

DOCUMENT POUR LES ENSEIGNANT-E-S

MANGER. La mécanique du ventre
(1^{er} juillet 2020 - 15 août 2021)

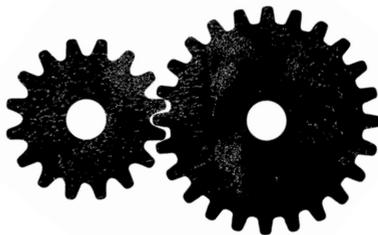


Un document conçu par l'Atelier des musées, Service de médiation culturelle de la Ville de Neuchâtel, et adapté par le Musée de la main.

L'Atelier
des musées

MUSÉE
DE/LA
MAIN
UNIL / CHUV

TABLE DES MATIÈRES



INFORMATIONS GÉNÉRALES p. 03

MÉDIATION CULTURELLE p. 04

PLANS DE L'EXPOSITION p. 06

L'EXPOSITION EN BREF p. 07

LES CHAPITRES

1. Apériclub p. 09

2. Des tubes, des sacs et des trous p. 09

3. À table ! p. 11

4. Préliminaires digestifs p. 12

5. Sens unique recommandé p. 14

6. Salle d'attente p. 15

7. Transit et entrailles p. 17

8. Un bataillon de réservistes p. 18

9. Côlon et colonie p. 19

10. À la diète ! p. 22

11. Mission accomplie p. 23

AVANT/APRÈS LA VISITE

Bibliographie p. 25

Webographie p. 25

INFORMATIONS GÉNÉRALES

MANGER. La mécanique du ventre

Connaissez-vous l'incroyable parcours de la nourriture, de son ingestion à son élimination ? Une épopée interactive à l'intérieur du système digestif met en lumière ce processus naturel dont nous n'avons pas toujours conscience. Elle invite les visiteurs à comparer les particularités digestives de l'humain et du règne animal. Elle questionne diverses pratiques culinaires tout en soulignant la dimension sociale de l'alimentation et son impact sur la santé.

Une exposition conçue par le Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel.

Âge: L'exposition est adaptée aux élèves dès 4 ans accompagnés.

Parcours: Des parcours sont à disposition des élèves. Ces documents peuvent servir d'appui à une visite libre. Ils sont téléchargeables sur le site www.museedelamain.ch, rubrique À faire, onglet Documents pédagogiques. Des impressions peuvent être commandées au moment de la réservation.

Poursuivre: Il existe de nombreuses ressources pédagogiques autour des thématiques explorées dans l'exposition (digestion, santé et alimentation, microbiote). Une liste non-exhaustive se trouve à la fin de ce document.

Médiation culturelle : Des visites commentées et des ateliers sont proposés aux classes, voir descriptions à la page suivante.

Informations et réservations: musee.main@hospvd.ch, +41 (0)21 314 49 55 (du mardi au vendredi), www.museedelamain.ch



MÉDIATION CULTURELLE

ATELIERS

Les ateliers pour les écoles ont été conçus par l'Unité PSPS – Unité de promotion de la santé et de prévention en milieu scolaire (VD).

Réservations : sur demande 3 semaines à l'avance

Prix : CHF 80.- par classe, entrée au musée non comprise

Durée : 1h30-2h (atelier et visite libre de l'exposition par demi-classe)

1. À table ! (1-4P, 4-8 ans)

Un atelier pour mieux comprendre le fonctionnement du tube digestif chez l'être humain. Quelle est la longueur de l'intestin ? Qu'est-ce qu'il se passe lorsqu'on digère un aliment ? Des expériences invitent à découvrir les nutriments importants pour l'organisme et ceux qui favorisent une bonne digestion. Quels aliments sont riches en fibres ? Les élèves sont aussi sensibilisés aux lieux et modes de production des aliments. Quelles saisons pour quel aliment ? L'atelier se termine par un moment ludique de préparation de granola.

2. La digestion sous la loupe (5P-11S, 9-15 ans)

Un atelier pour décrypter le fonctionnement du tube digestif chez l'être humain. Des outils pratiques sont donnés pour déchiffrer les emballages des aliments (origine, composition, saison et pays de production). Des expériences mettent en évidence l'importance de certains nutriments pour une alimentation équilibrée, notamment les fibres alimentaires. L'atelier se termine par un moment ludique de préparation de granola.

