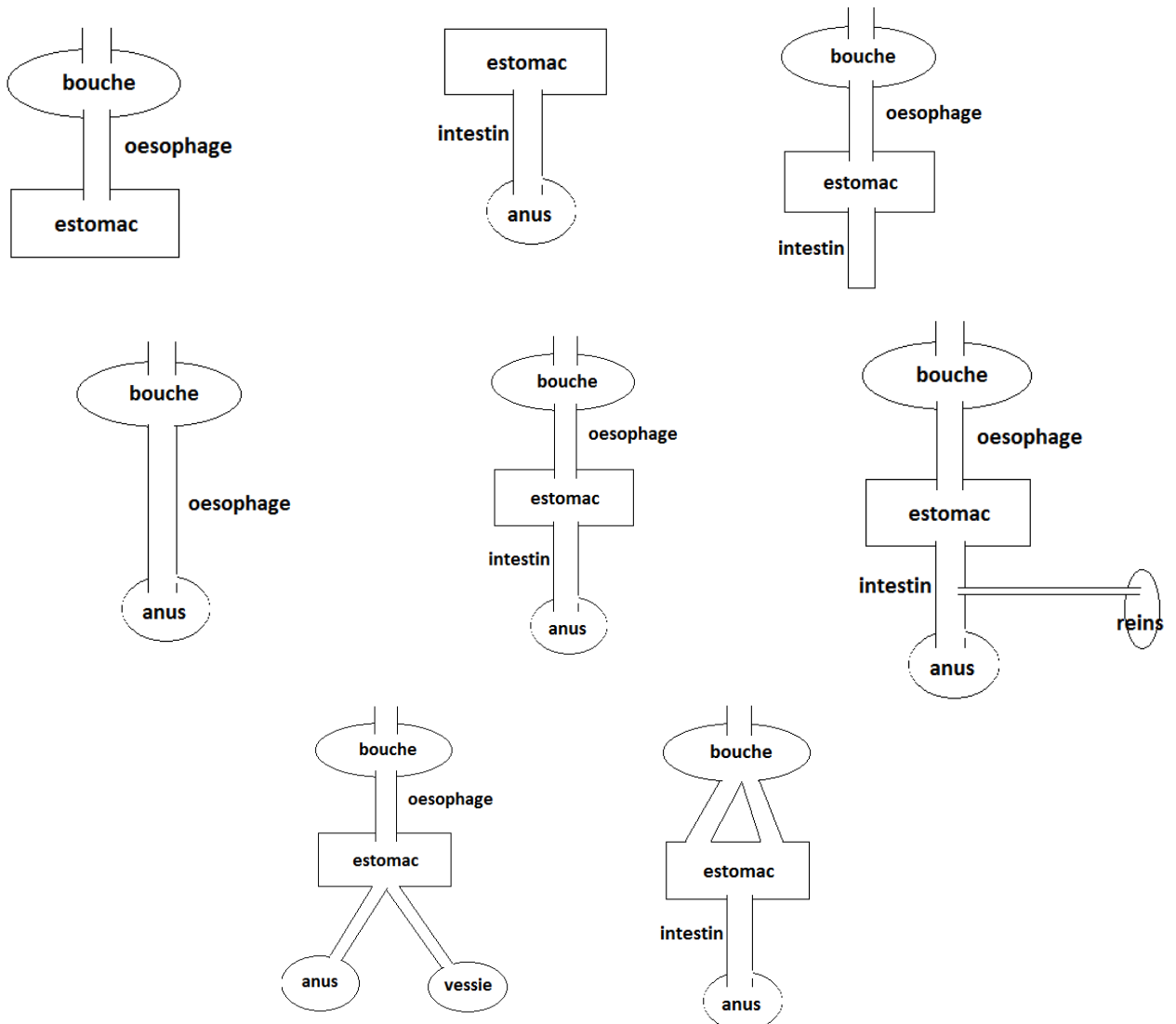
Le fait que certains posent des questions pendant la phase individuelle a influencé les réponses des autres élèves. Certains se sont servis de ce qui était dit à l'oral pour compléter leurs dessins et leurs explications. De plus, comme les élèves sont assis proches les uns des autres, ils voyaient les productions des autres, d'où parfois des similitudes dans les schémas.

Voici ce que j'ai pu extraire des représentations initiales individuelles présentées par les élèves :

Représentation initiale	Nombre d'élèves
Ingestion : orifice d'entrée	12
Pas d'orifice d'entrée	5
Excrétion : orifice de sortie	11
Pas d'orifice de sortie	6

1 tuyau	6
2 tuyaux	10
Présence des différents organes	7 (appellation incorrecte)
Présence des « glandes annexes »	0
Représentation du trajet des aliments	7
Idée de substances chimiques	2 (« enzyme » et « sucre gastrique »)
Tri	5
Devenir des aliments	2 (fondre et se consumer)
Absorption	0

Voici un aperçu schématique des représentations révélées chez les élèves (Annexes XI et XII)



Puis le même travail a été réalisé, dans la continuité, mais cette fois par groupe de 4 élèves. Les groupes ont été faits « au hasard » par la PE. Chaque élève a gardé sa production individuelle avec lui. Chaque groupe devait répondre à la question sur une feuille A3 afin de pouvoir afficher les productions. Cette phase d'échanges a duré 20 minutes. Pour cette phase, j'avais choisi de donner le dictaphone à un des groupes afin d'entendre et d'avoir une trace de leurs échanges, de leur façon de procéder pour parvenir à une production commune. Au départ, chaque élève du groupe a lu et présenté ce qu'il avait écrit mais finalement, cette méthode s'est avérée peu concluante car ce groupe a joué à « Pierre-Feuille-Ciseau » pour choisir sa représentation il n'y a donc pas eu de débat, d'interrogation, d'argumentation, ni de confrontation des idées dans ce groupe. Dans un autre groupe, après lecture des productions individuelles, les tâches se sont réparties selon les capacités de chacun : « Toi, tu as bien dessiné, donc tu vas faire les schémas, toi tu écris bien donc tu fais le texte ». Un « leader » a imposé que l'on recopie ce qu'il avait fait. Pour éviter cela, il aurait peut-être fallu reformuler la question posée aux élèves dans la phase collective afin qu'ils ne puissent pas reproduire telle quelle la réponse d'un élève.

Cette situation pose la question de la formation des groupes. Faut-il former des groupes au hasard ? Laisser les enfants former les groupes selon leurs affinités ? L'enseignant doit-il former des groupes homogènes ou hétérogènes au niveau des conceptions ? Plusieurs arguments sont envisageables pour chaque cas. Avec des groupes hétérogènes, le débat au sein du groupe est plus riche car les représentations initiales sont différentes mais il y a un risque de disparition de certaines conceptions, de certains modèles explicatifs puisque le groupe ne doit présenter qu'une seule production. Si les groupes sont homogènes, il y aura moins d'échanges dans le groupe mais il y aura plus d'interactions pendant la mise en commun collective.

Suite à cela, un élève de chaque groupe, un « rapporteur », est venu exposer les idées au tableau, devant l'ensemble de la classe. L'élève a lu le texte et expliqué le(s) schéma(s). Les autres élèves ont été amenés à réagir et à poser des questions pour demander des précisions sur la production des autres groupes. Cette présentation a duré 15 minutes. Il s'agit là d'un débat scientifique visant à faire prendre conscience aux élèves de l'existence, chez les autres enfants, d'autres modèles, qu'ils soient fonctionnels ou non. A ce stade, différents modèles sont apparus.

Au cours de ces échanges, l'idée de l'existence d'au moins 2 tuyaux (un pour les solides et un pour les liquides), alors que cette idée était peu présente dans les schémas.

Pour terminer cette séance, la PE a demandé à la classe ce qu'ils retenaient de la séance. Elle a alors noté leurs remarques au tableau. Les points retenus par les élèves étaient les suivants : « ça devient de la bouillie en passant par l'estomac », « quand on boit, ça descend et on fait nos besoins », « ça fond », « une partie des aliments va dans notre corps » (idée de tri ?), « si ça fonctionne mal, on a des problèmes de santé ». On remarque que cette phase de mise en commun a fait naître des interrogations chez les élèves, et de nouveaux problèmes ont été soulevés.

Séance 2 : Mettre en évidence les différents organes et prendre conscience du trajet des aliments

Cette séance a eu lieu le lendemain, le vendredi 8 juin en début d'après-midi. Elle a débuté par le rappel de ce qui avait été fait la veille, notamment parce qu'un élève était absent lors de la première séance. Il a alors pu exprimer des idées, à l'oral, sur la question « Que deviennent les aliments que nous mangeons ? ».

Pour commencer cette séance, la PE a distribué une feuille à chaque élève afin qu'ils décrivent ce qu'ils ressentent habituellement en buvant un verre d'eau et en mangeant du pain par exemple (« Ce que je ressens quand je bois un verre d'eau », « Ce que je ressens quand je mange du pain »). Il s'agit là encore d'un recueil de conceptions initiales. Puis les enfants ont été confrontés à la réalité. Les enfants devaient boire un verre d'eau et écrire leur ressenti (« J'ai bu un verre d'eau. Qu'est ce que j'ai ressenti ? »). Il s'agit en quelque sorte d'une expérimentation sur eux-mêmes pour repérer les sensations sur leur propre corps. Cette phase a duré une vingtaine de minutes.

Ensuite, chacun a lu ses propositions, ses sensations aux autres. Le débat a commencé à prendre forme, les élèves commençant à réagir aux idées des autres. C'est ainsi qu'est apparue l'idée que « le nez et les yeux ça compte aussi : si tu vois un pain moisi ou qui sent mauvais, on n'a pas envie de le manger ». Cela met en évidence la naissance progressive d'un questionnement chez les élèves.

J'ai pu constater que les élèves en sont restés aux stades des « a priori » comme « après avoir bu, on a envie de faire pipi » ou « j'ai le ventre qui gonfle » sans décrire ce qu'ils ressentaient dans leur corps lors du passage de l'eau ou du pain.

L'enseignante a alors posé des questions aux élèves pour qu'ils affinent leurs réponses et qu'ils insistent sur les sensations au moment du passage de la nourriture, et ceux afin de les

amener progressivement à expliquer par où passent les aliments. A partir de là, les élèves ont commencé à décrire le trajet des aliments, avec leur vocabulaire comme « gorge », « ventre »...

Sous la dictée des élèves, la PE a noté au tableau le nom des différentes parties du corps traversées : la bouche, la gorge, les tuyaux, l'estomac, les intestins, les sacs. A ce stade, elle a fait le choix de garder le vocabulaire qu'ils ont utilisé spontanément. Ensuite elle est revenue sur leur ressenti, pour savoir si c'était le même lors du passage des liquides et des solides.

Le tableau suivant a alors été complété :

Organes	Liquides (eau, boissons, jus, sauces)	Solides (pain, nourriture)
La bouche	X	X
La gorge	X	X
Les tuyaux	1er tuyau « spécial liquides »	2ème tuyau « spécial nourriture »
L'estomac	X	X
Les intestins	Petit intestin	Gros intestin
Les sacs	X	X

Tableau 1 : Trajet des aliments dans le corps

Dans ce tableau, on remarque que l'idée de l'existence de deux tuyaux (un tuyau pour les liquides, et un autre pour les solides) a émergé. Cette représentation est arrivée au cours de la discussion, à cause de l'idée que l' « on peut avaler de travers, et donc qu'il y [aurait] un autre tuyau que celui par lequel ça devrait passer ». Finalement après les échanges entre élèves lors du débat, une autre idée est apparue : il existerait bien deux tuyaux, mais un pour l'air (tuyau qui irait vers les poumons), et un pour les aliments (liquides et solides). La connaissance s'est donc construite progressivement, suivant l'avancée du débat et l'évolution des idées du groupe.

Suite à cela, la PE a montré aux élèves des radiographies d'organes de l'appareil digestif humain (Annexe XIII). Les élèves devaient alors retrouver de quels organes il s'agissait. C'est à ce moment là que la PE a alors introduit le vocabulaire scientifique comme « œsophage » et intestins à la place de « tuyaux » par exemple.

A l'issue de cette séance est apparue la première trace écrite dans le cahier de sciences avec le schéma de l'appareil digestif humain que les élèves ont légendé (Annexe XIV). Les termes inconnus des élèves ont été apportés par l'enseignante (glandes salivaires, pancréas,

appendice).

Pour terminer, la classe a écrit un résumé pour décrire le trajet des aliments : « *Les aliments mangés passent pas la bouche, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle, le gros intestin et l'anus* ».

Au cours de cette séance, on s'est rendu compte qu'il aurait fallu simplifier le schéma. Il n'aurait pas fallu légender l'appendice (puisqu'elle n'intervient pas dans la digestion) ni les glandes salivaires, le foie et le pancréas (dans un premier temps) car on n'en avait pas parlé à ce stade. On aurait pu compléter ce schéma avec ces glandes annexes au cours des apprentissages.

Dans la trace écrite, il aurait fallu distinguer appareil digestif, tube digestif et glandes annexes pour comprendre pourquoi ils sont importants et donc notés sur le schéma. Cela aurait permis aux élèves de mettre en évidence le fait que les aliments ne passent pas dans ces organes mais qu'ils ont un rôle essentiel dans la digestion.

Séance 3 : La progression des aliments

Comme à chaque fois, la séance a débuté par un rappel de ce qui a été fait au cours précédent. Pour ce rappel, la participation des élèves a été importante et ils ont d'eux-mêmes posé de nouvelles questions, ils ont fait part des problèmes et des interrogations qui avaient émergé chez eux : « On a dit que les aliments ne passent pas par le foie. Bah pourquoi il fait parti de la digestion ? et le pancréas ? », « L'appendice, à quoi ça peut servir ? », « Comment on doit prononcer œsophage ? On dit [ezofage] ou [œsofage] ? », « Ma maman m'a fait remarquer que tu as oublié la vésicule biliaire sur le schéma », « Pourquoi dans le schéma de l'appareil digestif on a mis les glandes salivaires ? ». Dans la mesure du possible, les élèves essayaient de répondre à leurs camarades et la PE complétait ou rectifiait les réponses.

Ensuite, la PE a posé la question du jour : « Comment les aliments avancent-ils dans mon corps ? »

Les élèves ont commencé par émettre des hypothèses :

E1 : « Dans le foie, il y a des petites cellules qui poussent les aliments et ça descend »

E2 : « L'air qu'on inspire pourrait les pousser pour les faire avancer »

E3 : « A l'intérieur de l'intestin, il y a une sorte de liquide glissant qui fait avancer la nourriture, c'est comme une sorte de colle qui fait avancer les aliments »

E4 : « Moi je pense que c'est l'air et la salive qui poussent, parce qu'on avale sa salive plus de 200 fois par jour » (on peut se demander d'où vient cette valeur. Idem pour la longueur de l'intestin grêle « ma grand-mère elle m'a dit que l'intestin grêle il faisait plus de 30m »)

E5 : « Quand on est debout, ça descend tout seul, ça glisse dans notre corps »

PE : « Comment expliquer alors que la digestion se fasse aussi la nuit quand on est allongé ? »

Afin de vérifier ces hypothèses et de répondre à la question de l'enseignante, les élèves ont réalisé une expérience. Le matériel mis à disposition des élèves était le suivant : deux collants extensibles et des balles de tennis.

