



Que deviennent les aliments que nous mangeons ?

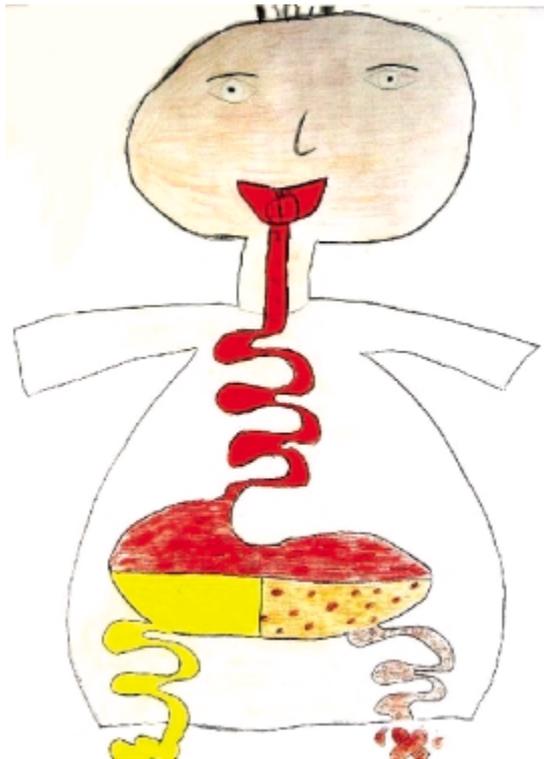


Figure 1

Pour tout organisme vivant, se nourrir est un besoin fondamental. L'alimentation humaine, thème interdisciplinaire par excellence, revêt une dimension à la fois individuelle et collective. Parce que chaque enfant, chaque famille, chaque société entretient avec la nourriture un rapport particulier, comprendre ce que deviennent les aliments dans le corps donne l'occasion de construire un fonds scientifique commun, partagé par toutes les cultures et en relation avec l'éducation à la santé. La progression proposée ne prétend pas être un modèle. Elle suggère comment une investigation peut être conduite, lors de temps de recherche personnel, seul ou en groupe, alternant avec des moments de synthèse en classe entière. Elle intègre des objectifs d'apprentissages transversaux : maîtrise des langages oral-écrit-images, recherche documentaire, argumentation, confrontation des savoirs élaborés par les enfants aux savoirs établis et publiés.

En complément documentaire, vous trouverez, en plus de ce texte présentant un déroulement type de séquence, des documents images et extraits vidéo utilisables avec les élèves sur le cédérom distribué avec cet ouvrage.

La place dans les programmes

- Au cycle 1 : des activités de découverte sensorielle, des expériences culinaires ont pu susciter un ensemble de constatations 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 respires » 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 (évocation)	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

Un déroulement possible de la séquence

Une séance préliminaire sur l'alimentation permet d'introduire la séquence.

	Question de départ	Activités conduites avec les élèves	Activités langagières	Organisation de la classe	Connaissances, savoirs et savoir-faire en jeu
Séance 1	Où vont l'eau et le pain ?	Recueil et confrontation des représentations.	Dessin, écrit, oral.	Individuel, binôme et classe entière (confrontations).	Communiquer par textes, schémas puis par oral.
Séance 2	Que ressent-on quand on mange ?	Observations sur soi, travail sur documents.	Oral, écrit (compte rendu), schématisation.	Binôme, individuel.	Observer, faire un dessin d'observation.
Séance 3	Que se passe-t-il quand on avale ?	Construction d'une maquette.	Oral, dessin (plans).	Groupe.	Manipuler, raisonner.
Séance 4	Comment fonctionne l'appareil digestif ?	Observations sur un animal.	Écrit (compte rendu des observations), oral (questions pendant la dissection).	Classe entière (dissection), individuel (compte rendu).	Observer, raisonner.
Séance 5	Que deviennent les aliments dans le corps ?	Recherche documentaire synthèse.	Lecture, écrit et oral.	Binômes, classe entière.	Rechercher des informations : bibliothèque, centre de documentation, Internet.
Séance 6		Évaluation.	Dessin, écrit.	Individuel.	Réinvestir les connaissances acquises au cours de la séquence.

Introduction et débat initial sur la nutrition

À propos d'alimentation

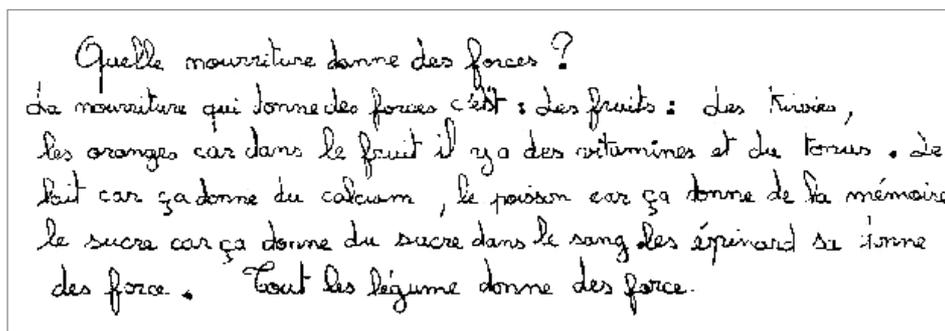
Il existe de multiples façons d'introduire le thème de l'alimentation. Il est possible de commencer par un jeu sur les familles d'aliments ou encore de proposer à chaque élève de donner son point de vue sur des questions d'alimentation. On remarque qu'on ne mange pas à tout instant. La dimension sociale de la rencontre au cours du repas constitue une référence à la diététique alimentaire : on peut s'interroger sur les conséquences du grignotage et de la consommation abusive de sodas. Tandis que l'obésité menace un nombre croissant d'individus, la malnutrition par défaut de nourriture sévit dans de nombreux pays.