3. L'alimentation dans tous ses états (post-obligatoire, 16-20 ans)

Un atelier pour discuter du rôle du microbiote intestinal et comprendre le lien avec la consommation de fibres alimentaires. Dans quels aliments trouve-t-on les fibres ? Pourquoi sont-elles importantes pour la digestion ? Quel est l'état des recherches actuelles sur le microbiote ? Des échanges permettent de sensibiliser à l'origine des aliments, à leur mode de production et à leur saisonnalité. L'atelier se termine par un moment ludique de préparation de granola.

LIENS AVEC LE PER

CYCLE 1

MSN 17 Construire son schéma corporel pour tenir compte de ses besoins.

CM 15 Détecter le caractère sensitif des aliments et utiliser un vocabulaire spécifique.

CM 16 Percevoir l'importance de l'alimentation.

CYCLE 2

MSN 27 Identifier les différentes parties de son corps, en décrire le fonctionnement et en tirer des conséquences pour sa santé.

CM 25 Identifier les besoins nutritionnels de l'organisme.

CM 26 Identifier les notions de base d'une alimentation équilibrée.

CYCLE 3

MSN 37 Analyser les mécanismes des fonctions du corps humain et en tirer des conséquences pour sa santé.

CM 35 Distinguer les particularités des nutriments et étudier leurs rôles dans l'alimentation.

CM 36 Exercer des savoir-faire culinaires et équilibrer son alimentation.

VISITES COMMENTÉES (24 élèves maximum, durée : 1h)

Réservations : sur demande 3 semaines à l'avance

Prix écoles : CHF 80.-, entrée au musée non comprise

TARIF ENTRÉE AU MUSÉE

L'entrée au musée est gratuite pour les écoles publiques vaudoises. Le prix d'entrée pour les autres écoles est de CHF 5.- par élève (CHF 4.- dès 10 élèves). Les accompagnant-e-s paient le même prix que les élèves.

L'entrée est offerte à l'enseignant-e qui visite l'exposition pour préparer la venue de sa classe.

HORAIRES D'OUVERTURE

Lundi : fermé / Mardi-vendredi : 12h-18h / Samedi-dimanche : 11h-18h

1^{er} samedi du mois : entrée offerte à tous.

Pour les classes, le musée est également ouvert le matin sur réservation et sans frais supplémentaires.

INFORMATIONS

Téléphone : +41 (0)21 314 49 55 du mardi au vendredi

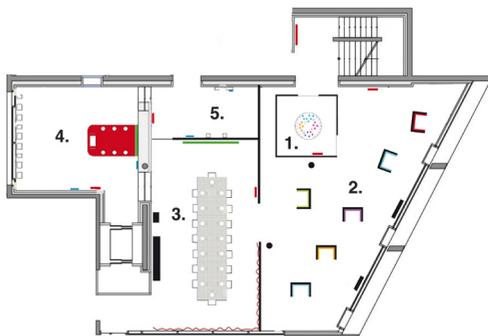
Courriel : musee.main@hospvd.ch

Site internet : www.museedelamain.ch, rubriques À Voir et À Faire

PLANS DE L'EXPOSITION

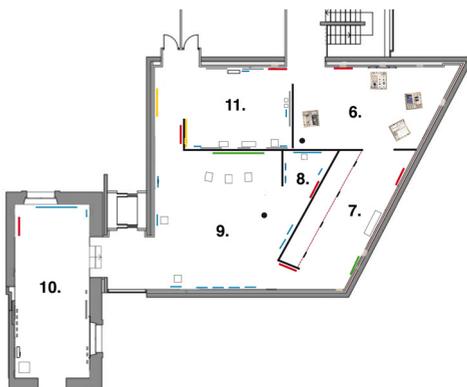
Étage -1 :

1. Apéritifclub
2. Des tubes, des sacs et des trous
3. À table !
4. Préliminaires digestifs
5. Sens unique recommandé



Étage +1 :