La PE leur a demandé ce que pouvait représenter ces objets (le collant correspond à l'intestin grêle et les balles représentent les aliments en transit dans l'intestin grêle) afin qu'ils perçoivent l'intérêt de la modélisation.

Pour s'approprier l'expérience, les élèves ont tenté des manipulations pour faire avancer la balle dans le collant. Plusieurs binômes ont pu expérimenter devant leurs camarades, ce qui a permis les échanges entre élèves.

Pendant la manipulation, on remarque que les élèves imaginent ce qu'ils peuvent faire avec le collant (enrouler, secouer...) sans faire le lien avec ce qui se passe dans le corps... Après réflexion, ils remarquent que « ça ne peut pas être secoué dans notre corps, sinon, on aurait toujours mal au ventre ». Cela met en évidence leur difficulté à faire le lien entre la représentation expérimentale et la réalité corporelle... Il ne transpose pas l'expérience à la réalité.

E1 : « C'est magique »

E2 : « En soufflant dans le collant, comme l'air qu'on avale et qui va dans l'intestin »

E3 : « En secouant ou en tordant le collant »



Figure 10 : Photographies de l'expérience prises lors de la séance - Les élèves ont manipulé deux par deux pour émettre des hypothèses concernant l'avancement des aliments (balle de tennis) dans l'intestin grêle (collant)

Concernant le choix du matériel, on s'est rendu compte pendant l'activité qu'il aurait fallu prendre une balle plus grosse et/ou un collant plus étroit pour que la balle ne glisse pas toute seule quand on secoue. Des obstacles comme la magie ou le souffle auraient ainsi pu être évités.

Après cette phase de recherche et d'expérimentation par binôme, la classe a fait le bilan et a mis en commun ces idées.

E1 : « Je dirai que ça passe lentement. Comme la nourriture est devenue liquide, comme de la compote, ça avance mieux et lentement »

E2 : « Quand la balle passait pas on dirait que le collant était en train de digérer comme l'intestin, lentement »

E3 : « Quand l'intestin est « arrondi », je pense que ça passait pas »

E4 : « Quand on le mettait droit ça avançait, mais quand on met penché ou en diagonale, ça avance plus »

Les élèves ont ensuite sorti leur cahier de sciences. La question du jour était : « Comment nos aliments avancent-ils dans notre corps ? ». Avant de rédiger la trace écrite, les élèves ont donné leurs idées oralement.

E1 : « Ils glissent »

E2 : « D'abord il y a la salive qui fait avancer et l'air qui fait glisser et quand on est debout ça descend »

PE : « Et quand on s'allonge, est ce qu'on peut bien digérer ? »

E3 : « Quand on s'allonge ça met plus de temps à digérer »

E4 : « Sur le schéma on voit que l'œsophage il est tout droit et après quand ça arrive à l'estomac, ça ralentit »

E5 : « La gravité, ça va tomber forcément vers le bas, et aussi ça s'écarte un peu quand ça passe »

E6 : « L'eau que l'on boit doit pousser les aliments »

E7 : « Il y a des muscles sur les côtés tout le long et au niveau des aliments, ils poussent et ça crée de la pression, ça fait avancer les aliments jusqu'à un autre muscle »

La remarque de ce dernier élève est une représentation proche de la réalité ce qui a permis à l'enseignante de s'appuyer dessus pour aller vers le savoir.

Représentation	Analyse
« Ils glissent » ; « La gravité, ça va tomber forcément vers le bas, et aussi ça s'écarte un peu quand ça passe »	Aspect « magique », idée selon laquelle les aliments tombent sous l'action de la pesanteur
« D'abord il y a la salive qui fait avancer et l'air qui fait glisser et quand on est debout ça descend » ; « L'eau que l'on boit doit pousser les aliments »	Intervention de la salive, de l'air ou de l'eau, deux « agents » facilitant la « descente » des aliments

« Il y a des muscles sur les côtés tout le long et au niveau des aliments, ils poussent et ça crée de la pression, ça fait avancer les aliments jusqu'à un autre muscle »	Représentation la plus proche de la réalité avec l'apparition du rôle des muscles comme mécanisme permettant la progression des aliments dans l'appareil digestif
---	---

Les enfants ont ensuite participé, avec l'aide de l'enseignante à la rédaction de la trace écrite dans le cahier : « Les aliments progressent le long de la paroi grâce aux contractions des muscles de cette paroi ». Ils ont également collé le schéma de l'expérience ci-dessous :

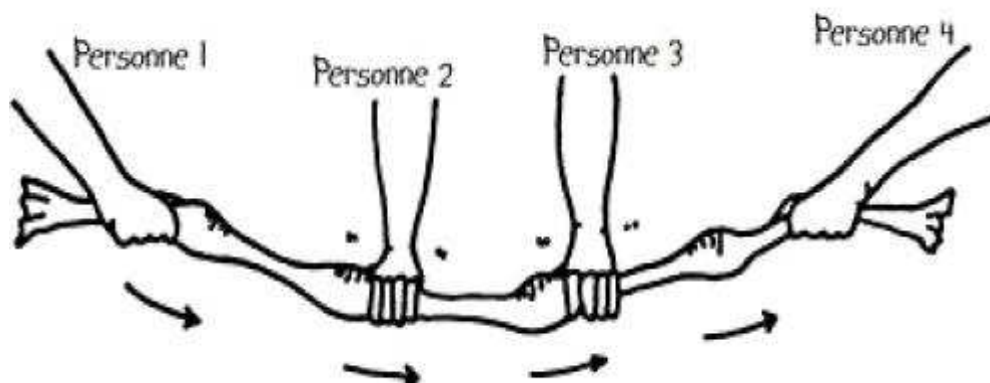


Figure 11 : Expérience schématisant la progression des aliments dans l'appareil digestif

Pour finir la séance, et en guise de synthèse, la classe a visionné un diaporama intitulé « Les fonctions de nutrition – la digestion ». Ce document interactif était issu d'un site internet⁵⁸.

Séance 4 : La transformation des aliments et le devenir des nutriments

La séance a débuté par une relecture des leçons précédentes puis l'enseignante a amené le thème de la séance qui était la transformation des aliments et le devenir des nutriments : « Je mange une tarte aux fraises, reste-t-elle intacte, entière dans notre corps ? ».

Les élèves ont spontanément émis leurs impressions :

E1 : « Les dents et l'estomac la font devenir une bouillie »

E2 : « Les dents ont différents rôles : couper, broyer, faire de la bouillie... »

E3 : « Dans l'estomac, il y a des enzymes et des acides. C'est broyé, mixé, coupé en petits morceaux et ça passe dans l'intestin grêle et les déchets des aliments vont jusqu'à l'anus »

E4 : « Dans l'estomac, on a l'impression qu'il y a des marteaux qui écrasent tout pour que ça passe mieux dans l'intestin grêle »

⁵⁸ <http://laviedecole.canalblog.com/archives/2007/04/18/4663799.html>

La séance du jour visait à réaliser une expérience permettant de mettre en évidence ce processus de transformation et d'absorption.

PE : « Qu'est ce qu'on pourrait faire comme expérience pour comprendre comment ça se passe ? »

E1 : « On pourrait prendre des tuyaux et on met quelque chose dedans pour voir si ça passe bien »

E2 : « Avant le tuyau on pourrait mettre un dentier avec un morceau de pain et de l'eau dedans et après ça passe dans le tuyau »

E3 : « Avec des sacs et des tuyaux on peut essayer de refaire l'appareil digestif et qu'on fasse nous même les muscles avec nos mains ».

PE : « Nous on va faire l'expérience de ce qui se passe dans l'intestin grêle »

La PE met en place le dispositif expérimental et le présente aux élèves. L'un d'eux va au tableau pour schématiser cette expérience. Afin que les élèves créent le lien entre l'expérience et la réalité de ce qui se passe dans le corps, l'enseignante a demandé ce que pouvait représenter chacun des éléments du dispositif.

A l'issue de la soutenance, il s'est avéré qu'il faut approfondir l'analyse didactique de cette situation

Expérience :

1 filtre à café => paroi intestin

Marc de café => aliments

Bouteille => récipient

Eau dans bouteille => sang

1 entonnoir

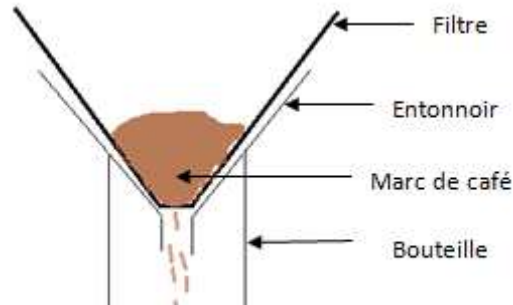


Figure 12 : Schéma de l'expérience

Afin de comprendre ce qui se passe réellement dans le corps, l'enseignante a posé des questions concernant le devenir des aliments.

PE : « A quoi servent les nutriments ? »

E1 : « Le corps prend ce qu'il a besoin. S'il a besoin d'énergie, il va prendre les sucres... »

E2 : « Ça permet de donner de l'énergie aux muscles »

E3 : « Les nutriments ce sont les protéines, les lipides et les glucides qu'il faut pour pouvoir par exemple courir, ou pour alimenter les neurones »

E4 : « Le corps prend ce qui est bien, ce qui lui plait. Ça permet d'être en forme et d'avoir de l'énergie »

Au cours de cette discussion, la notion de tri et de sélection des aliments a émergé.

PE : « Que fait-il de ce qui ne lui plaît pas ? Que fait-il après avoir trié ? »

E1 : « Ce qui n'était pas bon pour lui il le rejette par le gros intestin puis l'anus »

E2 : « Avant de ressortir, nos déchets sont compressés et après ça ressort par l'anus »

E3 : « Ca descend dans le gros intestin et après ça passe par l'anus »

Après cette phase de réflexion, un schéma de l'expérience ainsi qu'un résumé de synthèse ont été rédigés par les élèves, avec l'aide de l'enseignante. Ainsi, la PE avait préparé un résumé lors de la préparation de sa séance, mais le résumé figurant dans le cahier de sciences est le produit des élèves, avec leurs propres mots.

Titre de la séance : Que se passe-t-il au niveau des intestins ?

« Dans notre expérience, le filtre représente la paroi de l'intestin grêle, le marc de café représente les aliments mangés qui arrivent dans l'intestin grêle et l'eau représente le sang dans la bouteille ». (Annexe XV)

« Les aliments sont broyés par les dents. Les glandes salivaires sécrètent la salive qui permet de faire glisser les aliments. Dans la bouche, il y a d'abord la mastication. Puis les aliments sont avalés, c'est la déglutition. Dans l'œsophage, les aliments descendent sans subir de modification. Une fois dans l'estomac, les aliments sont broyés et forment une bouillie grâce aux sucs digestifs. Ils vont dans l'intestin grêle grâce aux contractions des muscles. C'est le brassage. Les aliments sont devenus très petits et solubles. On les appelle les nutriments. Ils sont transportés par le sang. Ils nous apportent de l'énergie. Les déchets sont évacués dans les urines et les matières fécales ».

Une liste des mots importants a également été notée pour faciliter l'apprentissage et la mémorisation pour les élèves : « la bouche, les dents, la mastication, les glandes salivaires, la salive, la déglutition, l'œsophage, l'estomac, le foie, le pancréas, les sucs digestifs, l'intestin grêle, les muscles, la paroi, les nutriments, le gros intestin, l'anus, les matières fécales, le tube digestif ». Cela permet aux élèves d'avoir une vision d'ensemble de la séquence qui se termine et cela leur permettra de faire le point sur ce qu'ils doivent savoir pour l'évaluation.

Séance 5 : Evaluation

Cette évaluation était composée de 4 parties : un schéma de l'appareil digestif à compléter (le même que celui qui avait été réalisé pendant le cours), un exercice où il fallait relier l'organe à son rôle dans la digestion, des phrases à compléter en donnant le processus de la digestion

correspondant à la définition et deux questions sur le devenir des nutriments et des déchets, où les élèves devaient expliquer le phénomène avec leurs propres termes. (Evaluation en annexe 16)

Les résultats de l'évaluation sont les suivants (28 élèves):

Question 1 – Complète ce schéma puis trace en bleu le trajet des aliments.

Schéma : 26 bonnes réponses

Echange entre le foie et le pancréas sur une copie

Un élève ne légendait pas appendice et œsophage

Trajet : 26 bonnes réponses

1 trajet incomplet (l'élève a oublié de passer par la bouche et le gros intestin)

1 trajet passant par le foie, le pancréas et l'appendice

Erreurs orthographiques : intèstin - inthestin, oseophage - oésophage, anice, grêle, fois, les dent, appendis - appadice - inindice - apindice – apendice - la pintice – apanise, pancréas - pengréasse – pencréas

Cela met en évidence la difficulté de la mémorisation de l'orthographe du vocabulaire scientifique. Néanmoins, les notions scientifiques semblent acquises.

Question 2 – Relie chaque action à l'organe dans laquelle se déroule l'action.

25 bonnes réponses

2 erreurs par 2 voisins : brassage et action des sucs digestifs vers intestin grêle

1 erreur : évacuation des déchets vers estomac et passage des nutriments vers anus

Question 3 – Complète les phrases.

14 bonnes réponses. 4 élèves ont eu « tout faux », 8 ont oublié le « brassage » et 2 ont oublié les « nutriments »

Erreurs orthographiques et de vocabulaire : déglution – masstication – avalation (à la place de déglutition) – vomi (à la place de brassage)

Question 4 – Réponds aux questions par des phrases.

4.1) Que deviennent les nutriments ?

17 bonnes réponses

1 élève n'a pas fait l'exercice

1 exercice incomplet : « ils vont dans le sang et permettent d'avoir une meilleure [?] »

2 élèves ont répondu « ça devient du sang »

7 élèves ont répondu qu'ils allaient « dans les toilettes » ou « c'est du pipi, caca »

4.2) Que deviennent les déchets qui ne peuvent pas être utilisés par le corps ?

22 bonnes réponses

3 élèves ont répondu qu'ils « se transforment en nutriments », 2 élèves ont dit qu'ils « se transforment en vomi » et 1 qu'ils étaient « rejetés par l'appendice »

Erreurs orthographiques et de vocabulaire : hurine et expressions « grosse comission », « les fesses »

C) Analyse globale des séances

C'est une classe qui avait l'habitude de fonctionner sur ce principe, avec une phase de recueil des conceptions, des expérimentations, des moments d'échanges entre élèves, de mise en commun collective... Il n'y a donc pas eu de frein, pas « peur de dire des bêtises » dans les représentations initiales. Cela a fortement influencé le bon déroulement de la séquence. En effet, même si c'était une classe un peu dissipée, l'intérêt et implication des élèves sont venus progressivement ce qui a permis que cette séquence, plus encore que mon recueil de données, se passe dans de bonnes conditions.