Certaines questions posées par les enfants à leurs camarades au cours du débat en classe entière sont inscrites au tableau ; elles servent à prolonger une réflexion individuelle. Chaque enfant répond par écrit dans la partie personnelle de son carnet d'expériences et utilisera ses notes pour participer à l'échange verbal qui suivra. Voici quelques exemples de questions recensées par le maître :

- « Que préfères-tu manger ? »
- « Qu'est-ce que tu n'aimes pas ? »
- « Quelle nourriture donne des forces ? »
- « Qu'est-ce que tu n'aimes pas mais qu'il faut manger, pourquoi ? »
- « Que se passe-t-il quand on ne mange pas ? »

Débat et questionnement

Quelques extraits de cahiers d'expériences d'élèves de CM2 sont reproduits ci-dessous :



Quelle nourriture donne des forces ?
La nourriture qui donne des forces c'est : Les fruits : Les kiwis,
les oranges car dans le fruit il y a des vitamines et du fer. Le
lait car ça donne du calcium, le poisson car ça donne de la mémoire
le sucre car ça donne du sucre dans le sang les épinards se donne
des force. Tout les légume donne des force.

Figure 2. Extrait du cahier d'expériences de M.

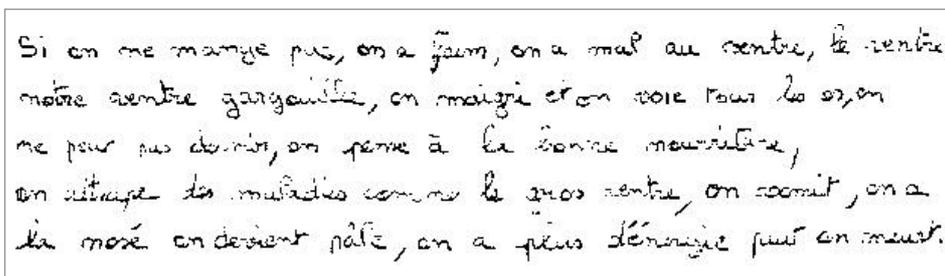
– Points de vue individuels :

Extrait du cahier de L : « Quelle nourriture donne des forces. Je pense que la nourriture qui donne des forces sont les légumes verts car ils portent beaucoup de calcium et des vitamines, c'est pourquoi il faut manger plein de légumes. »

Extrait du cahier de R : « La nourriture qui donne des forces, c'est les kiwis, car il y a des vitamines. Aussi je crois que les épinards donnent des forces. La soupe aussi doit donner des forces car il y a beaucoup de légumes dedans. (...) J'adore les bonbons au fruit et à la menthe. Ce que je n'aime pas et qui donne des forces, c'est les épinards. »

Extrait du cahier de A : « Les nourritures qui donnent des forces sont : les kiwis, les pommes, les poires et les autres fruits et les céréales. Les céréales sont efficaces pour être en forme, mais je n'aime pas ça. »

– Compte rendu d'un débat de groupe entre quatre élèves.



Si on ne mange pas, on a faim, on a mal au ventre, le ventre
notre ventre gargouille, on maigrit et on voit tous les os, on
ne peut pas dormir, on pense à la bonne nourriture,
on attrape des maladies comme le gros ventre, on somnole, on a
la morse on devient pâle, on a plus d'énergie peut en manger.

Figure 3

Les élèves ont tous un point de vue sur la question de l'alimentation. En revanche, à ce stade de la progression, le mot « force » ne signifie rien de très précis, sans lien avec le concept scientifique de force. Il sera progressivement remplacé par le mot « énergie ». Dans cette classe, les enfants pensent que les vitamines et le calcium donnent des « forces », conformément à une représentation fréquemment véhiculée par les messages publicitaires. Et ce sont justement les nourritures qu'ils n'aiment pas manger qui, pensent-ils, donnent des « forces »... sans doute parce que c'est l'un des arguments qu'utilisent leurs parents pour les inciter à consommer ces nourritures peu appréciées.

À l'issue du débat, une question est retenue : comment les aliments que nous mangeons peuvent-ils donner des « forces » dans le corps et aussi « faire grandir » ?

L'enseignant peut suggérer que les enfants aillent demander à des sportifs (si un club se trouve près de l'école) ou au médecin scolaire, ou bien recherchent dans un livre ce qu'il faut manger et boire avant et pendant une compétition pour avoir de l'énergie. Un entretien avec une personne responsable du restaurant scolaire peut également être fructueux.

Ce débat introduit plusieurs pistes possibles, donc plusieurs parcours envisageables. Ces pistes, déjà travaillées au cycle 2, peuvent être approfondies au cycle 3 et au collège. La piste développée ci-dessous est principalement « mécaniste », par opposition aux pistes « chimique

et énergétique » qui seront développées dans le secondaire. Elle comporte des suggestions de séquences optionnelles reliées à des séquences plus fondamentales. Comment notre corps s'approprié-t-il les aliments ? Tel est le principal problème à résoudre.

Séance 1. Où vont l'eau et le pain ?

Formulation du problème et recueil des conceptions initiales

L'enseignant vérifie avant tout qu'aucun enfant n'est soumis à un régime alimentaire particulier. Il distribue du pain et un verre d'eau à chaque élève, en guise de collation. Une discussion s'engage sur le devenir de ces aliments : « Dans quelle partie du corps l'eau et le pain vont-ils aller ? » Il distribue alors une feuille avec la silhouette d'un homme, avec les consignes : *Dessine le trajet du pain et celui de l'eau. Nomme les endroits par où passent ces aliments. Que deviennent les aliments dans le corps ?*

Analyse collective des productions d'enfants

La confrontation des représentations des élèves peut se faire d'abord par un échange de feuilles entre voisin. Au cours du débat, les élèves utiliseront probablement spontanément un vocabulaire enfantin avec les mots « pipi » et « caca ». Le maître choisit le moment opportun pour leur faire acquérir le vocabulaire scientifique correspondant : urine et selles en prenant toutes les précautions dans le but d'éviter les situations que des enfants pourraient ressentir comme humiliantes. L'enseignant récolte les dessins, les classe en plusieurs catégories, reforme des groupes d'enfants partageant les mêmes points de vue et leur demande de faire une affiche par grand type de représentation.