6. Salle d'attente
7. Transit et entrailles
8. Un bataillon de réservistes
9. Côté et colonie
10. À la diète !
11. Mission accomplie



L'EXPOSITION EN BREF

MANGER. La mécanique du ventre **(1^{er} juillet 2020 - 15 août 2021)**

Connaissez-vous l'incroyable parcours de la nourriture, de son ingestion à son élimination ? Une épopée interactive à l'intérieur du système digestif met en lumière ce processus naturel dont nous n'avons pas toujours conscience. Elle invite les visiteurs à comparer les particularités digestives de l'humain et du règne animal. Elle questionne diverses pratiques culinaires tout en soulignant la dimension sociale de l'alimentation et son impact sur la santé. Une exposition conçue par le Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel.

Un parcours initiatique entre tripes et boyaux. L'exposition est conçue comme un voyage au cœur des entrailles et des boyaux, là où le corps puise les précieux nutriments nécessaires à son fonctionnement. Comment faire passer une pomme dans nos cellules ? Est-il possible de boire à l'envers ? Et sauriez-vous dessiner le parcours d'un sirop et d'une part de gâteau, de son ingestion à son élimination ? Le tube intestinal recèle bien des mystères, lui qui abrite un monde parallèle où les bactéries besogneuses du microbiote cohabitent avec d'éventuels parasites intestinaux.

Les étapes de la digestion. Dans **l'Apériclub**, le visiteur compose la musique de son odyssée digestive en jouant avec les sons des entrailles. Le corps est-il un grand tube ? Où un rot devient-il un pet ? L'anatomie du système digestif dévoile ses secrets dans la salle **Des tubes, des sacs et des trous**.

À table ! Les êtres vivants se sont adaptés à leurs ressources alimentaires. À chacun son festin ! Viennent ensuite des **Préliminaires digestifs** avec la bouche. Elle remplit de nombreuses fonctions précieuses pour s'alimenter. Quel est le rôle de la salive ? À quoi servent nos dents ? L'œsophage, **Sens unique recommandé**, est bien plus sophistiqué qu'il n'y paraît, et peut remplir des fonctions inattendues chez certains animaux. La **Salle d'attente**, représentant l'estomac, montre à quoi sert le séjour de la nourriture dans cet organe, ou alors son renvoi sous forme de vomissement. L'intestin grêle, entre **Transit et entrailles**, permet aux nutriments importants pour l'organisme d'être absorbés. Comment sont-ils triés ? L'utilité de l'appendice, très longtemps inconnue, montre le rôle important du **Bataillon de réservistes**, une réserve de bactéries bénéfiques. Dernière étape du tube digestif, la salle **Côlon et colonies**, présente la fonction du gros intestin, qui abrite le microbiote intestinal. Que se passe-t-il lorsque l'organisme n'ingère aucune nourriture ? **À la diète** montre les adaptations et stratégies mises en place par les humains et les animaux. Et pour finir, **Mission accomplie** dévoile les résidus de la digestion...

De l'humain à l'animal. L'exposition ambitionne de faire découvrir de multiples réalités digestives. Du point de vue biologique, les grandes étapes de la digestion sont comparables ente les espèces animales et humaine, néanmoins les particularités sont nombreuses et parfois surprenantes. Elles témoignent de l'adaptation de chaque espèce à son régime alimentaire et à son environnement, comme les herbivores dont l'intestin abrite une population microbienne capable de se nourrir de la cellulose contenue dans l'herbe.

Une scénographie immersive. Elle suit une ligne organique alternant suggestions et évocations plus directes, à l'image des parois sur lesquelles le public est invité à admirer les dentelles poétiques des villosités de l'estomac.

Sciences en musique. La digestion s'accompagne souvent de bruits intempestifs et variés. L'exposition est enrichie d'une bande-son originale et mélodieuse spécialement conçue par les *Petits Chanteurs à la Gueule de Bois* (Neuchâtel). Les compositions se révèlent aussi audacieuses qu'hilarantes pour expliquer certains mécanismes de la digestion.



LES CHAPITRES

1. Apéritif

Prélude !

Avant de plonger dans la mécanique du ventre, composez l'entrée en musique de votre odyssée digestive. D'habitude dissimulés, les sons gênants des entrailles sont cette fois amplifiés.