Pour les résumés dans le cahier de sciences, la PE en avait écrit un lors de sa préparation de séance, mais pour la synthèse dans le cahier elle s'est basée sur ce que les élèves lui ont dit afin qu'ils s'approprient le vocabulaire et qu'ils le retiennent plus facilement. En effet, la verbalisation est un moyen de vérifier la compréhension chez les élèves. Si un élève est capable de formuler ce qu'il a appris et retenu d'une expérience, d'une leçon, cela signifie qu'il s'est approprié la notion et qu'il a réellement compris.

Cette séquence est construite autour de la démarche scientifique, avec ses différentes étapes : problématique, hypothèse, expérimentation, observation, interprétation, conclusion. La séquence aurait pu être complétée par une phase de recherche documentaire ou sur internet. Cela aurait permis aux élèves d'avoir accès à un apport scientifique institutionnalisé.

Si je devais refaire une séquence sur ce thème, j'introduirai l'utilisation des Tice, avec par exemple des recherches sur internet permettant de regarder des vidéos en 3D montrant le trajet des aliments dans le corps. L'outil informatique pourrait aussi être utilisé pour visualiser la dissection d'un animal (un lapin ?), ce qui permettrait de mettre en évidence la place des organes les uns par rapport aux autres et l'aspect des aliments dans les différents organes. (Les conditions de dissection d'un animal sont fixées par le B.O n°20 du 16 mai 1985). Cette dissection, même « virtuelle », peut néanmoins avoir un aspect négatif concernant

l'émotivité des enfants. D'une part il s'agit d'un animal domestique (même s'il faut préciser que ce lapin a été acheté dans une boucherie et qu'il n'a pas été tué exprès pour l'expérience), et d'autre part, les images peuvent être « difficiles » à regarder pour les plus émotifs. Pour compléter ce travail de mise en évidence des organes du système digestif, on aurait pu proposer aux élèves d'observer un écorché. Il s'agit d'une « sculpture » représentant de façon morphologique des parties anatomiques situées sous la peau. L'avantage de cet outil c'est que les élèves peuvent voir comment sont « agencés » les organes les uns par rapport aux autres puisqu'on peut enlever les organes « superficiels » pour voir l'ensemble des organes. En revanche, l'inconvénient principal réside dans le fait que certains organes visibles n'appartiennent pas à l'appareil digestif (comme les poumons par exemple).

59

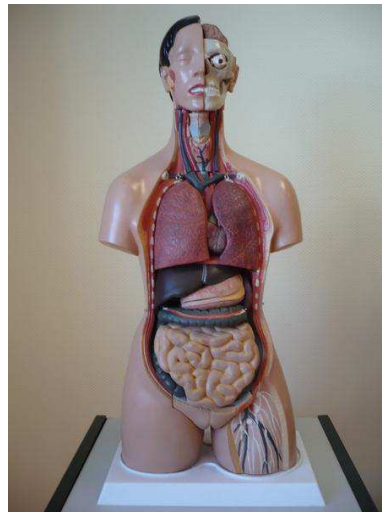


Figure 13 : exemple d'écorché

Une expérience sur la transformation des aliments auraient également pu être effectuée. L'enseignant propose aux élèves de simuler les transformations qui se produisent au niveau de l'estomac. Pour cela, on peut utiliser des feuilles de salade (correspondant aux aliments ingérés), des sacs congélation (représentant l'estomac) et du vinaigre blanc (pour les sucs digestifs), puis il propose le protocole expérimental suivant :

1. Mettre dans un sac une feuille de salade (expérience témoin)
2. Mettre dans un sac une feuille de salade et du vinaigre
3. Mettre dans un sac une feuille de salade et malaxer régulièrement
4. Mettre dans un sac une feuille de salade et du vinaigre, et malaxer régulièrement

Après quelques minutes, les élèves observeraient ce qui s'est passé dans les différentes conditions, afin de mettre en évidence que la meilleure dégradation s'est faite dans le quatrième cas, avec du vinaigre et le malaxage.

⁵⁹ http://laurent.mougel1.free.fr/5eme/structure_etre_vivant_03.html

D) Evaluation de novembre 2012

Comme je l'avais envisagé avant le début de la séquence, j'ai demandé à l'enseignante de distribuer la même évaluation que celle donnée en fin de séquence, mais au mois de novembre 2012, afin de voir les acquis des élèves cinq mois après la séquence. Cette « évaluation » n'a été proposée qu'aux élèves volontaires, et de façon anonyme, et elle a eu lieu sur le temps de récréation. Les élèves n'avaient pas été prévenus à l'avance, il n'y a donc pas eu de révision possible avant. 10 élèves ont choisi de faire ce travail. (Annexe XVII)

Voici les résultats de cette évaluation :

Question 1 – Complète ce schéma puis trace en bleu le trajet des aliments.

- *Schéma à légender*

5 bonnes réponses

2 élèves n'ont pas légendé le « pancréas »

2 élèves n'ont pas légendé « pancréas » et « appendice »

1 élève a légendé « vessie » au lieu de « anus »

- *Trajet des aliments*

Seulement 2 élèves ont indiqué le trajet des aliments

Erreurs orthographiques : salivères, saliver, oesofeafe, ésophage, ésoophage, eosophage, éophage, osovage, foin, fois, appeindice, apindice, appeindis, glante, pencréas, instinct

Globalement, cet exercice est bien réussi. Cela montre que les élèves ont retenu le nom des organes, même si l'orthographe n'est pas toujours juste. Ce même constat avait déjà été fait lors de l'évaluation terminant la séquence d'apprentissage.

Question 2 – Relie chaque action à l'organe dans laquelle se déroule l'action.

7 bonnes réponses

2 élèves ont fait une erreur :

- inversion du rôle de l'intestin grêle et de l'estomac
- inversion du rôle de l'estomac et de l'an

1 élève a 1 réponse juste et 3 erreurs : évacuation des déchets par l'an

Cet exercice est plutôt réussi, ce qui montre que le rôle des organes semble connu des élèves.

Question 3 – Complète les phrases.

0 bonne réponse

Résultats	Nombre d'élèves	Erreur
1 erreur / oubli	3	Oubli « nutriments » (x2) « Œsophage » pour « déglutition »
2 erreurs / oublis	2	« dents » ou « bouche » pour « mastication » et « œsophage » pour déglutition
3 erreurs / oublis	2	- « avaction » pour « déglutition » + 2 oublis - « brassage » pour « déglutition » + 2 oublis
« Tout faux »	2	- 2 erreurs (« estomac » pour « brassage » et « dents » pour « mastication ») + 2 oublis - 4 erreurs (« mâchoire » pour « mastication », « œsophage » pour « déglutition », « estomac » pour « brassage » et « intestin grêle » pour nutriment
Exercice non fait	1	

Erreurs orthographies : déglution, mastication, avaction, éophage

Aucun n'élève n'a réussi totalement cet exercice. Le nom des étapes de la digestion n'est pas acquis. Plusieurs fois, les élèves ont cité l'organe responsable de l'action et non l'action elle-même. A noter que ce sont des mots scientifiques nouveaux, et relativement difficiles (mastication, déglutition, brassage, nutriments).

Question 4 – Réponds aux questions par des phrases.4.1) *Que deviennent les nutriments ?*

2 bonnes réponses

3 élèves n'ont pas fait l'exercice

1 élève a répondu : « ça devient des sucs digestifs »

1 élève a répondu : « ça devient du sel » (au lieu de selles)

3 élèves ont répondu : « les aliments non mangeables sont rejetés par la vessie, et les autres sont utilisés »

Le devenir des nutriments est encore « vague » pour les élèves. 3 élèves parlent de la vessie alors qu'il n'en a pas été question au cours de la séquence d'apprentissage. C'est une représentation initiale qui ressort ici. On remarque que les élèves ont retenu que tous les aliments n'étaient pas absorbés, qu'il y avait un tri des aliments.

4.2) *Que deviennent les déchets qui ne peuvent pas être utilisés par le corps ?*

6 bonnes réponses

1 élève n'a pas fait l'exercice

1 élève a répondu : « ils sont rejetés par la vessie »

1 élève a répondu : « ils sont rejetés par l'anous ou remontent à la bouche (vomi) »

1 élève a répondu : « les déchets qui ne peuvent pas être utilisés sont l'anous »

La majorité des élèves a compris que les déchets étaient évacués. Les erreurs font réapparaître des conceptions initiales et des idées qui avaient émergées lors de la séquence (vomi).

Conclusion

Il est désormais admis depuis plusieurs années que les méthodes traditionnelles - comme le modèle transmissif ou encore frontal - ne sont ni efficaces ni adaptées à l'école primaire. Cela est notamment dû à l'évolution de la société et à l'accès de plus en plus aisé aux moyens de communication que sont la télévision et internet. Les enfants ont accès de plus en plus tôt à une multitude d'informations, informations qui peuvent être à l'origine de leurs représentations initiales.

Même si la prise en compte des conceptions initiales des élèves tend à se développer, certains enseignants continuent de ne pas les prendre en compte, voire de ne pas respecter la démarche d'investigation. « De nombreux enseignants craignent que la démarche expérimentale réclame trop de temps et les empêche d'achever le programme. Ils sont confrontés au traditionnel dilemme qui oppose démarches et contenus. »⁶⁰

Les premières recherches théoriques que j'ai effectuées concernant les conceptions des élèves dans le domaine des sciences, et plus particulièrement à propos de la digestion, m'ont confortée dans l'idée qu'il est désormais primordial de les prendre en compte ; non pas seulement de les faire émerger, mais aussi de renverser et de résoudre les obstacles qu'elles font émerger afin que les élèves intègrent les notions enseignées. En effet, « ce n'est pas parce que l'enseignant a traité tout son programme et a mené son cours avec sérieux, qu'il a fait acquérir un savoir. Celui-ci ne s'intègre pas par simple transmission passive d'une personne « qui sait » à un élève ignorant »⁶¹.

Dans cette optique, il est important de donner du sens aux activités scientifiques pour lesquelles permettent l'acquisition de connaissances, de compétences et d'attitudes en adéquation avec la démarche scientifique d'investigation.

Dans *La main à la pâte*, G. Charpaz explique que « les activités scientifiques sont pour l'enfant l'occasion d'apprendre à la fois comment mener des investigations et comment les interpréter. Le savoir ne lui arrive alors pas comme par magie, mais parce qu'il le conquiert.

⁶⁰ Charpak, G. (2011). *La main à la pâte – Les sciences à l'école primaire*. Mayenne : Flammarion. p 77

⁶¹ Giordan, A. (2010). *Aux origines du savoir - La méthode pour apprendre*. Nice : Editions Ovidia. p 24

L'enfant entreprend des recherches, discute librement à leur sujet avec ses camarades et avance sans savoir ce qu'il va trouver. »⁶²

Les données recueillies sur le terrain m'ont apporté une vision pragmatique et opératoire ce qui m'a permis de compléter le travail théorique. J'ai pu observer concrètement la tenue d'une séquence par une enseignante, ainsi que les réactions des élèves vis-à-vis des activités proposées. J'ai ainsi mesuré la motivation et l'investissement suscités par les méthodes employées au cours de la séquence. Ils étaient actifs, demandeurs, volontaires...

Selon Bachelard (1966), « tout apprentissage réussi est un changement de conceptions. La conception de l'apprenant intervient en même temps comme intégrateur et comme résistance à toute nouvelle information qui pourrait déséquilibrer le système d'explications en place ».

Ce recueil de données m'a conforté dans l'idée que la prise en compte des conceptions initiales des élèves permet l'appropriation d'un concept scientifique. En effet, il a été possible de construire des connaissances nouvelles à partir des représentations initiales des élèves, et plusieurs mois après l'apprentissage, les principales notions semblent perdurer.

Les résultats des évaluations montrent notamment l'évolution de leur conceptions initiales. La notion semble se construire progressivement chez eux, même si, nécessairement, cette seule séquence ne permet pas d'aborder l'intégralité du savoir scientifique sur la digestion. Les premières bases permettant une approche et une compréhension globale du processus semblent néanmoins posées, ce qui permettra d'enrichir leurs connaissances dans les niveaux d'enseignement supérieurs.

Pour faire évoluer les conceptions initiales, différents moyens ont été mis en œuvre au cours de la séquence : questionnement de l'enseignant pour instaurer le cadre de travail, confrontation des représentations entre pairs qui a fait émerger une situation problème, expérimentation pour valider ou invalider les hypothèses, généralisation et institutionnalisation du nouveau savoir.

La démarche mise en œuvre est en accord avec les programmes de l'école élémentaire puisque la séquence a bien visé la construction partielle du concept de digestion chez ces élèves de CM1.

La prise en compte des conceptions initiales des élèves semblent essentiellement utilisées en

⁶² Charpak, G. (2011). *La main à la pâte – Les sciences à l'école primaire*. Mayenne : Flammarion. p 71/72

sciences, mais je pense qu'il s'agit d'un support d'apprentissage transposable à d'autres disciplines comme les mathématiques ou le français. En effet, le même processus peut être mené pour amener les élèves à remettre en cause leurs représentations, leurs idées ou règles qu'ils se sont construites.

Ce travail va donc m'inciter à poursuivre, dans les prochaines années, dans cette démarche qui entre dans le mode de raisonnement des élèves, mêlant attention et écoute de ce qu'ils savent car ne l'oublions pas, derrière un élève, il y a toujours un enfant, et cette notion de personne humaine, on ne peut l'oublier.

Bibliographie

Ouvrages généraux

Giordan, A. (1998). *Apprendre !*. Paris : Débats Belin.

Meirieu, P. (1988). *Apprendre... oui mais comment ?*. Paris : ESF Edition

Ouvrages de didactiques

Astolfi, J.P., Darot, E., Darot, E., Ginsburder-Vogel, Y., Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck

Astolfi, J.P., Demoumen, R. (1996). *Didactique des Sciences de la Vie et de la Terre*. Paris : Nathan Pédagogie

Astolfi, J.P., Develay, M. (1993). *La didactique des sciences*. Paris : PUF (5^{ème} édition)

Astolfi, J.P., Peterfalvi, B., Vérin, A. (2000). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz

Charpak, G. (2011). *La main à la pâte – Les sciences à l'école primaire*. Paris : Flammarion.