Recueil des questions d'élèves et élaboration d'hypothèses

Un rapporteur est désigné dans chaque groupe pour venir expliquer à l'ensemble de la classe ce qu'il pense du devenir des aliments. Une discussion collective s'engage dans laquelle chaque groupe peut librement défendre son point de vue à tour de rôle. On ne cherche pas à trouver tout de suite la bonne réponse, mais on cherche ce qui pourrait exister.

L'enseignant note sur le tableau ou sur une affiche les questions posées par les enfants pendant la phase d'échange et de confrontation des représentations. Celle-ci est facilitée par une présentation, par rétro ou vidéo projecteur, des quelques productions typiques de la classe, scannées ou photocopiées sur transparent.

Voici quelques exemples types de représentations obtenues (Voir d'autres exemples en annexe sur le cédérom.)

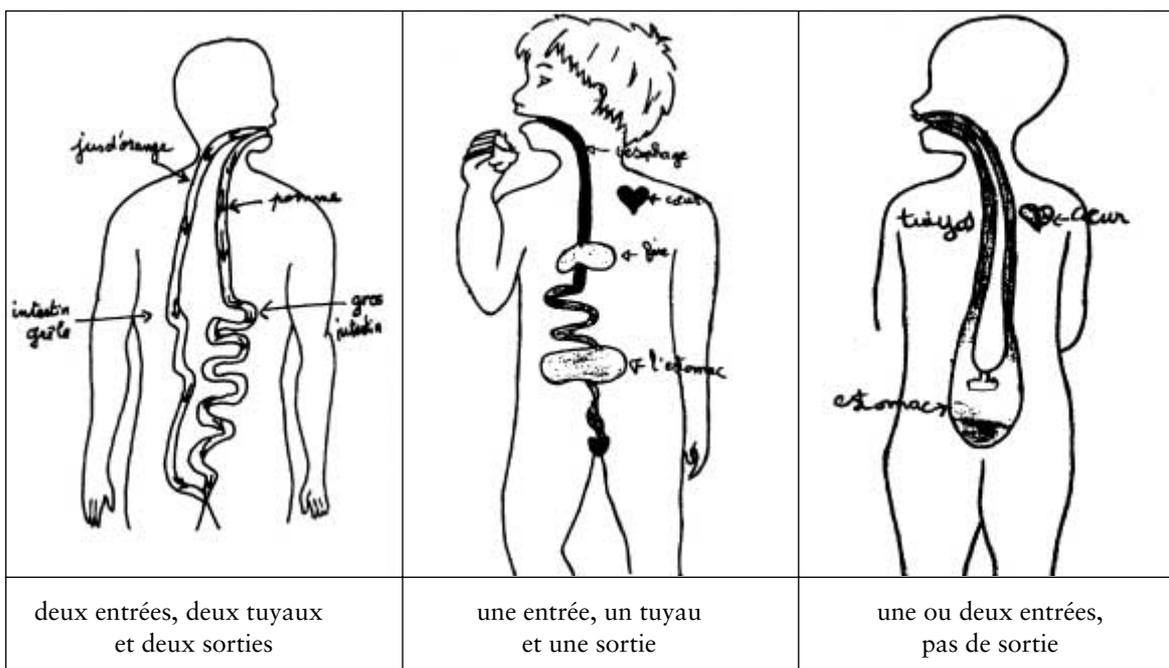


Figure 4

Les élèves ne sont pas d'accord entre eux ou semblent bloquer sur :

Trajet	Transformations	Devenir
Une ou deux entrées ? Une ou deux sorties ? Un ou deux tuyaux ?...	Par l'estomac ? Comment se passe la digestion ? Qu'est-ce que digérer ? Qu'est-ce qu'une mauvaise digestion ? Qu'est-ce que le vomi ?	Des bons et des mauvais aliments ? L'eau donne-t-elle l'urine ? Comment les bons aliments sont-ils utilisés ? Le cerveau se nourrit-t-il ? À quoi sert le sang ?

La séance de confrontation des représentations permet à chacun de remettre en cause ses propres idées, et d'être motivé pour rechercher des preuves et une argumentation solide afin de répondre aux questions retenues par la classe.

Les obstacles recensés lors de cette confrontation pourraient conduire la classe à entreprendre de multiples activités, proposées par les élèves ou suscitées par l'enseignant. Un choix est nécessaire afin de ne pas engager une démarche trop complexe ou trop longue. Une partie des phénomènes en jeu peut être mise en évidence expérimentalement ou par des manipulations de maquettes, le reste sera mis en place lors d'une phase de recherche documentaire. (D'autres pistes sont proposées sur le cédérom.)

Une hypothèse retenue par la classe à la fin de cette séance peut être la suivante : « On suppose que les liquides vont dans une poche à liquides et donnent l'urine, tandis que les aliments solides prennent un autre chemin et donnent les selles. » Elle sera testée au cours de la séance suivante.

Séance 2. Que ressent-on quand on mange ?

L'investigation sur son propre corps

L'enseignant distribue du pain et de l'eau aux élèves, avec un miroir par groupe d'élèves. Il s'agit de rechercher des indices sensoriels, notamment pour savoir s'il y a un ou deux tuyaux, un pour les liquides et un pour les solides. Quel est le ressenti de chacun lorsque l'on mange ?

Lors de la préparation collective de la séance, l'enseignant demande si certains ont déjà avalé de travers et comment ils expliquent ce phénomène.

L'observation du fond de la gorge et une palpation tactile au niveau du cou lors de la déglutition ne permettent pas de répondre à la question mais semblent indiquer que l'entrée des aliments liquides et celle des solides est la même. On peut avaler de travers des aliments solides ou des aliments liquides. Une fois mastiqués, même les aliments solides deviennent une sorte de bouillie, ni vraiment liquide, ni vraiment solide. Il est donc peu probable que l'hypothèse d'un trajet distinct entre liquides et solides soit validée. (Voir d'autres remarques d'élèves en annexe sur le cédérom.)

L'investigation par l'imagerie scientifique (radiographies)¹

Cette phase peut être éventuellement remplacée ou complétée par l'observation de radiographies de l'appareil digestif fournies par un médecin ou un parent d'élève.