INFORMATION

7 à 8 élèves peuvent accéder au même moment à cette introduction. Pendant qu'ils produisent de la musique, les autres élèves pourront déjà apprécier les sonorités produites.

À FAIRE

Dévoiler sa créativité et apprécier la douce musique du système digestif. Une entrée sonore au cœur de nos entrailles.

2. Des tubes, des sacs et des trous

Anatomie du tube digestif

La croissance, le développement et la reproduction sont des processus communs à tous les êtres vivants. Mais sauriez-vous répondre aux questions suivantes ? Comment un arbre transforme-t-il de l'air en bois ? Les embryons font-ils pipi dans le ventre de leur maman ? Et les êtres humains sont-ils, malgré leur complexité, simplement des donuts glorifiés ?

INFORMATION

Réalisée en partenariat avec l'Atelier des musées – Service de médiation culturelle de la Ville de Neuchâtel – et des écoliers neuchâtelois, cette salle permet de découvrir quelques éléments fondamentaux pour la compréhension du système digestif en le replaçant dans son contexte évolutif.

À FAIRE

- Se placer devant chaque cabine et tenter de répondre aux questions posées par les enfants :
 - Quel est le trajet d'une pomme dans le corps?
 - Comment se nourrit le bébé dans le ventre de sa maman?
 - Comment mange une éponge?
 - Où un rot devient-il un pet?
 - Comment se nourrit une plante?
 - Le corps est-il un grand tube?

Pas si simple ! Les réponses se trouvent dans les cabines.

- Deux vidéos dévoilent l'anatomie du système digestif : comprendre les différentes couches organiques et voir le trajet de la nourriture de la bouche à l'anus.



3. À table !

À chacun son festin : bois, crottes, plantes ou steaks font le bonheur de différents animaux. Techniques de chasse ou particularités du système digestif, les êtres vivants se sont adaptés à leurs ressources alimentaires. Manger, c'est faire devenir sienne la chair de l'autre et accepter d'être soi-même le repas d'autrui. À petites ou grandes bouchées, avec ou sans survie.

INFORMATION

Avant de passer à table, il faut avoir quelque chose dans son assiette. Sous la forme d'un banquet où les menus sont aussi variés que les convives, cette première salle questionne sur ce qui se mange, sous quelle forme et dans quel but.

À FAIRE

- Écouter la chanson des *Petits Chanteurs à la Gueule de Bois* dédiée au rapport mangeur-mangé.
- Découvrir différents régimes alimentaires en scrutant les assiettes des 16 convives de la table.
- Et pour les humains ? Deux vitrines présentent ce qui se mange ou non, ici et ailleurs. Préférences culturelles, habitudes et interdits alimentaires sont questionnés.



4. Préliminaires digestifs

La bouche

La bouche remplit de nombreuses fonctions : défense, détection de toxicité, chasse, déchetage de la nourriture et début de la digestion des sucres. Entrée anatomique du tube digestif et première étape du nourrissage, la bouche n'est pas toujours utilisée de la même manière. Langue, dents, bec, goût et salive sont optimisés pour diversifier ou spécialiser l'accès à la nourriture.

À FAIRE

- Parcourir la langue et découvrir ce qui s'y cache. Combien de salive produit-on en un jour ? La langue a-t-elle des muscles ? Existe-t-il des langues à rallonge ? Combien mesure la langue de la girafe ? Et la nôtre ? Combien pèse la langue de la baleine bleue ? Un organe pas si inintéressant et surtout très important pour pousser la nourriture dans l'œsophage pour qu'elle poursuive sa route.
- Observer les dents des animaux dans les vitrines. Sont-elles si différentes de celles de l'être humain ? Doivent-elles avoir d'autres fonctions à cause des régimes alimentaires spécifiques de ces animaux ?