De Vecchi, G. et Carmona-Magnaldi, N. (1996). *Faire construire des savoirs*. Paris : Hachette Education

Giordan, A. (2010). *Aux origines du savoir - La méthode pour apprendre*. Nice : Editions Ovadia

Giordan, A. et De Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*. Paris : Delagrave Edition

Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris : Edition Belin

Harlen, W. (2004). *Enseigner les sciences : comment faire ?*. Paris : Editions Le Pommier

Tavernier, R. (1992). *Enseigner la biologie et la géologie à l'école élémentaire*. Paris : Bordas

Ouvrages scientifiques (concernant la digestion)

De Peretti, F. (2010). *Manuel d'anatomie générale*. Paris : Ellipses Edition

Silbernagl, S., Despopoulos, A. (2008). *Atlas de poche de physiologie*. Paris : Flammarion

Tortora, G., Derrickson, B.. (2009). *Manuel d'anatomie et de physiologie humaines*. Paris : De Boeck

Nguyen S., Bourouina R.. (2008). *Manuel d'anatomie et de physiologie*. Paris : Lamarre

Documents officiels

BO n°1 du 5 janvier 2012, Programmes d'enseignement de l'école primaire - modifications.

Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche (2011). *Qu'apprend-on à l'école élémentaire ? 2011-2012 : les programmes officiels*. Paris : CNDP, XO Editions

BO n°3 du 19 juin 2008, Horaires et programmes de l'école primaire.

Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche (2006). *Socle commun de connaissances et de compétences*

Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche. (2002). *Document d'application des programmes - Sciences et technologie - cycle des approfondissements*. Paris : Centre National de Documentation Pédagogique (CNDP).

Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche. (2002). *Fiches connaissances, cycles 2 et 3 (fiche 12)*. Paris : CNDP

BO n°23 du 15 juin 2000, *Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'Ecole*

Revues

Aster, *Respirer, digérer, assimilent-ils ?*, n°13, 1991.

Cahiers Pédagogiques, *Les représentations mentales*, n°312, mars 1993

Sitographie

<http://www.andregiordan.com/articles/apprendre/modeleallosterique.html>

<http://www.education.gouv.fr/cid55255/mene1105413c.html>

<http://eduscol.education.fr/>

<http://www.ldes.unige.ch/>

<http://lamap.inrp.fr/>

<http://www.ldes.unige.ch/index.html>

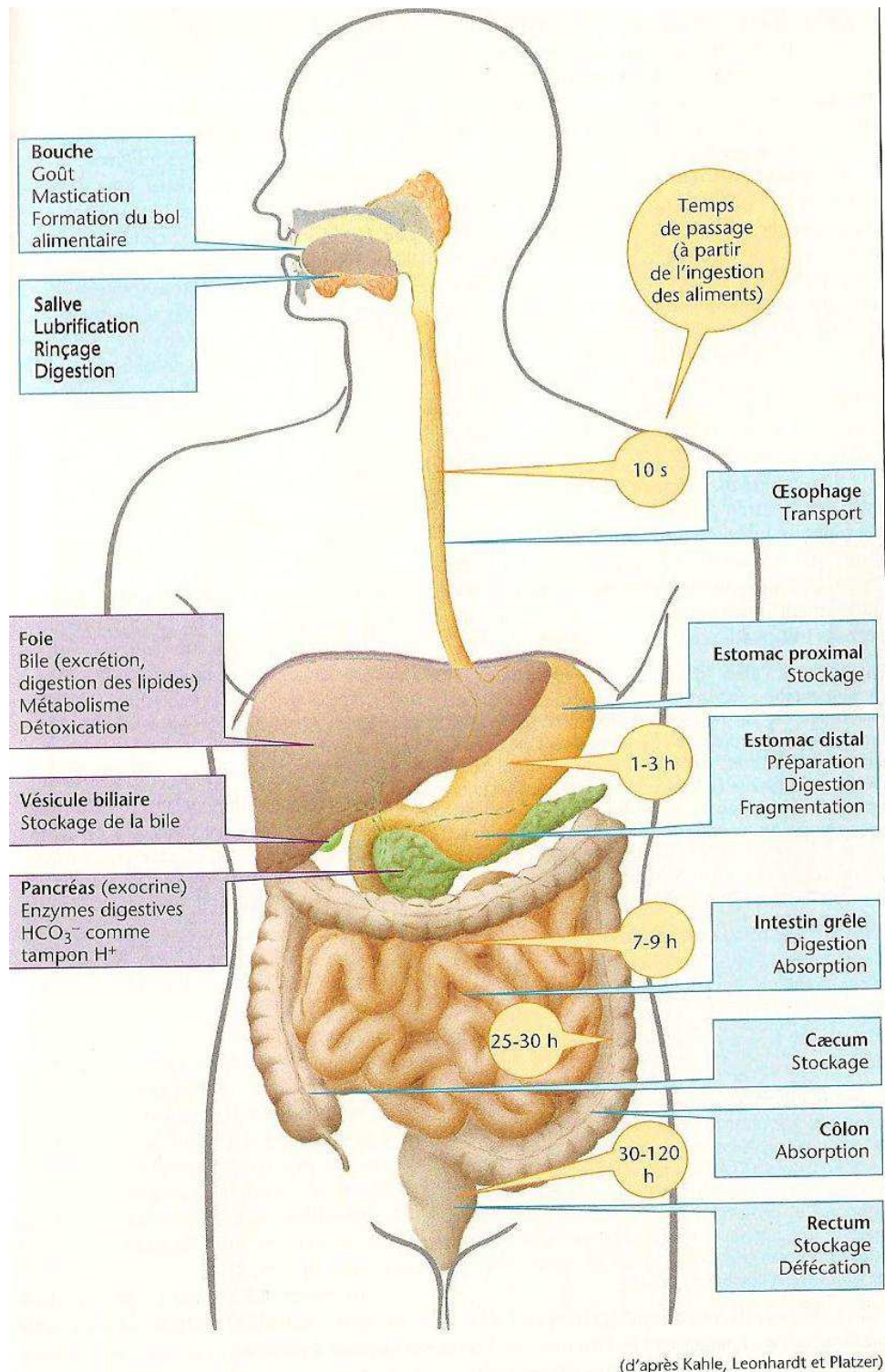
<http://media.education.gouv.fr/file/51/3/3513.pdf>

<http://physiologie.envt.fr>

Sommaire des annexes

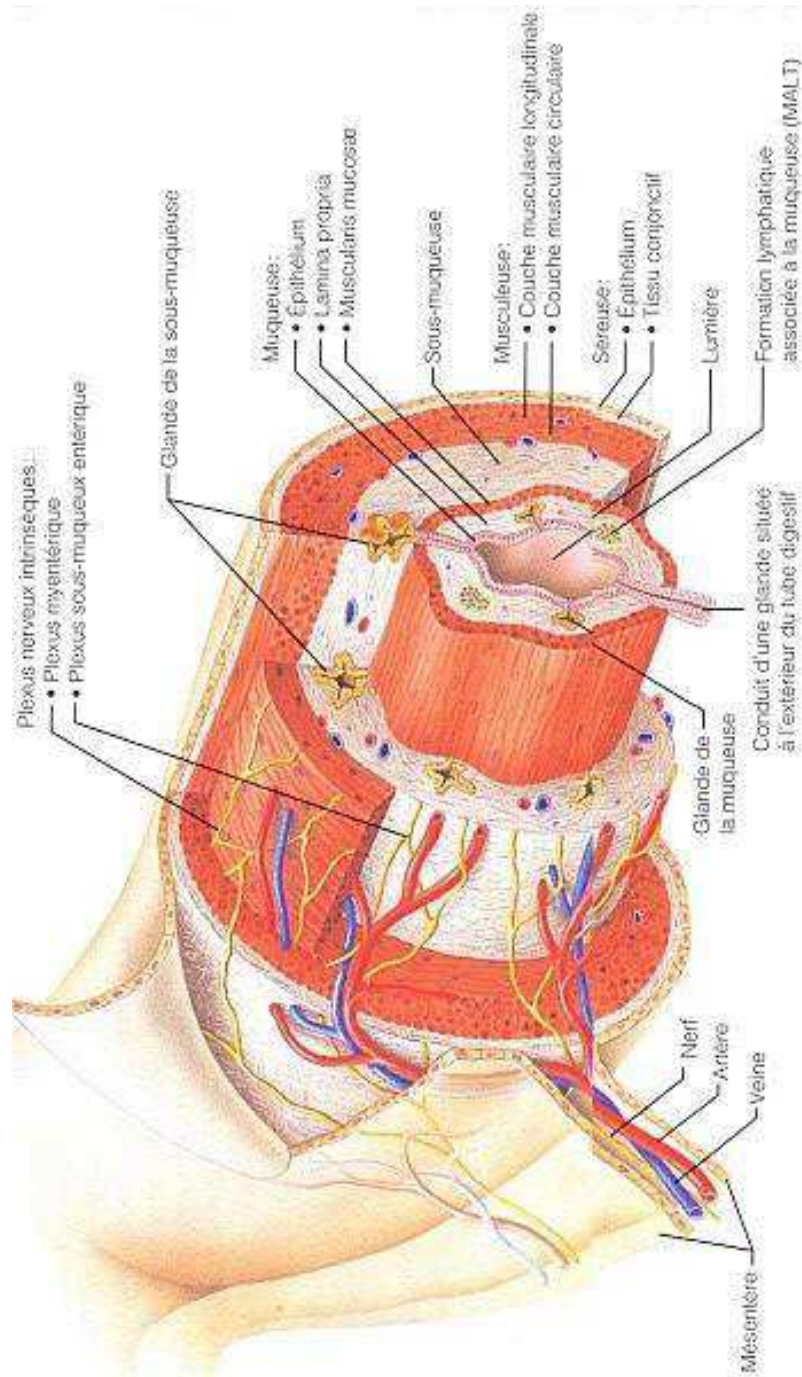
ANNEXE I : Temps de passage des aliments dans le tube digestif	I
ANNEXE II : Structure fondamentale de la paroi du tube digestif	II
ANNEXE III : Récapitulatif des étapes de la digestion	III
ANNEXE IV : Digestion des glucides et absorption des monosaccharides	IV
ANNEXE V : Digestion des protéines et absorption des acides aminés et oligopeptides	V
ANNEXE VI : Digestion des lipides	VI
ANNEXE VII : Bilan général de la digestion	VII
ANNEXE VIII : Mode de fonctionnement des représentations	VIII
ANNEXE IX : Les objectifs-obstacles	IX
ANNEXE X : Que deviennent les aliments que nous mangeons ?	X
ANNEXE XI : Conceptions initiales « individuelles » recueillies lors de la 1ère séance	XI
ANNEXE XII : Conceptions initiales « collectives » recueillies lors de la 1ère séance	XIV
ANNEXE XIII : Radiographies observées lors de la séance 2	XVIII
ANNEXE XIV : Cahier de sciences d'un élève : trace écrite n°1	XIX
ANNEXE XV : Cahier de sciences d'un élève : expérience absorption et trace écrite n° 2 ..	XX
ANNEXE XVI : Evaluation sommative juin 2012	XXII
ANNEXE XVI : Evaluation novembre 2012	XXIV

ANNEXE I : Temps de passage des aliments dans le tube digestif ⁶³



⁶³ Silbernagl, S., Despopoulos, A. (2008). *Atlas de poche de physiologie*. Paris : Flammarion. p 235