La vidéo *Le trajet des aliments* du classeur *Le corps humain*, Delagrave/CNDP (en annexe sur le cédérom), est projetée collectivement (1 min 30) avec un commentaire préalable et une question destinée à orienter les observations :

« Voilà un film tourné à l'hôpital. On a fait boire au patient une bouillie épaisse qui arrête les rayons X, rayons puissants de lumière invisible pouvant traverser le corps. La radiographie, c'est le procédé qui envoie sur le patient de tels rayons et qui permet d'observer à l'intérieur du corps. »

« On suppose que la bouillie épaisse suit le même trajet que les aliments. Quel est ce trajet ? »

1. Phase optionnelle.

Afin de répondre à cette question, les enfants effectuent autant d'arrêts sur image qu'ils le jugent nécessaire et tentent de rédiger un texte et un schéma dans la partie personnelle de leur carnet d'expériences.

Il existe différentes façons d'organiser le débat. Si on dispose d'un projecteur, on peut faire dessiner au feutre par un élève le contour de la bouillie épaisse et son trajet sur un grand papier blanc affiché sur l'écran ou sur le mur. Si on dispose seulement d'un téléviseur ou de postes informatiques, le même travail peut être effectué par les différents groupes d'élèves à partir d'un calque posé sur l'écran. Des comparaisons entre groupes seront effectuées. L'observation objective nécessite un travail de remise en cause des points de vue personnels et des retours fréquents sur le document pour infirmer ou confirmer les faits relatés par chacun dans son carnet d'expériences.

L'échange oral permet de pointer plusieurs indices concordants qui pourront être confirmés après une deuxième observation du film. À l'issue d'un débat, les enfants ont noté dans la partie collective du carnet d'expériences :

1. la bouillie épaisse entre dans la gorge ; elle semble hésiter entre deux trajets, mais elle se dirige vers le tube situé à l'arrière du cou ;
2. elle descend dans ce tube ;
3. elle rejoint une poche ;
4. elle passe dans un tube dentelé, en mouvement constant.

L'hypothèse selon laquelle les liquides et les solides emprunteraient deux trajets différents n'est pas validée. Il existe bien deux tubes, mais un seul sert à conduire les aliments, qu'ils soient liquides ou solides. Une recherche documentaire (par exemple dans un dictionnaire illustré) révèle que ce tube dans lequel passent tous les aliments s'appelle *l'œsophage*. La poche se nomme *l'estomac* et le tube dentelé se nomme *l'intestin*.

Le second tube situé à l'avant du cou s'appelle *la trachée*. Il conduit l'air aux poumons (si les élèves posent la question de savoir comment la nourriture est guidée vers le tuyau *œsophage* plutôt que vers le tuyau *trachée* ou bien de savoir ce qui se passe quand on avale de travers). Une activité de modélisation facultative, proposée dans la première partie de la séance 3, apporte des éléments de réponse.

Séance 3. Que se passe-t-il quand on avale ?

Réalisation d'une maquette²

Une maquette est construite pour modéliser le fonctionnement des soupapes naturelles que sont le *voile du palais* et l'*épiglotte* du *pharynx*, afin de mieux comprendre le carrefour des voies respiratoires et alimentaires. Pour cela, l'enseignant demande aux élèves de repérer les parties de la gorge qui bougent lors de la déglutition (c'est l'épiglotte qui se place en position de fermeture sur l'orifice de la trachée artère, située en avant de l'œsophage) et lors d'une inspiration nasale bloquée brusquement (c'est le *voile du palais* qui se place de manière à isoler la cavité nasale de la bouche.) La coupe de la gorge, proposée dans ce document (ou à partir de la banque d'images), est complétée par les élèves avec des éléments mobiles et des attaches parisiennes, selon leurs hypothèses. Toutes les solutions qui sont en désaccord avec les observations directes ou avec les images du film sont écartées progressivement. (Voir figure 4.)

Suite du trajet des aliments

Les étapes suivantes seront enrichies par quelques radiographies supplémentaires distribuées sous forme de photocopies et pouvant être décalquées (disponibles sur le cédérom). Il s'agit de rechercher, à partir de ces images brutes, des éléments de réponse à la question de « tuyauterie ». Le film permet de mieux se représenter le tube digestif en fonctionnement dynamique, ainsi que les contractions de l'intestin notamment. Des arrêts sur image du film ou des images fixes de radiographies sont plus faciles à schématiser et à interpréter. Des élèves pourront découvrir ainsi le contour dentelé de l'intestin grêle en quelques endroits particuliers et généraliser pour l'ensemble de l'intestin cette augmentation de la surface d'échange occasionnée par les replis nombreux.