EN CLASSE

- À chaque dent son outil ! Faire réfléchir les élèves au **rôle des différentes dents** : incisives, canines, molaires. Essayer de trouver un outil qui remplit le même rôle que chaque type de dent. Par exemple : ciseaux pour les incisives, couteau pointu pour les canines, mortier pour les molaires. Tester ensuite l'efficacité des outils et expérimenter. Qui parvient à réduire de l'herbe en bouillie avec des ciseaux ? À couper un bout de paille avec un mortier ?
- **Digestion de l'amidon**: la salive contient de l'amylase, une enzyme qui décompose l'amidon en molécules plus petites. Si l'on garde un morceau de pain mâché au moins 10 minutes dans la bouche, il devient sucré. Les longues chaînes d'amidon ont été décomposées en molécules de glucose au goût sucré.

- Goûter des aliments « secs » (sel, sucre, chips, biscuits) après s'être tamponné la langue avec un papier pour l'essuyer. Les aliments paraissent fades car ils doivent être hydratés pour que **les papilles détectent leur goût**.
- Déguster **des boissons ou des aliments à l'aveugle en se bouchant le nez** et essayer de deviner leur nature. Pas simple ! La langue perçoit les goûts et le nez les **arômes** dégagés en bouche lors de la mastication. Quand on se bouche le nez, l'air ne circule plus dans la cavité nasale et les arômes ne sont plus détectés. La même sensation se produit lorsqu'on est enrhumé car le mucus recouvre les récepteurs aux molécules odorantes.
- Les scientifiques ont longtemps cru que **les goûts étaient perçus en fonction de zones de la langue**. Cette hypothèse est erronée, même si on la trouve encore dans certains manuels. Une expérience pour démontrer son inexactitude. Préparer 5 solutions dans des gobelets : eau sucrée, eau salée, jus de citron, café, glutamate. Par deux, les élèves trempent un coton-tige dans chaque solution et testent les zones de la langue de leurs camarades. Comparer ensuite les résultats. Chaque personne est unique, et chaque langue a sa propre carte.
NB: Ces expériences ont été pensées dans un contexte hors pandémie.



5. Sens unique recommandé

L'œsophage

L'œsophage conduit la nourriture de la bouche à l'estomac. Ce tube en apparence simple est bien plus sophistiqué qu'il n'y paraît. Grâce à des contractions musculaires coordonnées, la nourriture est poussée vers l'estomac, même lorsqu'on fait le poirier. De plus, chez certains animaux, il remplit des fonctions inattendues.

INFORMATION

Au sortir de la bouche, un fin tuyau guide la nourriture jusqu'à l'estomac : l'œsophage. Chez l'être humain, cinq à dix secondes suffisent aux aliments pour parcourir le trajet. Tube droit chez les uns, il est muni d'une petite poche supplémentaire chez d'autres animaux.

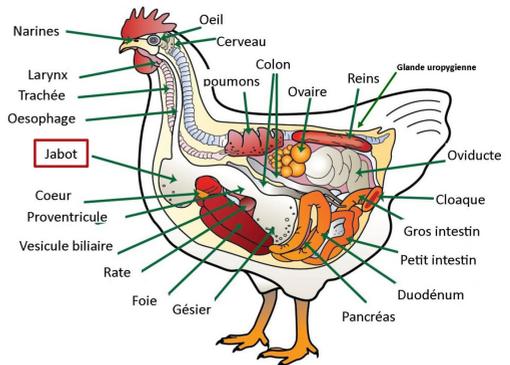
Essayer d'avaler un verre d'eau la tête en bas. Il est surprenant de constater que le liquide « monte » tout seul dans l'estomac. Ce mécanisme, appelé péristaltisme, est dû à une onde de contractions musculaires qui resserre le tube pour pousser le bol alimentaire tout au long du tube digestif. Voilà pourquoi la girafe parvient à avaler la tête en bas !

À FAIRE

Mimer le péristaltisme en faisant avancer la balle le long du filet.

LA SAVIEZ-VOUS ?

Chez certains animaux, l'œsophage est doté d'une petite poche supplémentaire, le jabot, qui permet de stocker des aliments avant la digestion. Chez les pigeons et les flamants roses, les cellules du jabot sécrètent un « lait » destiné aux jeunes oiseaux. Cette substance nutritive leur est donnée par régurgitation.