ANNEXE II : Structure fondamentale de la paroi du tube digestif⁶⁴

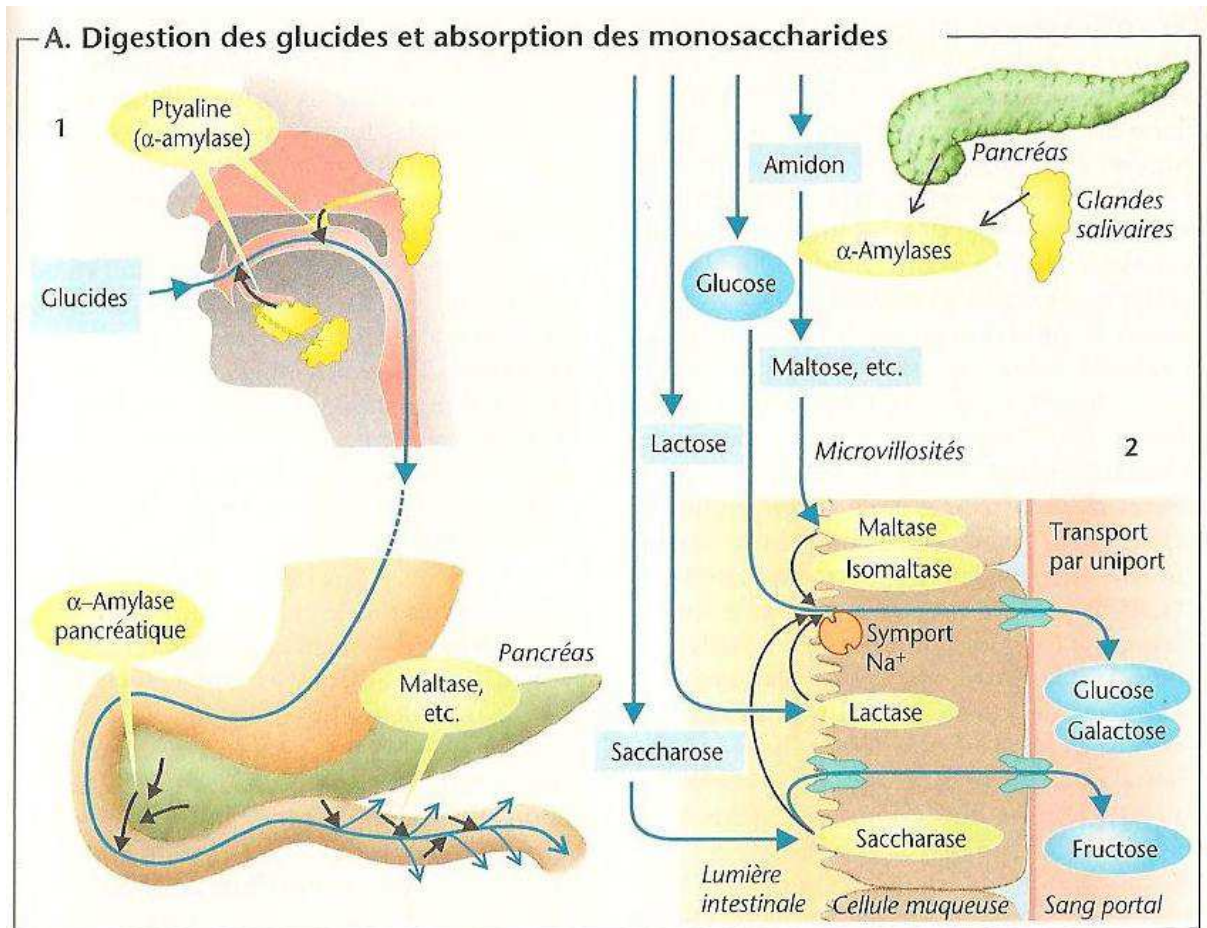


⁶⁴ <http://app-asap.over-blog.com/categorie-11150228.html>

ANNEXE III : Récapitulatif des étapes de la digestion

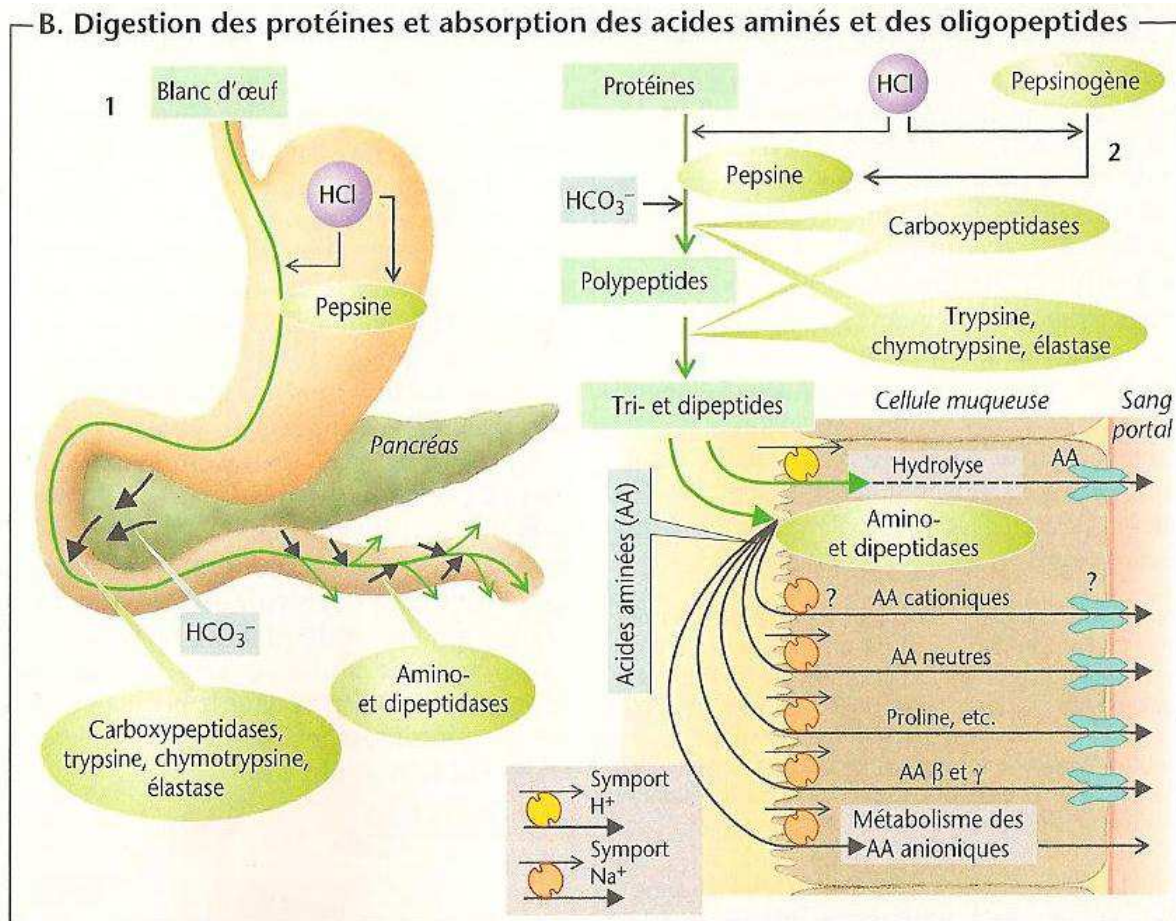
Lieux	Actions mécaniques	Actions chimiques
Bouche	Broyage des aliments par les dents au cours de la mastication + déglutition. Résultat : aliments réduits en petits morceaux imprégnés de salive.	La salive contient une enzyme, l'amylase salivaire, qui permet un début de la digestion de l'amidon en maltose, en milieu neutre à basique (pH 7 à 8).
Pharynx	Transit	Aucune
Œsophage	Contractions péristaltiques des muscles de la paroi de l'œsophage, ce qui pousse le bol alimentaire.	Aucune
Estomac	Brassage et malaxage des aliments par les muscles de l'estomac qui assurent leur progression. A la sortie de l'estomac, les aliments sont transformés en une bouillie : le chyme.	La paroi de l'estomac sécrète un suc gastrique dont les principaux constituants sont des enzymes, du mucus et de l'acide chlorhydrique. Les enzymes sont des pepsines qui simplifient les protéines en molécules de petite taille. Elles agissent en milieu acide. Le mucus gastrique protège la paroi de l'estomac de l'acidité du suc.
Intestin grêle	Brassage et mélange avec les sucs digestifs. Transit : la progression du chyme résulte de contractions péristaltiques.	Le pancréas sécrète un suc pancréatique contenant de nombreuses enzymes assurant la digestion des lipides (lipase), glucide (amylase) et protéines (protéases et peptidases). La bile, sécrétée par le foie et stockée dans la vésicule biliaire, ne contient pas d'enzyme (ce n'est donc pas un suc digestif) ; elle facilite la digestion des graisses en les émulsionnant en gouttelettes très fines. Les canaux du suc pancréatique et de la bile fusionnent peu avant leur débouché dans le duodénum (début de l'intestin grêle). Des sécrétions intestinales achèvent la digestion.
Gros intestin	Grâce aux contractions musculaires, les déchets sont brassés, compactés. La matière fécale progresse jusqu'au rectum grâce aux contractions musculaires.	Une partie de la cellulose est transformée en glucose (qui est absorbé), sous l'action de bactéries commensales. Ce qui n'est pas absorbé forme les résidus de la digestion qui subissent une importante absorption d'eau et deviennent donc de plus en plus solides : ils forment la matière fécale.

ANNEXE IV : Digestion des glucides et absorption des monosaccharides⁶⁵



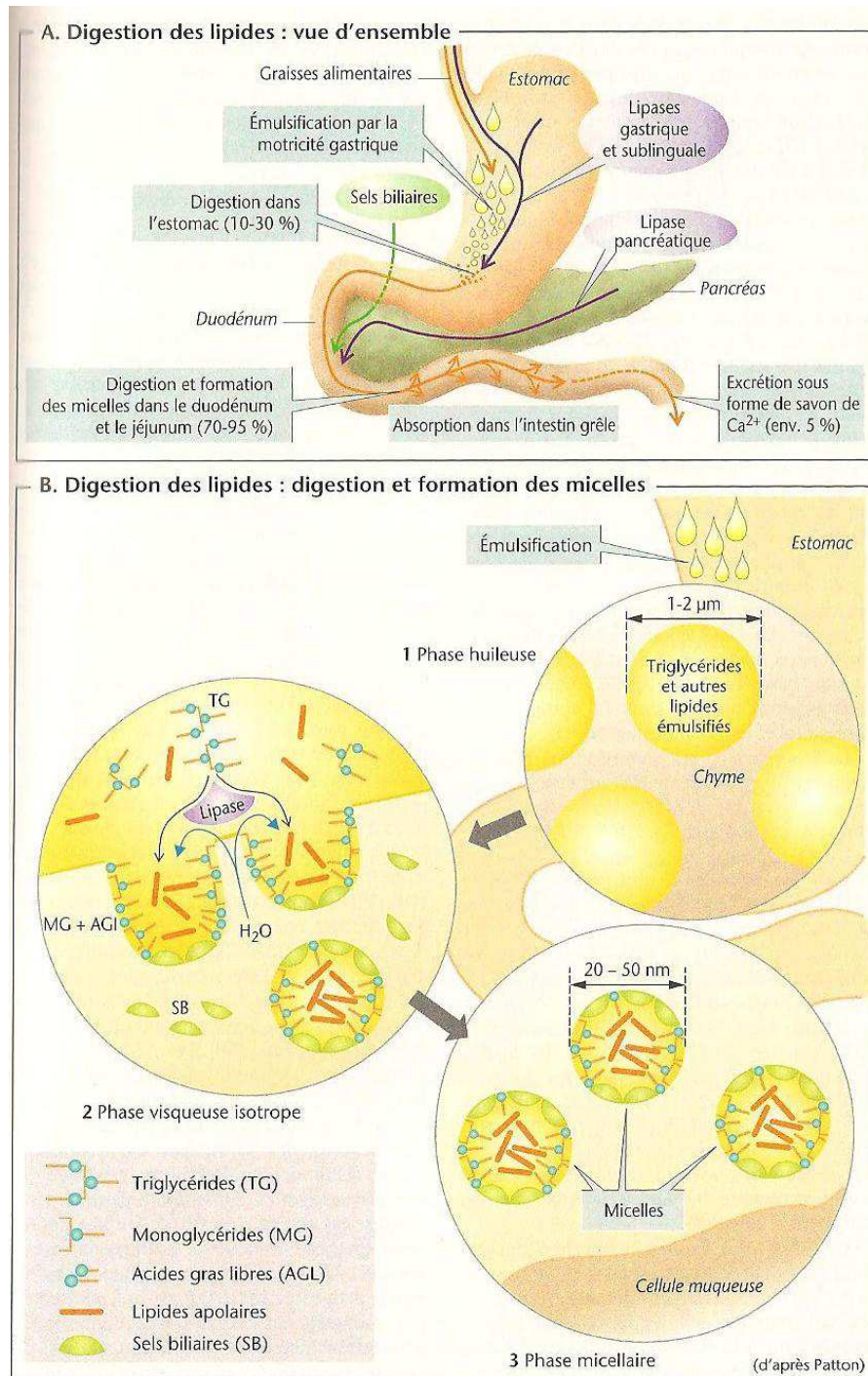
⁶⁵ Silbernagl, S., Despopoulos, A. (2008). *Atlas de poche de physiologie*. Paris : Flammarion. p 261

ANNEXE V : Digestion des protéines et absorption des acides aminés et oligopeptides⁶⁶



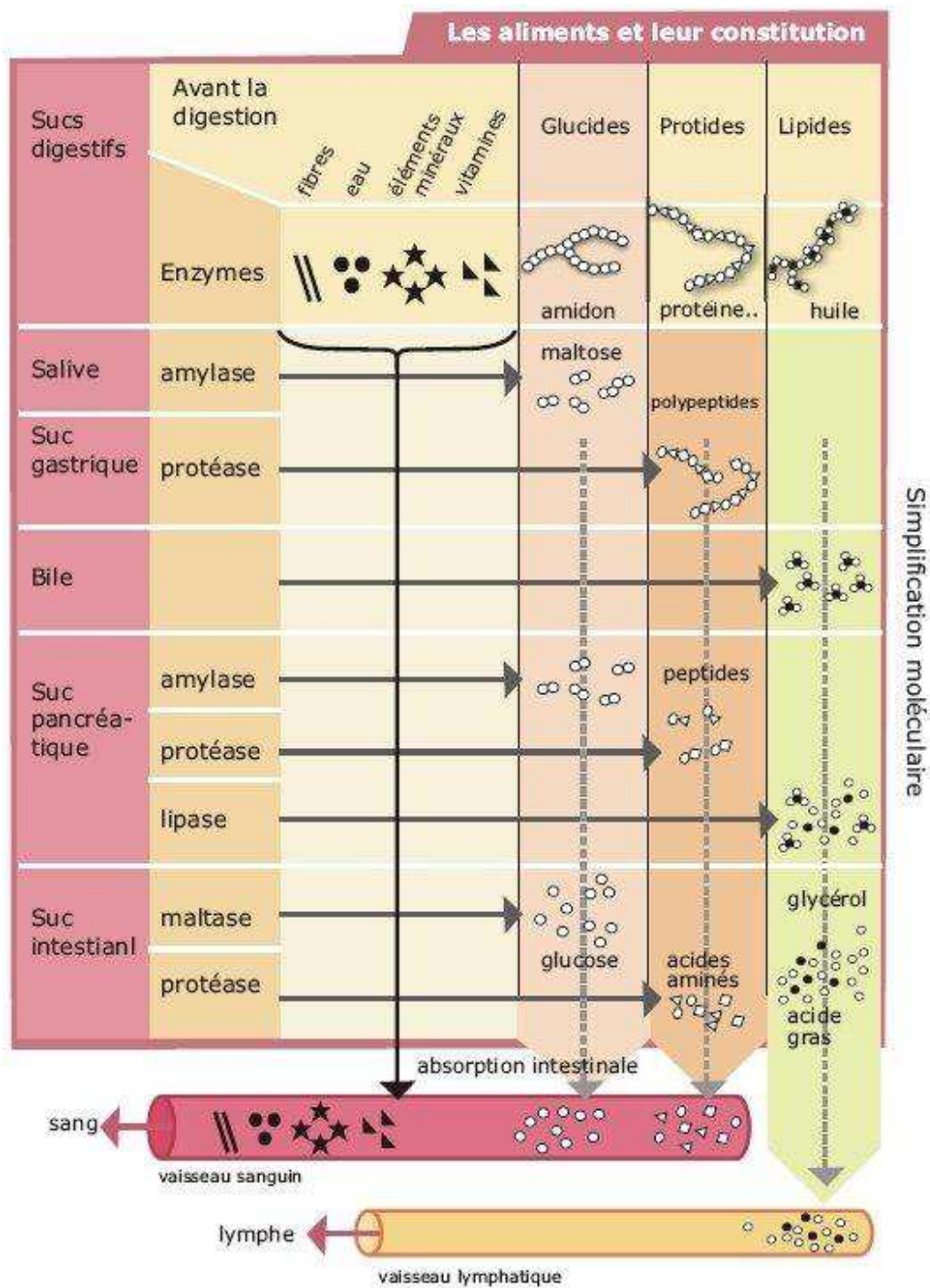
⁶⁶ Silbernagl, S., Despopoulos, A. (2008). *Atlas de poche de physiologie*. Paris : Flammarion. p 261