2. Phase optionnelle pouvant servir dans une étape d'évaluation intermédiaire, au début de la séance 4.

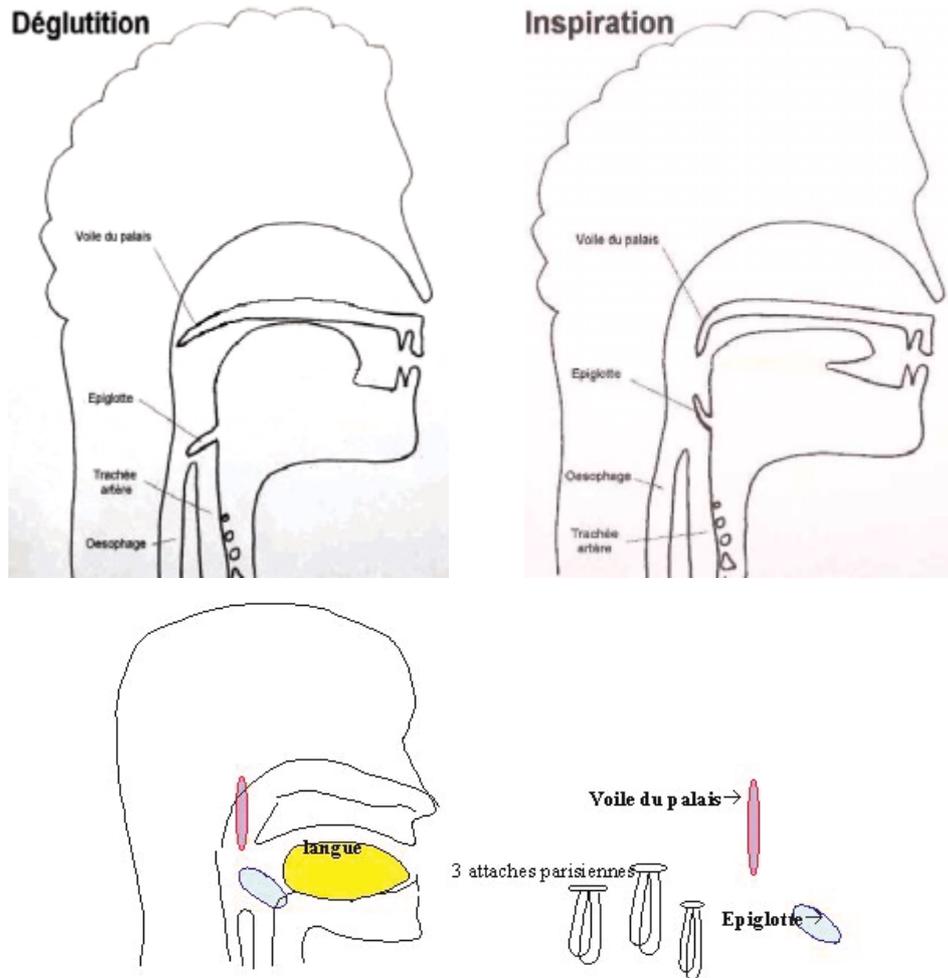


Figure 5. Éléments mobiles de la maquette pouvant être élaborés : langue, épiglotte et voile du palais.

Comment les aliments avancent-ils de la bouche jusqu'au bout de l'intestin ?

Si cette question est sélectionnée, les propositions d'explications par les élèves sont variées : le plus souvent ils pensent que les aliments tombent par gravité. L'étonnement et la remise en cause de cette hypothèse surviennent lorsque l'on constate que le tube digestif est enroulé et replié plusieurs fois sur lui-même, et que la nuit, en position couchée, la digestion se passe bien. Le visionnement du film radiographique *Le Trajet des aliments* montre qu'il existe des mouvements, et que l'on peut les entendre (*borborygmes*) en posant l'oreille sur le ventre de l'élève voisin.

Les hypothèses nouvelles qui sont évoquées peuvent être testées avec un dispositif décrit sur www.inrp.fr/lamap/activites/insights/corps_humain/
www.inrp.fr/lamap/activites/insights/corps_humain/sequences/accueil.html

Le problème posé est : avec un manchon obtenu dans un bas de nylon et avec des balles de ping-pong, comment faire passer les balles d'un bout à l'autre du manchon ?

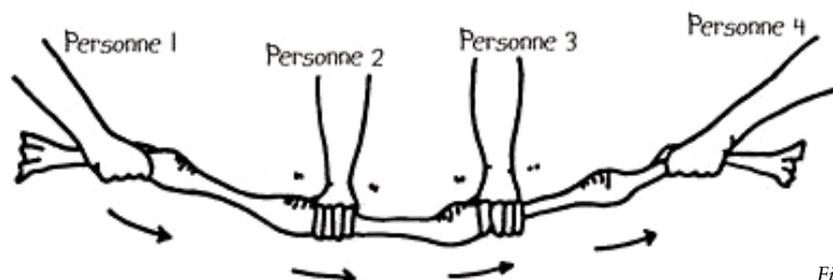


Figure 6

Les élèves, en manipulant, vont simuler le principe du péristaltisme, c'est-à-dire des contractions progressant en ondes le long de l'intestin.

Modélisation du tube digestif

D'autres informations pourront être déduites des images radiographiques :

- évaluation de la taille de l'estomac, par comparaison avec des récipients connus ;
- évaluation de la longueur de l'intestin, par le calcul d'échelle sur une image fixe (activité de mathématiques).

Une maquette du tube digestif est alors construite en utilisant un tuyau d'arrosage usagé ou une corde de 10 m environ, des poches en plastique, des schémas, des étiquettes indiquant les différents organes du tube digestif. Cette maquette permet de mieux se représenter la taille du tube digestif déroulé. Elle aide à comprendre comment une grande surface d'échange favorise le passage des nutriments dans le sang (séances suivantes). Elle a ses limites : diamètre de la corde constant, pas de replis, manque de relation avec le système sanguin... et il serait souhaitable, quand cela est possible, et avec les précautions nécessaires (voir séance 4, « Observations sur un animal disséqué ») de faire une dissection d'un lapin ou d'un poulet entier pour se représenter la taille, la forme réelles et les relations du tube digestif avec les autres organes.

Schématisation du tube digestif

La distribution de schémas incomplets à reconstruire et à légender permet à la classe de clore cette partie, en retenant l'essentiel.

L'appareil digestif ainsi reconstruit peut être replacé sur un schéma plus général dans lequel l'appareil respiratoire et l'appareil circulatoire vont progressivement prendre place.

Séance 4. Comment fonctionne l'appareil digestif ?

Observations sur son propre corps

On peut comparer la quantité d'aliments entrant à la quantité de déchets sortant. Des estimations d'ordre de grandeur peuvent être faites en utilisant les mesures approchées.

Une orange : 100 g	Un verre d'eau : 100 g	Une assiette de pâtes : 200 g
Une cuillère à soupe de sucre ou un morceau de sucre : 5 g	Selles quotidiennes : 200 g	Urines quotidiennes : 1 kg environ pour un enfant, mais plus du double pour un adulte

Ce type de comparaison montre qu'une bonne partie des aliments n'est pas rejetée par les selles et l'urine. Les hypothèses sur le rôle des aliments, recueillies lors de la première séance, sont alors rappelées. Elles répondent en partie à la question ; une partie des aliments sert à réparer, à remplacer les cheveux et peaux mortes (pellicules...) que notre corps produit continuellement et à assurer la croissance de l'enfant, une autre partie est consommée lors de la production d'énergie par respiration. Il reste à savoir où et comment les aliments passent dans le corps pour jouer leur rôle nutritif.