6. Salle d'attente

L'estomac

Après le passage dans l'œsophage, la nourriture pénètre dans l'estomac où elle séjourne quelques heures. Elle est alors brassée dans un milieu très acide jusqu'à être réduite en bouillie. Mais l'estomac a plus d'un tour dans son sac tel le vomissement défensif inventé par certains oiseaux pour chasser les intrus.

INFORMATION

L'estomac est une poche qui permet le stockage des aliments et leur digestion. Chez l'être humain, il mesure 15 à 25 cm de long et peut contenir un volume allant jusqu'à 4 l quand il est plein, contre 50 ml lorsqu'il est vide.

Comme l'œsophage, sa paroi est formée de plusieurs tuniques différentes, avec une couche musculaire supplémentaire permettant le brassage des aliments.

L'estomac contient de l'acide chlorhydrique, de l'eau et des enzymes. Le tout permet de fragmenter le bol alimentaire en particules suffisamment petites qui pourront ensuite traverser la barrière intestinale.

Selon l'espèce animale, l'estomac aura une taille et une forme complètement différentes voire même un rôle différent.

À FAIRE

- Observer différentes façons de digérer dans le monde animal :
- **Digestion microbienne.** Les ruminants, comme la vache, ont un estomac divisé en 4 compartiments. Une fois avalée, leur nourriture composée essentiellement de cellulose difficile à digérer retourne vers la bouche pour être mastiquée une deuxième fois. Ce sont des bactéries qui font l'essentiel du travail de la digestion.
- **Digestion mécanique.** Les oiseaux possèdent un gésier rempli de petits cailloux ingérés par l'animal pour broyer les aliments durs comme les graines.

- **Digestion chimique.** Le boa avale des proies entières qui sont digérées dans un milieu très acide à l'aide de puissantes enzymes qui scindent les particules alimentaires. Les enzymes sont efficaces à des températures situées entre 28 et 35°C. Pour éviter de s'auto-digérer, l'estomac du serpent, comme le nôtre, sécrète un mucus qui neutralise l'acide. D'ailleurs, les cellules de l'estomac humain se renouvellent entièrement en 3 à 6 jours.
- Et que se passe-t-il lorsque **l'estomac ne digère pas** ? Les fulmars vomissent pour se défendre, certains requins retournent leur estomac hors de la bouche pour le nettoyer. Cette dernière table regorge de curiosités.



EN CLASSE

La chimie de la digestion. Placer un bout de viande dans du cola et observer à plusieurs heures, voire plusieurs jours d'intervalle. Que se passe-t-il ? L'acidité du cola ne parvient pas à « digérer » la viande, les enzymes présentes dans notre estomac, comme la pepsine, sont indispensables. De même, si l'on trempe une feuille de salade dans du vinaigre, elle finit par brunir. L'acide chlorhydrique altère les parois cellulaires et la chlorophylle mais ne « digère » pas la feuille. L'acide ne fait pas tout dans la digestion. Les enzymes sont des éléments essentiels à celle-ci.

7. Transit et entrailles

L'intestin grêle

Dans l'intestin grêle, un cocktail d'enzymes et de bile dégrade les grandes molécules en particules plus petites. Celles-ci sont absorbées par la paroi de l'intestin et sont ensuite transportées vers le reste du corps. L'abondance de nutriments qui transitent par l'intestin est une aubaine pour de surprenants vers parasites.

INFORMATION

Passé le pylore (région à la fin de l'estomac), on pénètre dans l'intestin grêle, un tube long d'environ 6 mètres chez l'homme, siège de l'absorption des nutriments. Tapissée de villosités, la surface de l'intestin grêle est estimée à plus de 30 m².

Les sucs pancréatiques, la bile et les sucs intestinaux neutralisent l'acidité du bol alimentaire provenant de l'estomac. Ces sécrétions permettent la dégradation des lipides, des sucres, et des protéines. Suffisamment petites, les molécules qui résultent de la transformation traversent la paroi intestinale et rejoignent la circulation sanguine. Les fibres végétales qui échappent à la digestion dans l'intestin grêle sont altérées dans le gros intestin par les enzymes bactériennes et sont absorbées par le côlon.