ANNEXE VI : Digestion des lipides⁶⁷



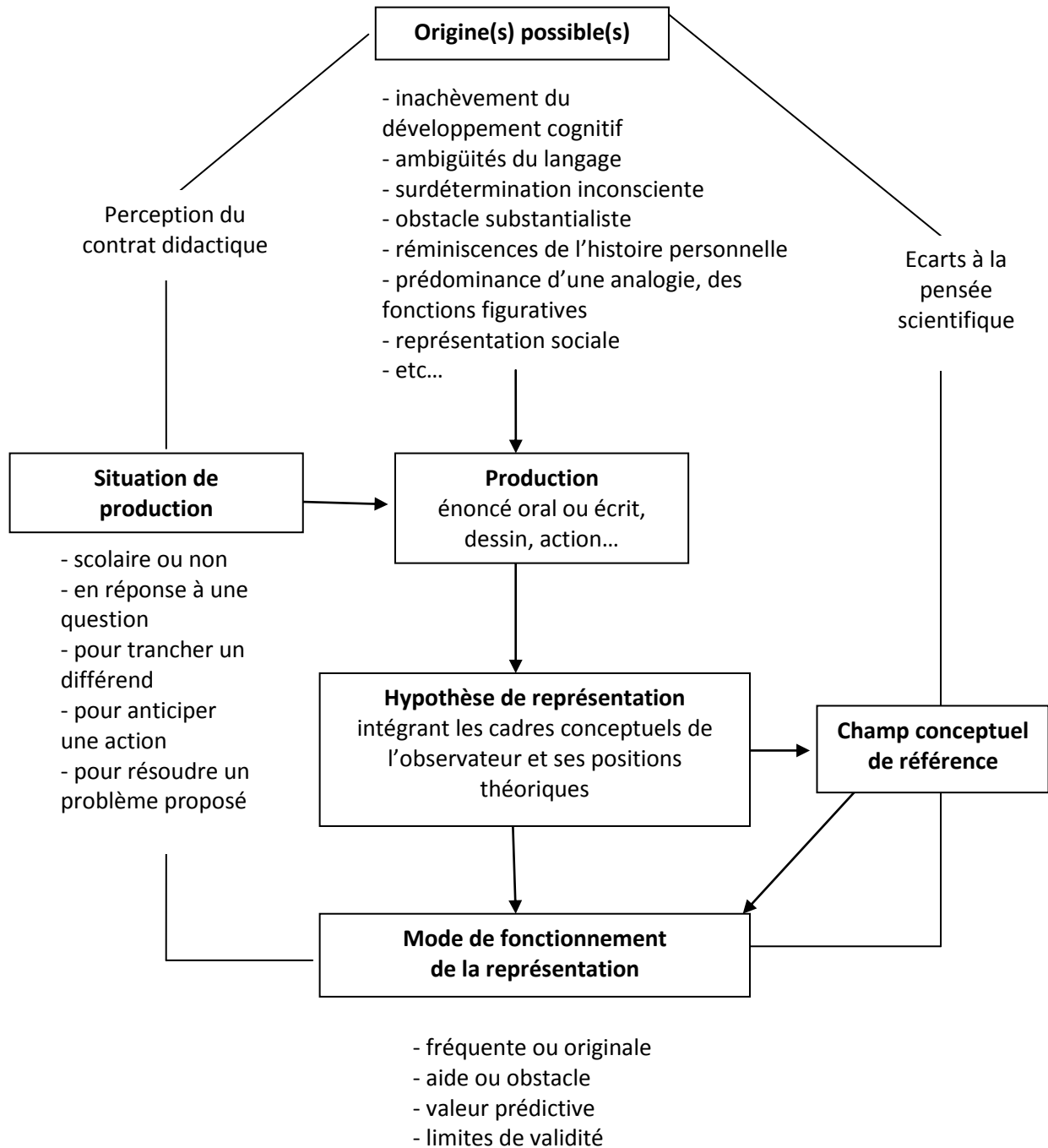
⁶⁷ Silbernagl, S., Despopoulos, A. (2008). *Atlas de poche de physiologie*. Paris : Flammarion. p 255

ANNEXE VII : Bilan général de la digestion ⁶⁸



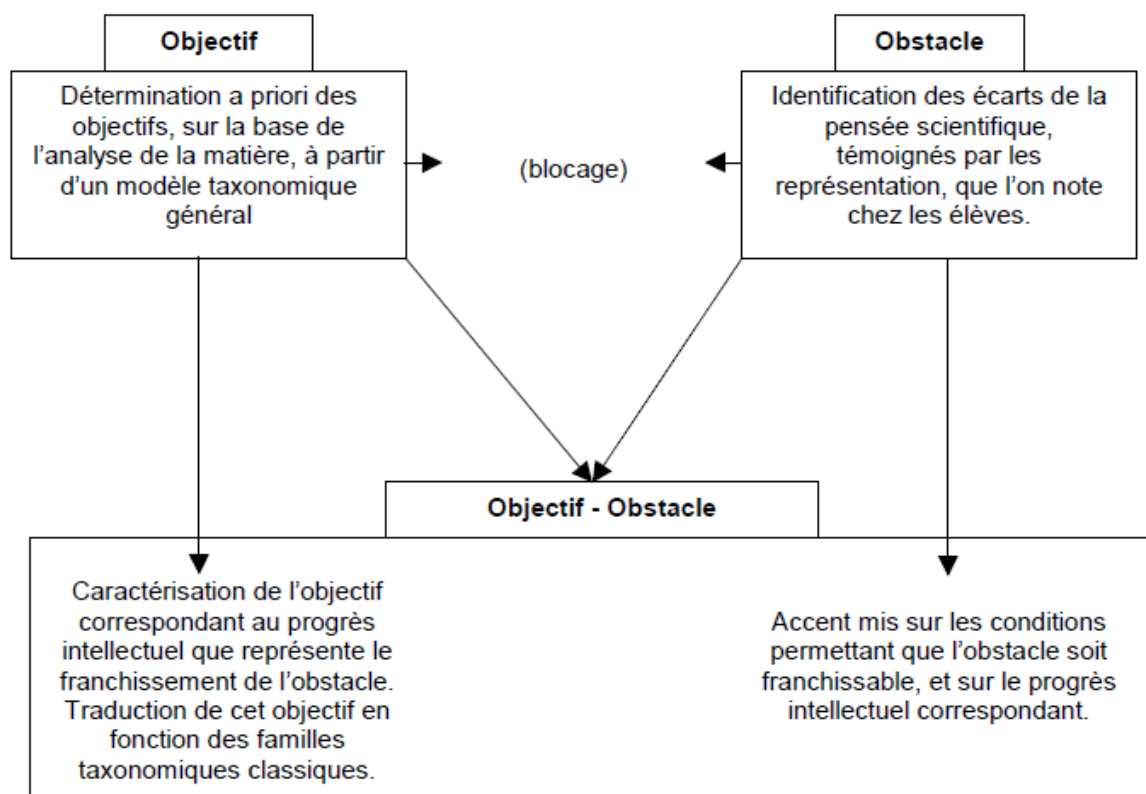
⁶⁸ <http://app-asap.over-blog.com/categorie-11150228.html>

ANNEXE VIII : Mode de fonctionnement des représentations⁶⁹



⁶⁹ Astolfi, J.P., Develay, M. (1998). *La didactique des sciences*. Paris : PUF (5^{ème} édition). p42

ANNEXE IX : Les objectifs-obstacles⁷⁰



⁷⁰ D'après Astolfi, J.P., Develay, M. (1998). *La didactique des sciences*. Paris : PUF (5^{ème} édition). p59

ANNEXE X : Que deviennent les aliments que nous mangeons ? ⁷¹

La place dans les programmes

- Au cycle 1 : des activités de découverte sensorielle, des expériences culinaires ont pu susciter un ensemble de constatactions et de questions sur l'alimentation. « Qu'est-ce que je peux manger et qu'est-ce que je ne peux pas manger ? Qu'est-ce que j'aime manger et qu'est-ce que je n'aime pas ? D'où vient le vomir ? Qu'est-ce qui donne des forces ? » Les enfants ont appris à préparer des plats simples, à distinguer des saveurs : sucré, salé, acide, amer. Ils ont parfois observé qu'un petit objet avalé par erreur (noyau de cerise, bille en plastique) se retrouvait dans les selles. Ils savent que les jeunes enfants peuvent s'étouffer en avalant de travers des cacahuètes. Ils ont constaté que s'ils boivent beaucoup, ils urinent davantage.
- Au cycle 2 : des travaux sur la diététique, sur l'hygiène alimentaire et les dents ont sans doute été menés. « Qu'est-ce que bien manger ? Comment bien manger ? À quoi servent nos dents ? Comment les protéger ? » Les élèves ont pu découvrir dans leur famille ou à l'école que certaines personnes suivaient des régimes alimentaires particuliers pour des raisons médicales (intolérance à certaines substances, nécessité de maigrir), pour des raisons esthétiques ou dans le cadre d'une activité sportive intense.
- Au cycle 3 : une investigation plus approfondie sur les besoins alimentaires conduit à découvrir l'organisation générale de l'appareil digestif et la fonction de nutrition. L'éducation à la santé est davantage fondée sur des bases scientifiques.

Extraits du programme	Extraits du document d'application	
	Compétences spécifiques	Commentaires
Le corps humain et l'éducation à la santé Première approche des fonctions de nutrition (digestion, respiration et circulation).	Être capable de rendre compte du trajet et des transformations des aliments dans le tube digestif et de leur passage dans le sang. Être capable d'exploiter des documents (radiographies, livres, multimédias).	Privilégier une approche fonctionnelle en partant de questions comme « que devient dans ton corps, ce que tu bois, ce que tu manges, l'air que tu respirez » afin d'établir des liens entre les différentes fonctions (respiration, digestion en petits éléments capables de traverser la paroi du tube digestif, ils sont emportés dans tous les organes du corps dont ils permettent le fonctionnement).

- Au collège : l'aspect chimique de la transformation des aliments sera étudié, ainsi que les concepts de solubilisation ou de diffusion.
- Au lycée : les notions de surfaces d'échanges, de réactions chimiques et de métabolisme pourront être approfondies, en relation avec le concept d'énergie.

Concepts en jeu, notions à construire	1 ^{er} niveau d'acquisition	2 ^e niveau d'acquisition
Trajet des aliments	cycle 2	cycle 3
Transformations mécaniques des aliments	cycle 2	cycle 3
Transformation chimique des aliments	cycle 3 (évoquant)	collège (3 ^e) - lycée
Fonctionnement des enzymes digestifs		lycée
Solubilisation des nutriments	cycle 3	collège
Diffusion à travers une membrane	cycle 3	collège
Passage dans le sang des nutriments	cycle 3	collège - lycée
Notion de cellule	collège	collège - lycée
Utilisation cellulaire des nutriments	collège	lycée

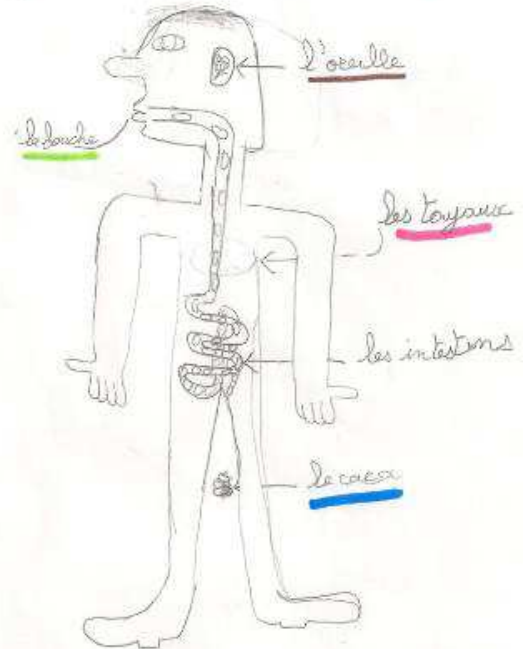
⁷¹ Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche. (2002). *Document d'application des programmes – Enseigner les sciences à l'école*. Paris : CNDP.

ANNEXE XI : Quelques conceptions initiales « individuelles » recueillies lors de la 1^{ère} séance

Que deviennent les aliments ?



Que deviennent les aliments que nous mangeons ?



La nourriture passe dans les tuyaux et se transforme en caca. La nourriture est broyée avant d'aller dans les intestins.

Que deviennent les aliments que nous mangeons ?

Ils deviennent liquide et passent dans notre cœur pour que ça devienne du sang pour notre cœur pour vivre. Ce qui n'est pas bon pour notre cœur revient du cœur pour aller sur la toilette.



Les déchets sont rejétés par notre cœur.

Que deviennent les aliments que nous mangeons ?



Les aliments mangés
descendent dans
l'intestin et
deviennent de
la bouillie.

Après, une fois bien brouillée la nourriture descend dans
le corps et devient des excréments (caca).



Que deviennent les aliments que nous mangeons ?



1 La nourriture glisse.



2 La nourriture arrive à l'estomac où
des petits sacs qui s'appellent les enzymes la coupent
en petits morceaux qui passent dans le corps.



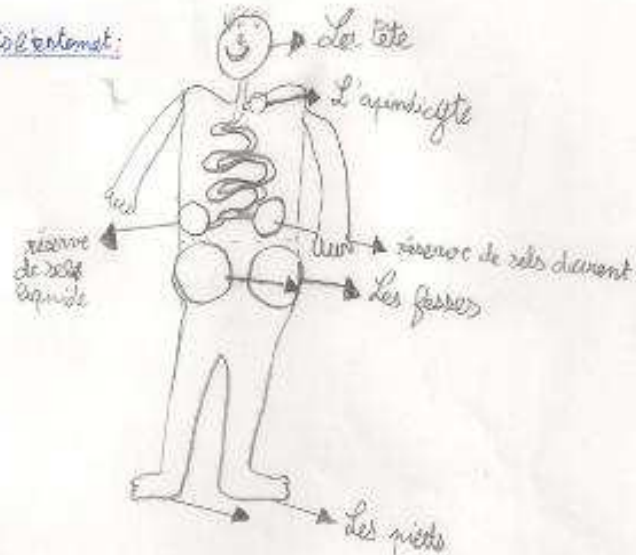
3 Les aliments (déchirés) décernent dans
l'intestin puis jusqu'à la vésicule qui
après partent pour les selles.

Donc les aliments on fait tout le corps et les protéines
glucides ect... ce matre dans le corps pour le nourrir.

Que deviennent les aliments que nous mangeons ?

mes idées Les aliments maintenant broyés par notre bouche vont descendre jusqu'à l'intestin qui vont rendre certains aliments comme les fibres par exemple en cellules grasses qui vont nous rendre de plus en plus gros. D'autres vont nous rendre utiles pour l'énergie, ou alors nous aider à grandir. Il y a aussi les aliments qui vont se rendre aux fibres et ensuite en sel.

descende vers les fibres depuis l'estomac :



Que deviennent les aliments que nous mangeons ?

Les aliments que nous fond dans notre bouche.

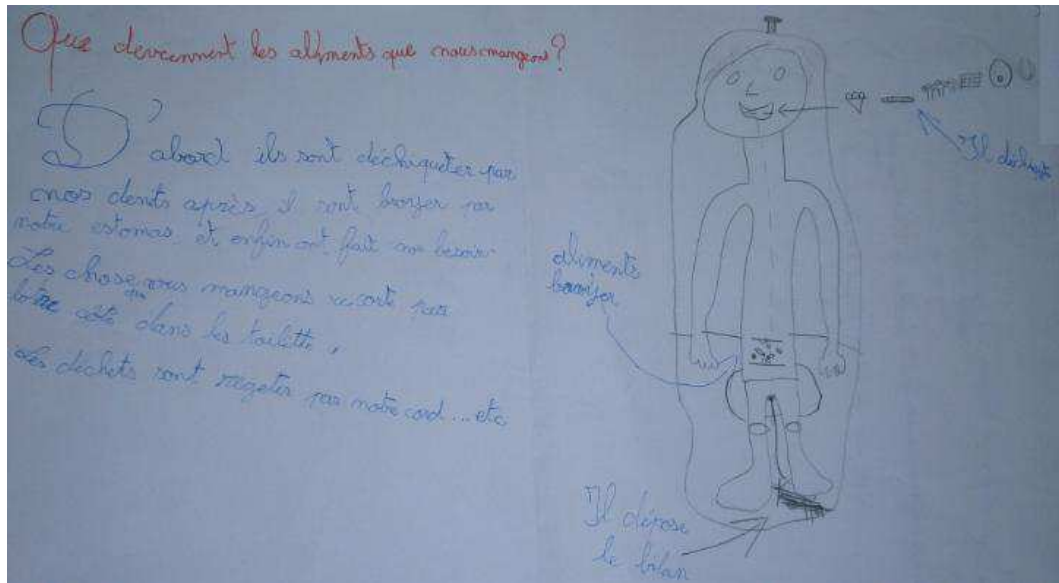


Les aliments passe par des tuyau, qui arrive dans l'estomac et se consume.