N.B. – Le rôle diététique des aliments et la notion d'équilibre alimentaire ne sont pas abordés dans cette séquence. Très importante pour l'éducation à la santé des élèves, cette partie du programme a été traitée avant cette séquence ou le sera après.

– Recherche à la maison :

Quels sont les remèdes employés aux différents problèmes digestifs rencontrés ?

- tous les dérivés du bicarbonate de soude contre une digestion difficile ;
- les médicaments contre la diarrhée ou contre le vomissement ;
- les médicaments ou les aliments enrichis en fibres contre la constipation.

Ces informations recueillies à la maison font prendre conscience de l'importance sociale de la digestion. On peut recueillir également les expressions se rapportant à la nutrition (« Bon appétit ! »).

Observations sur un animal disséqué ou sur des photos de dissections³

Mieux qu'un film ou qu'un ensemble de documents iconographiques, une dissection d'un lapin ou d'un poulet entier permet de tester les hypothèses des élèves.

N.B. – Attention! Les dissections d'animaux vertébrés ne sont autorisées que dans des conditions strictes, excluant notamment tout mammifère sauvage et toute manipulation par les élèves (NS. 85-179 du 30 avril 1985 – BO n° 20 du 16 mai 1985).

La méthode préconisée pour disséquer un animal est bien décrite dans *Le Corps humain*, Raymond Tavernier, Bordas, 1972⁴. Le matériel nécessaire comprend un plateau en liège ou en bois, des gants latex, de bons ciseaux, un scalpel ou cutter, des épingles, des baguettes fines (comme des baguettes chinoises par exemple) pouvant servir de canules, pour vérifier le trajet des « tuyaux ». Menée délicatement par l'enseignant, elle peut être appliquée devant une demi-classe disposée en arc de cercle, pendant que l'autre demi-classe mène un travail de recherche sur document. Les élèves demandent au maître de vérifier leurs hypothèses : par exemple pour constater la continuité ou non entre l'estomac et l'intestin, à l'aide de la canule.

L'enseignant incise l'abdomen comme l'indique la figure (7), du pubis jusqu'au thorax. Ceci permet d'ouvrir l'abdomen en deux volets et d'épingler chacun sur une planche (8). En progressant le long de l'intestin, on voit le *bol alimentaire* se modifier.

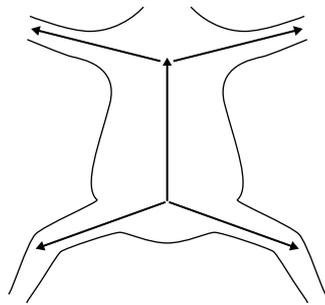


Figure 7

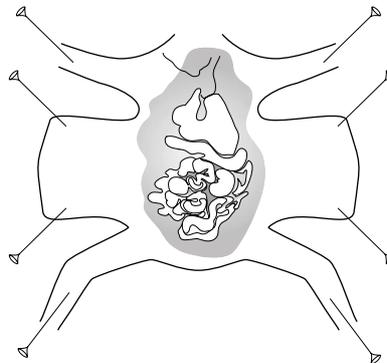


Figure 8

Les aliments récemment ingérés sont repérés dans l'œsophage, l'estomac (le *jabot* puis le *gésier* chez une poule). On les suit après tout au long de l'intestin grêle, du *cæcum* et du gros intestin que l'on peut déployer. À la différence du tube digestif des mammifères, celui du poulet contient un gésier très volumineux et très musculueux renfermant souvent des petits cailloux, permettant un broyage des graines.

Celui du lapin contient un intestin volumineux dans lequel la digestion de l'herbe est facilitée, notamment au niveau du *cæcum* (à l'entrée du gros intestin). La transformation du bol alimentaire de l'entrée à la sortie du tube digestif peut être constatée. La riche vascularisation des parois du tube digestif peut également être observée.

Bilan d'étape

Le groupe classe est interrogé, les mots-clés notés au tableau et un début d'essai de synthèse est tenté. Il n'y a pas de bon ou de mauvais aliment. Certains aliments résistent à la digestion et ne sont pas broyés (les fibres végétales par exemple). D'autres n'y résistent pas et sont réduits en très petits morceaux. Une expérience de simulation utilisant un filtre à café montre que l'eau peut entraîner avec elle de fines particules, les plus grosses restant bloquées dans le filtre. Un morceau de sucre, même réduit en poudre ne passera pas à travers le filtre. Par contre, de l'eau peut dissoudre ce sucre et lui permettre de passer entièrement. Les aliments subissent des transformations mécaniques, mais aussi des transformations chimiques, qui seront étudiées au collège. Un questionnaire sur l'origine du goût sucré d'une bouchée de pain longuement mastiquée ou de l'odeur du vomé peut conduire à introduire cette notion, sans toutefois l'approfondir.

3. Facultatif.

4. À consulter en bibliothèque.

Séance 5. Que deviennent les aliments dans le corps ?

Plusieurs problèmes restent à résoudre : où se fait le passage des aliments dans le corps ? Comment les aliments ingérés vont-ils être utilisés dans et par tout le corps ?

Recherche documentaire

Pour répondre à ces questions, les démarches précédemment utilisées (observations sur le vivant et sur images scientifiques, expérimentation, construction de maquettes) ne sont pas suffisantes. Une recherche des savoirs établis sur le sujet est maintenant nécessaire. Elle servira à élaborer une synthèse plus aboutie et à confronter les résultats collectés par la classe à ceux établis par les scientifiques (qui reposent sur des cas médicaux et des techniques d'investigation inaccessibles aux élèves).

Par binômes, les recherches sont entreprises en bibliothèque (par demi-classe) et sur Internet (autre demi-classe).