À FAIRE

- Observer les bocaux renfermant les sous-locataires des intestins: des **parasites** qui se nourrissent directement à la source. Parmi eux, écouter l'histoire d'Hannibal le bothriocéphale chantée par les *Petits Chanteurs à la Gueule de Bois*.
- La paroi en lattes symbolise la **barrière intestinale** traversée par les aliments pour rejoindre la circulation sanguine, puis les organes. Se présenter à un douanier devant l'un des 3 écrans. Sucre, lipide et protéine seront orientés vers des organes spécifiques.



LE SAVIEZ-VOUS ?

On qualifie l'intestin de **deuxième cerveau**. Les neurones qui innervent cette partie du tube régularisent les processus digestifs. Des cellules endocrines liées au système nerveux produisent aussi des neurotransmetteurs, comme la sérotonine, qui jouent un rôle dans la gestion de nos émotions.

Le **ténia ou ver solitaire** nous contamine lors d'ingestion de viande mal cuite. Fixé grâce aux ventouses de sa tête, son corps s'allonge en produisant des anneaux. Ces derniers, remplis d'œufs, sont expulsés par l'anus. Ingérée par un herbivore, la larve finit par se fixer dans le muscle de l'animal.



Les **herbivores** ont un tube digestif plus long que les carnivores car la cellulose des plantes est plus complexe à digérer que la viande.

8. Un bataillon de réservistes

L'appendice

L'utilité de l'appendice, diverticule du gros intestin, n'a été mise en évidence que récemment, mettant fin aux interventions chirurgicales préventives. La réserve de bactéries et les nodules lymphoïdes contenus dans l'appendice assurent une recolonisation bienvenue en cas de dérèglement intestinal.

INFORMATION

L'appendice mesure environ 10 cm de long et 4 à 8 mm de diamètre. On a longtemps pensé qu'il était un vestige du cæcum d'un ancêtre primate, mangeur de feuilles. On sait aujourd'hui qu'il est rempli de bactéries. Il serait ainsi un réservoir pour repeupler le microbiote de l'intestin après une maladie. Cette fonction serait surtout importante avant l'âge de 5 ans, lorsqu'une diarrhée peut être fatale. L'appendice contient aussi des nodules lymphoïdes qui jouent un rôle clé dans la régulation des inflammations du gros intestin.

À FAIRE

- Découvrir les rôles importants de ce petit organe pas si inutile.
- Observer l'appendice humain dans le bocal.

9. Côlon et colonie

Le gros intestin

Dernière étape du tube digestif, le gros intestin se charge de réabsorber l'eau et termine la digestion des aliments. Il abrite le microbiote intestinal, communauté microbienne avec laquelle l'organisme vit en symbiose. Les bactéries contenues dans notre intestin peuvent-elles influencer notre corps et notre esprit ?

INFORMATION

Long d'environ 1,5 mètre, le côlon est peuplé d'une multitude de bactéries, de levures et de champignons, essentiels pour le bon fonctionnement de la digestion.

Nous possédons environ **100'000 milliards de bactéries intestinales**. La totalité de nos seules bactéries intestinales pèse à elle seule entre 1 et 2 kg. À titre de comparaison, notre cerveau pèse environ 1,3 kg. La colonisation de notre intestin se fait au moment de l'accouchement par voie basse et s'enrichit au cours des 3 premières années de vie. Le microbiote varie d'un individu à l'autre en fonction du mode d'accouchement, de l'hygiène de vie, de l'alimentation, des médicaments, etc.

Les bactéries intestinales ont plusieurs rôles vitaux :

- **décomposer les aliments indigestes** pour nous, comme les fibres alimentaires,
- **synthétiser certaines vitamines et acides gras**,
- **stimuler le système immunitaire**.

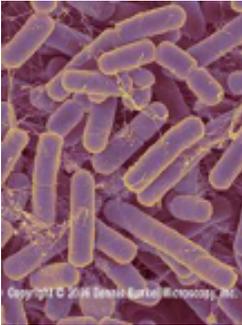
Il semblerait que **ces bactéries influencent aussi le comportement et les états d'âme de leur hôte**. Parmi les différentes souches de souris de laboratoires, certaines sont plus anxieuses et timides que d'autres. Ces comportements caractéristiques peuvent être transférés via le microbiote. Des souris à l'intestin stérile inoculées avec le microbiote de l'autre souche développent un comportement similaire à la souche donneuse. Les souris de la souche initialement timide se transforment en exploratrices. Par contre, les souris intrépides à l'origine restent en retrait.