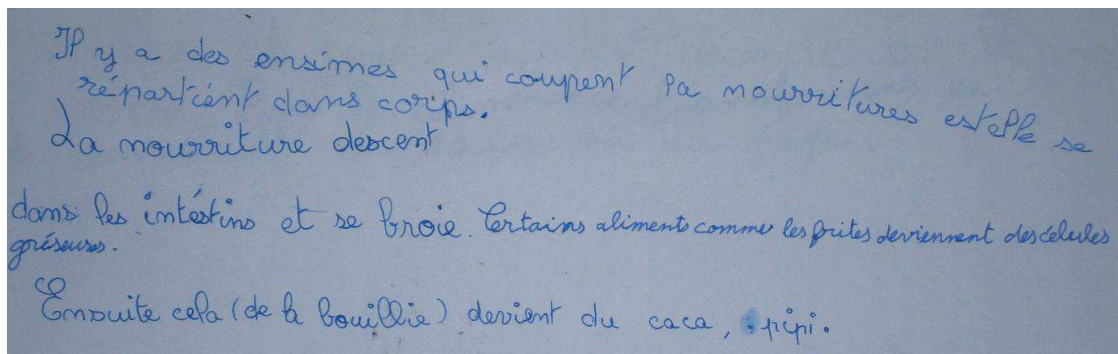
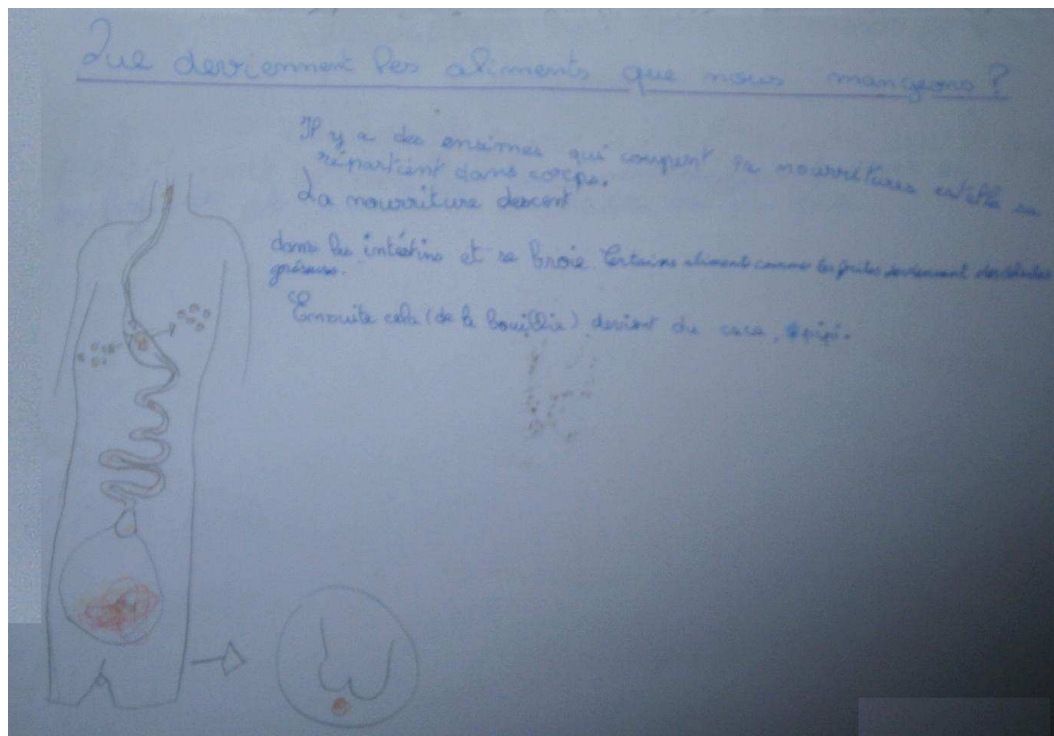


ANNEXE XII : Conceptions initiales « collectives » recueillies lors de la 1^{ère} séance

Groupe 2 :

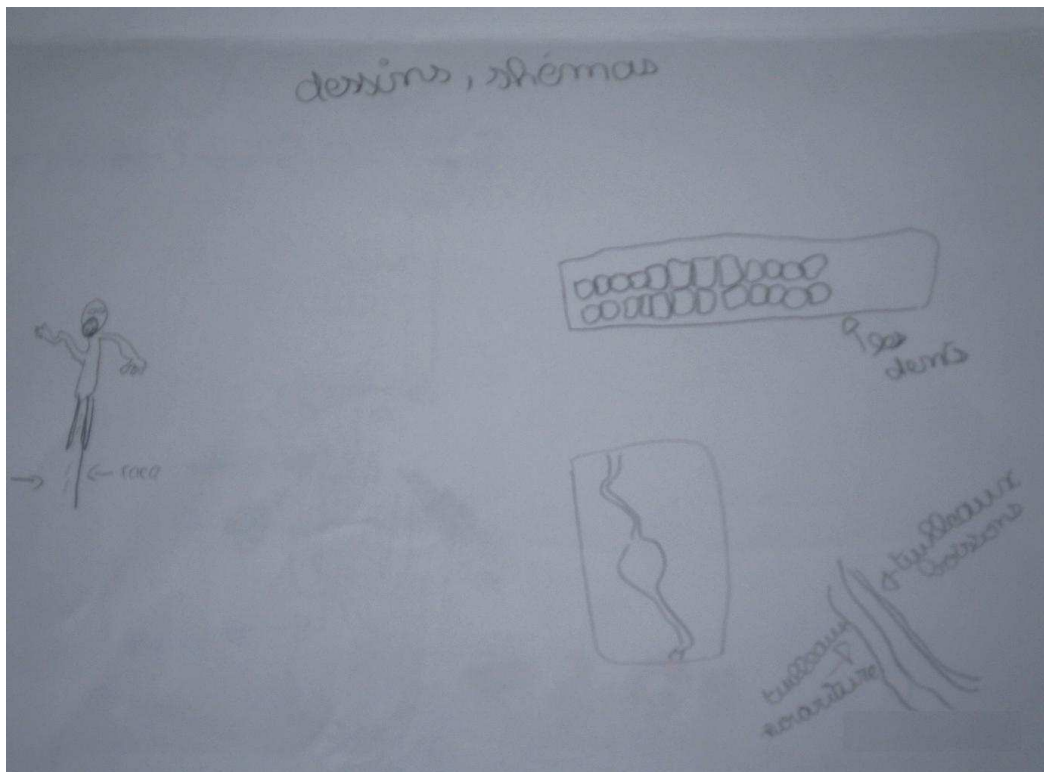


Groupe 3 :

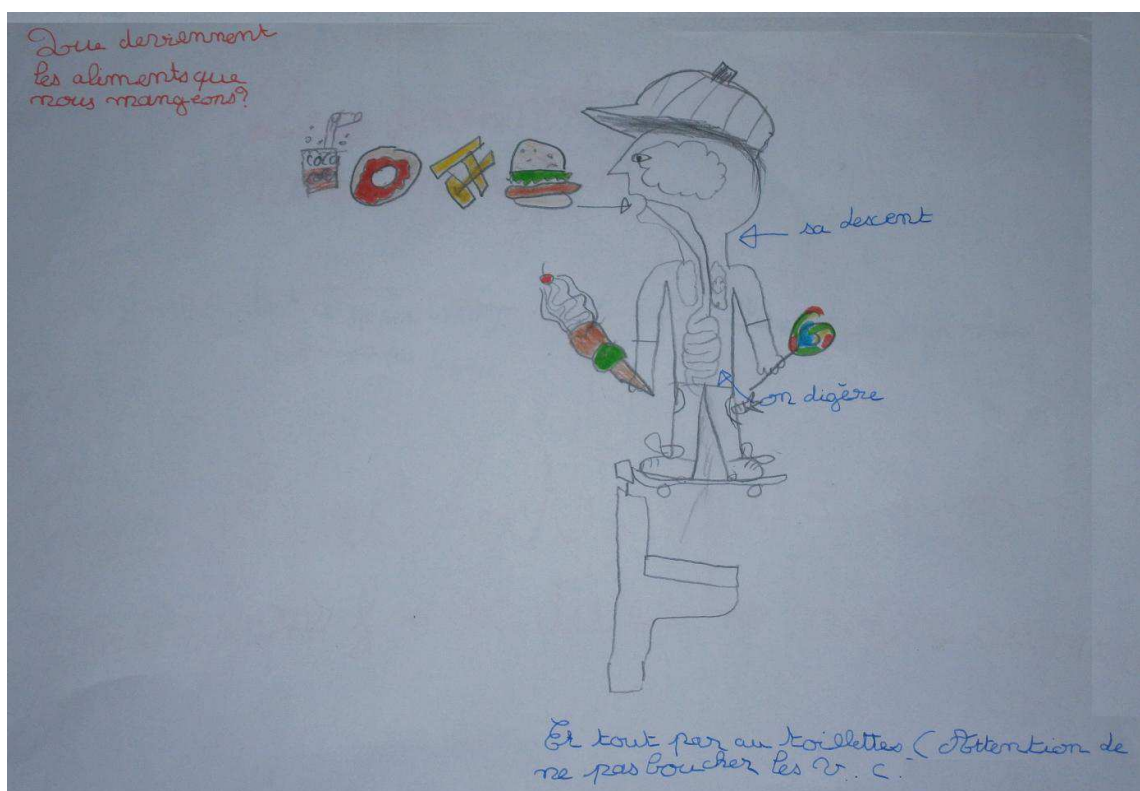


Groupe 4 :

Que deviennent les aliments que l'on mange ?
 Ce que l'on mange et ce que l'on boit se dégrade dans la gorge
 puis dans le ventre. Puis les aliments se transforment en
 un liquide et deviennent du caca ou du pipi.



Groupe 5 :

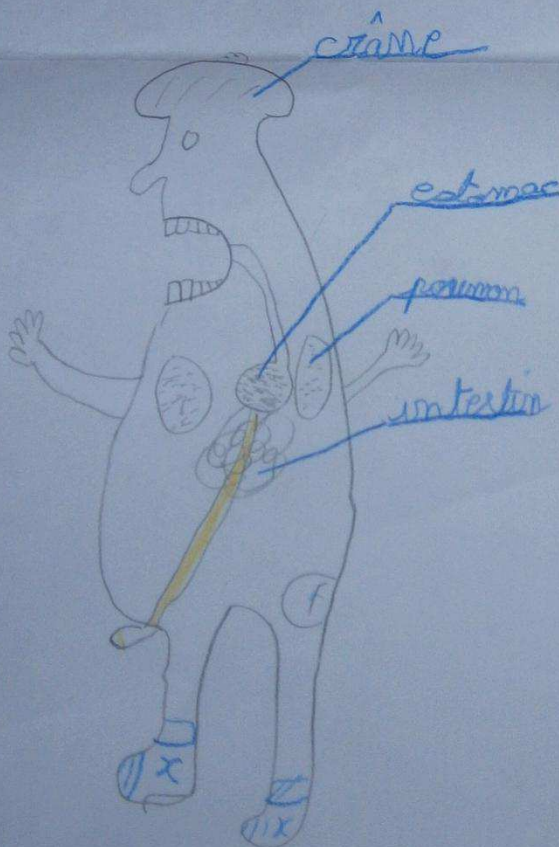


Groupe 6 :

Que deviennent les aliments que nous mangeons?

~~Il faut ce qu'on mange doit partir les fibres et ce qu'on digère~~
~~Il faut passer par le système~~

Les aliments que nous mangeons fondent dans notre estomac



Groupe 7 :

Quand nous mangeons les aliments se mélangent et coinnent dans l'estomac. Le ventre est une partie fragile d'un corps humain les intestins permettent de mieux digérer en passant par la langue qui repère le salé, le sucré, le amer, et l'acide. Après il se méient dans un endroit du corps appelé le sac et fini dans les toilet, comme tout les aliment mangé dans la journée. Et l'eau se transforme en liquide nommé le Pipi. La plus part du temps on a une bonne alimentation, et bien sur évité de manger n'importe quoi, et ne pas mangé entre tout les repas. Il ne faut pas trop mangé car l'estomac ne digère plus et on vomit ou on tombe malade il y a regret du ventre (ce qui est souvent très rare).

ce qui est bon pour le corps de ne pas trop mangé.



ANNEXE XIII : Radiographies observées lors de la séance 2

Voici des radiographies d'organes digestifs :

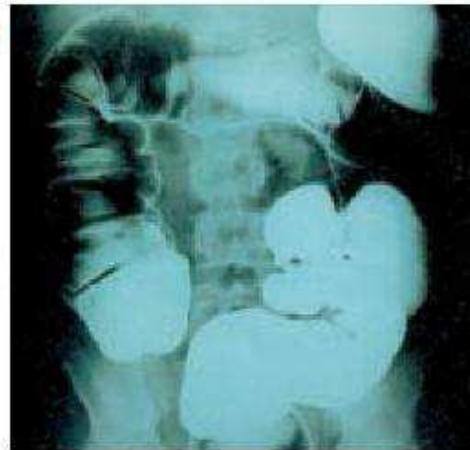
1



Photos de radiographies provenant de *Éveil aux activités scientifiques*, tome 1, © Nathan.

Radiographie d'un œsophage

2



Photos de radiographies provenant de *Éveil aux activités scientifiques*, tome 1, © Nathan.

Côlon

3



Photos de radiographies provenant de *Éveil aux activités scientifiques*, tome 1, © Nathan.