Consignes données :

Trouvez des textes simples (dix lignes maximum), des images scientifiques ainsi que des schémas qui permettent de répondre en partie ou totalement aux deux questions : comment se fait le passage des aliments dans le corps ? comment les aliments digérés vont-ils être utilisés dans tout le corps ?

Fiche : Recherche sur Internet

1. Je choisis le moteur de recherche : www
2. Les mots-clés que j'ai choisis :
(ou avec le maître : digestion, nutriments, absorption intestinale, nutrition...)
3. Parmi les sites proposés, je choisis le 1er site dont le résumé semble le plus simple et le plus approprié :
4. Dans le site qui me paraît le plus intéressant, je trouve l'information dans :
.....
5. Texte retenu : (phrase la plus intéressante pour notre enquête)
.....
.....
.....
6. Image scientifique trouvée : (description et adresse)
7. Schéma retenu : (description et adresse)

Fiche : Recherche en BCD

1. J'utilise le rayonnage appelé :
 2. L'ouvrage choisi porte un titre me semblant répondre à ma recherche :
.....
 3. Dans la table des matières choisit le chapitre :
.....
 4. Le texte sélectionné comporte :
 5. Texte retenu :
.....
.....
.....
- Image scientifique trouvée (description et page) :
- Schéma retenu (description et page) :

NB. – les fiches « Recherches sur Internet » et « Recherches en BCD » sont sur le cédérom.

Synthèse collective, à partir des recherches documentaires

Les binômes restituent à la classe ce qu'ils ont trouvé : le maître a collecté au préalable les feuilles des « récoltes » documentaires et a préparé quelques textes et images, schémas extraits de cette récolte. Il répartit sur quatre groupes de six à huit élèves les quatre thèmes suivants :

- groupe 1 : devenir des aliments dans l'appareil digestif ;
- groupe 2 : rôle du sang ;
- groupe 3 : devenir des aliments dans le corps ;
- groupe 4 : schéma général de la nutrition (digestion, circulation, excrétion).

Cette restitution est l'occasion pour chaque élève de noter sur son carnet d'expériences ce qu'il a retenu ainsi que la mise au point collective. Le maître a préparé une photocopie du schéma complet de l'appareil circulatoire et de l'appareil digestif. Il utilise des calques afin de superposer ces deux appareils pour en faire ressortir les liens. Voici quelques exemples de phrases pouvant être notées dans la partie collective du carnet d'expériences :

« Les aliments que nous mangeons sont transformés et découpés finement. Il n'y a pas de tri entre aliments solides et liquides. Les aliments de petite taille passent ensuite à travers l'intestin grêle dans le sang qui les transporte à tous nos organes, où ils donnent de l'énergie (sucres, graisses), servent d'éléments de construction (calcium, protéines) ou encore de fonctionnement (eau, vitamines). »

« Les aliments insuffisamment découpés (non digérés) passent dans le gros intestin puis sont rejetés par l'anus sous forme de selles. »

« Les déchets qui sont rejetés dans le sang par tous nos organes sont filtrés par les reins et se retrouvent dans l'urine. »

La *digestion* désigne la transformation des aliments en matériaux de petite taille. L'*absorption* désigne le passage à travers la paroi intestinale. Puis *le transport par le sang* et *l'apport aux organes* (permettant la libération d'énergie, la croissance et le renouvellement des tissus) suivent ces deux phases.

Le rôle de la respiration dans la nutrition sera étudié après un travail sur la ventilation pulmonaire et sur la respiration. Il est fondamental de relier respiration et alimentation car la finalité de la respiration est de fournir du dioxygène à toutes les cellules de toutes les parties du corps. Ce dioxygène permet l'oxydation des aliments apportés par la voie sanguine, réaction chimique qui libère de l'énergie. De plus, la respiration évacue de l'organisme du dioxyde de carbone produit par l'oxydation des aliments. Ces deux phrases, en italique, correspondent à un niveau de formulation qui n'est accessible qu'au collège. Au cycle 3, on se contentera de constater l'existence de liens entre ces deux fonctions : un exercice sportif nécessite conjointement une nourriture appropriée et une bonne ventilation pulmonaire (sous peine de crampes, dues à une mauvaise oxydation des nutriments et à la production d'acide lactique dans les muscles).

Séance 6. Évaluation

À partir d'une silhouette d'enfant, il est demandé à nouveau de dessiner le trajet des aliments dans le corps.

Les manipulations pratiques proposées dans la séance 3 peuvent être demandées.

Des questions plus ouvertes permettent de déceler si l'élève sait réinvestir les connaissances acquises au cours de cette séquence.

Explique pourquoi quand tu manges du lapin ou une carotte, tu ne deviens pas en partie lapin ou carotte. Les aliments subissent des transformations, ils entrent dans notre corps et servent de matériaux pour fabriquer notre corps (grandir, grossir) et fournir de l'énergie (les besoins augmentent quand nous bougeons).

Sur ton carnet de santé, observe ta courbe de croissance de bébé et décris-là. Qu'est-ce qui t'a permis de grandir et de grossir ? Le bébé grandit et grossit grâce aux aliments. Le lait contient tous les matériaux nécessaires. Il y a aussi des pertes. Seulement une partie de ce que le bébé a mangé entre dans son corps par le sang. L'alimentation permet de grandir et fournit de l'énergie.

Les évaluations proposées à titre d'exemple permettent d'appréhender l'évolution des représentations des enfants entre le début et la fin de la séquence. Des exemples de formulations acceptables pour le cycle 3 sont donnés sur le site « Une salle des sciences en Ariège » www.ac-toulouse.fr/ariège-education/sciences09/programmation_biologie.PDF, avec des formulations accessibles aux cycles 1 et 2, à titre de comparaison.

Conditions de la mise en œuvre de la séquence

Matériel et documents

- Des radiographies du tube digestif, par exemple dans *Le corps humain*, Tavernier, Bordas.
- Un film, par exemple *Le trajet des aliments* dans *Le corps humain*, Delagrave/CNDP.
- Matériel pour réaliser des maquettes du tube digestif : tuyaux souples, poches plastiques, corde (10 m), carton, ciseaux, attaches parisiennes...
- Images d'endoscopie du tube digestif (par exemple le cédérom *Les mystères du corps humain*, Hachette).

Précautions

Ce sujet concerne le corps de l'enfant, son intimité et aussi son intégrité. Il est donc essentiel de respecter la sensibilité de chacun.

Si la dissection d'un lapin ou d'un poulet est envisagée, certains élèves peuvent éprouver un malaise à la vue du sang (consulter la note de service n° 85-179 du 30 avril 1985, BO n° 20 du 16 mai 1985 concernant la protection de l'animal et les possibilités de dissections en classe). Des paroles explicatives apaisent souvent ces problèmes. Passé ce moment délicat, l'investissement des élèves est souvent bien plus grand.

Durée

Six à huit séances de 45 minutes environ avec des classes de CM1 ou CM2. Selon les objectifs recherchés, on s'attarde davantage sur une production écrite, graphique ou technologique (maquette, expositions). L'appropriation de tous les points du programme ne nécessite pas une durée de même importance. Dans cet exemple, il a été volontairement choisi de pratiquer une gamme étendue de types différents d'activités pour montrer la variété des modes d'investigation à faire pratiquer aux élèves tout au long de l'année. L'enseignant choisit de privilégier ce qui convient le mieux aux objectifs qu'il s'est fixé avec sa classe.

Fiches connaissances conseillées

Voir les fiches n° 12, « Nutrition animale et humaine : digestion et excrétion », et n° 15, « Éducation à la santé ».

Conclusion

Quelques dérives sont à éviter. Un travail trop centré sur la *mastication* (destruction mécanique des aliments) et le rôle de la *salive* (destruction chimique des aliments) risque de donner aux élèves l'idée erronée que toute la digestion se passe dans la bouche. Il convient d'insister sur le fait que ceci ne concerne que les sucres. La mastication n'est qu'une étape préliminaire de la destruction mécanique. L'essentiel de la destruction mécanique s'effectue dans l'estomac, sinon on devrait passer des heures à mastiquer (le vomir, qui correspond à l'état physique des aliments dans la poche de l'estomac comporte parfois de gros morceaux). La digestion est grandement facilitée par l'*hydrolyse* acide des aliments (l'estomac secrète de l'acide chlorhydrique). Cette notion peut être introduite en montrant que l'estomac est un muscle broyeur puissant, alors que ce n'est pas le cas de l'intestin et qu'en versant de l'acide sur des aliments, ils se délitent assez rapidement. L'essentiel de la destruction chimique des aliments se fait dans l'intestin grêle grâce aux enzymes digestives. Pour l'essentiel, l'estomac est une poche fermée par une vanne (*sphincter* du *pylore*) qui malaxe et réduit les aliments littéralement à l'état de bouillie. Ce n'est que lorsque les aliments sont réduits à ce stade physique (suspension) que la vanne s'ouvre périodiquement pour laisser passer la bouillie dans l'intestin. La durée de l'étape gastrique est longue (plusieurs heures).

L'eau n'est pas un aliment comme les autres. Elle est le solvant indispensable à la vie des cellules, c'est-à-dire de nos organes (muscles, cerveau, tube digestif, vaisseaux sanguins...). Il y a un petit « lac intérieur » dans notre corps (qui est l'espace extracellulaire) dans lequel baignent toutes nos cellules. L'eau représente environ 60 % du poids de notre corps. L'eau bue passe dans le sang puis dans le « lac intérieur » et l'excédent, quand on boit beaucoup, est déversé dans les urines (baignoire qui déborde!). On peut avoir soif sans avoir faim, par exemple quand on a beaucoup transpiré (le niveau de la baignoire est insuffisant!). Cela est fondamental car l'eau est le solvant des sels et quand on manque d'eau,

l'augmentation de la concentration des sels provoque la soif. Les *urines* contiennent une partie des déchets de l'activité des cellules de l'organisme (par exemple l'*urée*) dont l'eau est le solvant. Les *urines* sont le résultat de la filtration du sang qui permet l'évacuation de ces déchets (l'autre partie, c'est le dioxyde de carbone évacué par les poumons). Les processus d'évacuation des selles d'une part, de l'urine d'autre part, ne sont pas de même nature. Les *selles* contiennent les déchets des aliments qui sont restés dans « le milieu extérieur » de l'organisme (en effet la cavité du tube digestif; par la bouche et l'anus, est en relation directe avec l'extérieur). En revanche, l'urine contient des déchets qui viennent de l'activité des organes, donc de l'intérieur du corps, du « milieu intérieur ». Ils sont rejetés dans le sang puis filtrés et excrétés par les reins.

Sélection indicative de sites

Site Internet consultables et utiles à l'enseignant pour préparer son cours

- *La main à la pâte* : www.inrp.fr/lamap/activités/corps-humain/accueil.html
- L'école des sciences de Bergerac : www.perigord.tm.fr/ecole-sciences/PAGES/Accueil.htm
notamment : www.perigord.tm.fr/ecole-sciences/PAGES/CORPSHUM/CorpsHum.htm
- Une salle de sciences en Ariège, avec sous la rubrique ressources, un exemple de programmation d'activités en biologie sur les trois cycles : www.ac-toulouse.fr/ariege-education/sciences09/programmation_biologie.PDF

Sites utiles aux élèves dans leur phase de recherche documentaire

- Expériences sur la digestion (Petits débrouillards/Palais de la découverte) : www.palais-decouverte.fr/feteint/juniors/html/exp.htm
- Une encyclopédie junior avec un article et un dossier de l'école de Saint-Vallier sur la digestion : www.momes.net/dictionnaire/index.html
- Des informations complémentaires sur l'appareil digestif, dans « dossiers de sciences, corps humain » : www.chez.com/haplosciences/index2.html
- Une banque nationale d'images : www.bsip.com/homeF/
- Des coupes réelles d'un corps humain (intéressantes, mais difficiles à interpréter) : www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/GrossAnatomy/cross_section/index.html

Sources

Cette progression a été testée avec plusieurs classes de CM d'Île-de-France en 2000 et 2001.