Estomac

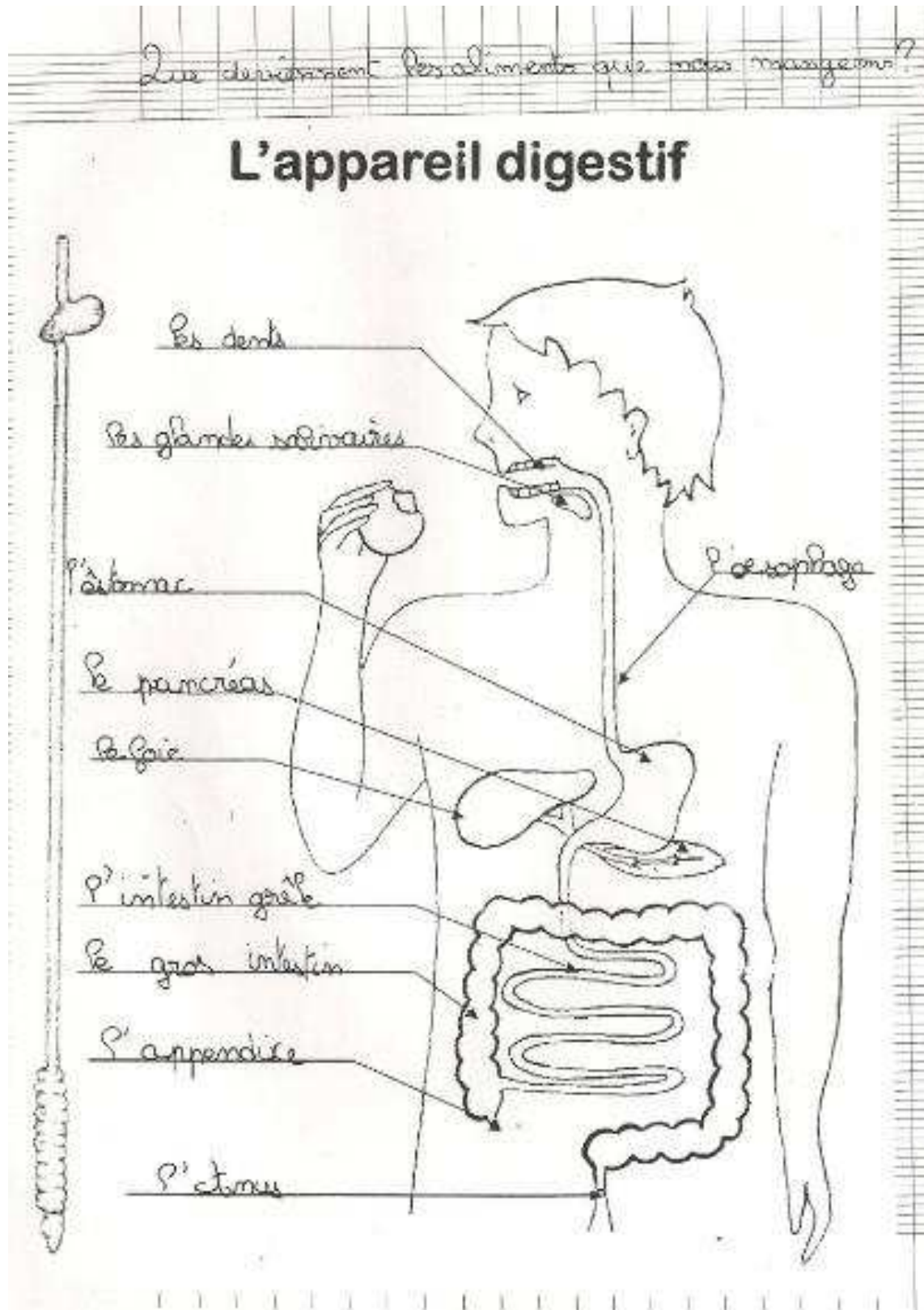
4



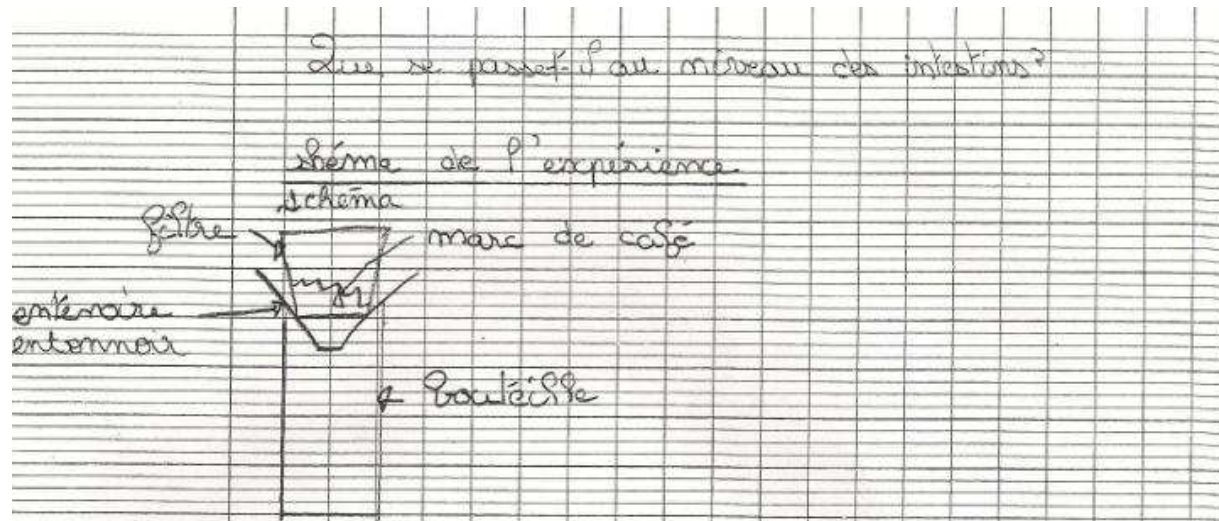
Photos de radiographies provenant de *Éveil aux activités scientifiques*, tome 1, © Nathan.

Radiographie d'un intestin grêle

ANNEXE XIV : Cahier de sciences d'un élève : trace écrite n°1



ANNEXE XV : Cahier de sciences d'un élève : expérience absorption et trace écrite n° 2



Dans notre expérience, le filtre représente la paroi de l'intestin grêle, le marc de café représente les aliments mangés qui arrivent dans l'intestin grêle l'eau représente le sang dans la bouteille.

Dans notre expérience, le filtre représente la paroi de l'intestin grêle, le marc de café représente les aliments mangés qui arrivent dans l'intestin grêle l'eau représente le sang dans la bouteille.

Les aliments sont broyés par les dents les glandes salivaires sécrètent la salive qui permet de faire glisser les aliments. Dans la bouche, il y a d'abord la mastication. Puis les aliments sont avalés, c'est la déglutition. Dans l'œsophage, les aliments descendent sans subir de modification. Dans l'estomac, les aliments sont broyés et forment une bouillie grâce aux sucs digestifs.

Ils vont dans l'intestin grêle grâce aux contractions des muscles. C'est le passage.

Les aliments sont devenus très petits et solubles. On les appelle les nutriments. Ils sont transportés par le sang. Ils nous apportent de l'énergie.

Les déchets sont éliminés dans les urines et les matières fécales

Liste des mots importants

La bouche, les dents, mastication, les glandes salivaires, la salive, la déglutition, l'œsophage, l'estomac, le foie, le pancréas, les suc digestifs, l'intestin grêle, les muscles, la paroi, les nutriments, le gros intestin, l'anus, le rectum, les matières fécales, le tube digestif.

ANNEXE XVI : Evaluation sommative juin 2012

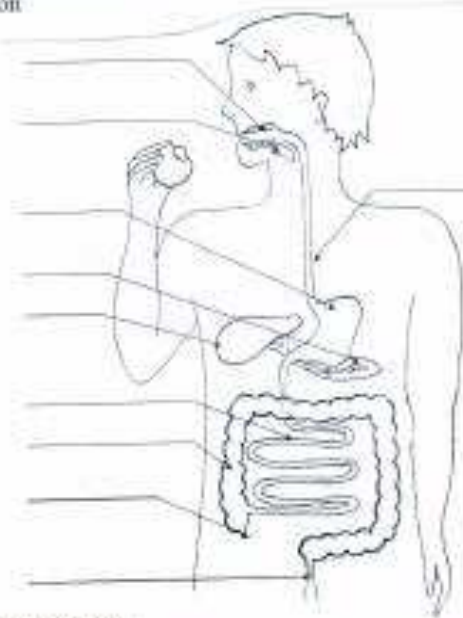
Prénom :

Date :

Évaluation Sciences CM1 juin 2012

La digestion

1 - Complète ce schéma puis
trace en bleu le trajet des aliments.



2 - Relie chaque action à l'organe dans laquelle se déroule l'action.

- | | |
|---|------------------|
| évacuation des déchets * | * bouche |
| brassage et action des sucs digestifs * | * anus |
| mastication et action de la salive * | * intestin grêle |
| passage des nutriments dans le sang * | * estomac |

3 - Complète les phrases.

Nous mâchons les aliments. C'est

Nous avalons les aliments. C'est

Les aliments sont mélangés dans l'estomac et transformés en bouillie. C'est

Les aliments très petits sont utilisés par le corps. Ce sont

4 - Réponds aux questions par des phrases.

Que deviennent les nutriments ?

.....

Que deviennent les déchets qui ne peuvent pas être utilisés par le corps ?

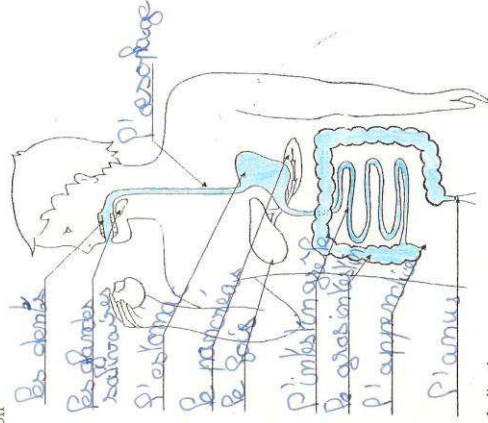
.....

.....

Prénom : Emma.
Date : 29/0

Évaluation Sciences CMI juin 2012
La digestion

1 - Complète ce schéma puis trace en bleu le trajet des aliments.



2 - Relie chaque action à l'organe dans laquelle se déroule l'action.

- | | |
|---------------------------------------|------------------|
| évacuation des déchets | * bouche |
| brassage et action des sucs digestifs | * anus |
| mastication et action de la salive | * intestin grêle |
| passage des nutriments dans le sang | * estomac |

3 - Complète les phrases.

Nous mâchons les aliments. C'est la mastication.

Nous avalons les aliments. C'est la déglutition.

Les aliments sont mélangés dans l'estomac et transformés en bouillie. C'est le brassage.

Les aliments très petits sont utilisés par le corps. Ce sont les nutriments.

4 - Réponds aux questions par des phrases.

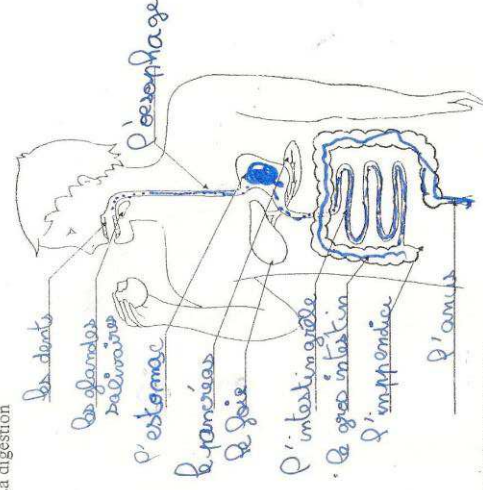
Que deviennent les nutriments ? Ils partent avec le sang pour nourrir le corps.

Que deviennent les déchets qui ne peuvent pas être utilisés par le corps ? Ils se décomposent dans le gros intestin puis ils sortent par l'anus.

Prénom : Emma.
Date : 29/0

Évaluation Sciences CMI juin 2012
La digestion

1 - Complète ce schéma puis trace en bleu le trajet des aliments.



2 - Relie chaque action à l'organe dans laquelle se déroule l'action.

- | | |
|---------------------------------------|------------------|
| évacuation des déchets | * bouche |
| brassage et action des sucs digestifs | * anus |
| mastication et action de la salive | * intestin grêle |
| passage des nutriments dans le sang | * estomac |

3 - Complète les phrases.

Nous mâchons les aliments. C'est la mastication.

Nous avalons les aliments. C'est la déglutition.

Les aliments sont mélangés dans l'estomac et transformés en bouillie. C'est le brassage.

Les aliments très petits sont utilisés par le corps. Ce sont les nutriments.

4 - Réponds aux questions par des phrases.

Que deviennent les nutriments ? Ils deviennent petits et sont utilisés par le corps.

Que deviennent les déchets qui ne peuvent pas être utilisés par le corps ? Ils sont rejetés par le corps (l'anus).

ANNEXE XVI : Evaluation novembre 2012

Prénom Emmanuel
Date : 26/11/12
Evaluation Sciences CMI
La digestion

1- Complète ce schéma puis trace en bleu le trajet des aliments.

2- Relie chaque action à l'organe dans laquelle se déroule l'action.

évacuation des déchets	→	bouche
brassage et action des sucs digestifs	→	anus
mastication et action de la salive	→	intestin grêle
passage des nutriments dans le sang	→	estomac

3- Complète les phrases.

Nous mâchons les aliments. C'est la mastication.

Nous avalons les aliments. C'est la déglutition.

Les aliments sont mélangés dans l'estomac et transformés en bouillie. C'est la brassage.

Les aliments très petits sont utilisés par le corps. Ce sont les nutriments.

4- Réponds aux questions par des phrases.

Que deviennent les nutriments ? Ils sont utilisés par le corps pour le sang.

Que deviennent les déchets qui ne peuvent pas être utilisés par le corps ? Ils sont évacués par l'anus.

Prénom : Emmanuel
Date : 26/11/2012
Evaluation Sciences CMI
La digestion

1- Complète ce schéma puis trace en bleu le trajet des aliments.

2- Relie chaque action à l'organe dans laquelle se déroule l'action.

évacuation des déchets	→	bouche
brassage et action des sucs digestifs	→	anus
mastication et action de la salive	→	intestin grêle
passage des nutriments dans le sang	→	estomac

3- Complète les phrases.

Nous mâchons les aliments. C'est la mastication.

Nous avalons les aliments. C'est la déglutition.

Les aliments sont mélangés dans l'estomac et transformés en bouillie. C'est la brassage.

Les aliments très petits sont utilisés par le corps. Ce sont les nutriments.

4- Réponds aux questions par des phrases.

Que deviennent les nutriments ? Ils sont utilisés par le corps pour le sang.

Que deviennent les déchets qui ne peuvent pas être utilisés par le corps ? Ils sont évacués par l'anus.

Résumé :

Le concept de digestion est étudié de façon spiralaire au cours de la scolarité. Cependant, on remarque que de nombreuses représentations erronées persistent et font obstacles à la compréhension de ce concept chez les enfants. Ce mémoire s'interroge sur la façon de les prendre en compte pour amener progressivement les élèves vers le savoir scientifique. Après un apport théorique sur les notions de digestion et de conceptions initiales, cet écrit relate une séquence d'enseignement réalisée dans une classe de CM1.

Mots clés : conceptions initiales, digestion, objectif-obstacle, représentations initiales, savoir scientifique

Résumé en anglais:

The concept of digestion is studied at repeated intervals throughout school years. However, many false representations remain and prevent the understanding of this concept by pupils. This dissertation examines how to take them into account in order to guide pupils towards scientific knowledge. After a theoretical contribution on the concepts of digestion and initial images, this report recounts a teaching lesson plan in a CM1 class.

Keywords : approach, digestion, initial images, obstacle, scientific knowledge