À FAIRE

- Écouter les *Petits Chanteurs à la Gueule de Bois* vous dévoiler les secrets du gros intestin.
- Lire les textes détaillant les fonctions surprenantes du microbiote intestinal, son rôle dans la digestion, dans l'immunité et dans la synthèse de nutriments, ainsi que son influence sur notre comportement et notre métabolisme.

PRENDRE SOIN DE SON MICROBIOTE

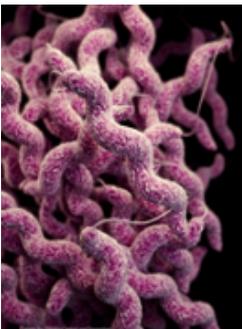
Il n'y a pas que de bonnes bactéries. Certaines comme *Campylobacter jejuni* provoquent, si elles pullulent, des diarrhées ou d'autres maladies. Les aliments prébiotiques comme les oignons, poireaux, pommes de terre, asperges, ou la choucroute, nourrissent et favorisent les bonnes bactéries. Les aliments dits probiotiques contiennent des souches de bactéries bénéfiques qui parviennent vivantes dans notre intestin. Ce sont, par exemple, certains yogourts ou fromages au lait cru contenant des bactéries qui aident à digérer le lactose.



Présente dans le microbiote, *Bacteroides fragilis* provoque des infections si elle traverse la barrière intestinale.



Escherichia coli produit pour nous de la vitamine K. Mais certaines souches provoquent des intoxications.



Campylobacter jejuni ne fait pas partie du microbiote intestinal normal. Sa présence est due à des intoxications alimentaires.

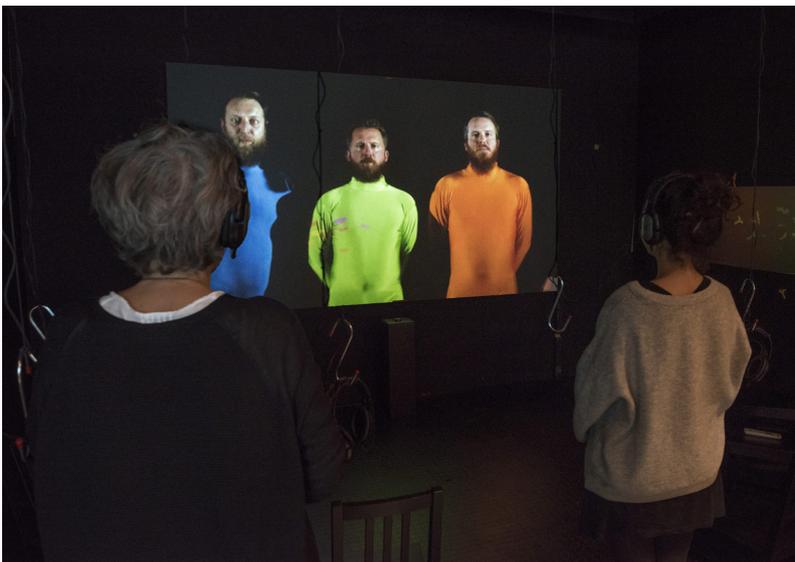
EN CLASSE

- **Cultiver des bactéries:** <http://fr.wikihow.com/faire-cro%C3%A9tre-des-bact%C3%A9ries-dans-une-bo%C3%A9te-de-Petri>

- **Observer l'action des bactéries lactiques** en fabriquant du yogourt :

Faire chauffer 1 l de lait entier et pasteurisé à 40°C. Ajouter 2 cs de yogourt nature du commerce, brasser et verser le tout dans un thermos. Fermer et laisser reposer au minimum 4 heures. Le lait se transforme en yogourt sous l'action de deux souches de bactéries présentes dans le yogourt ajouté: *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaris*. Les premières transforment le lactose (le sucre du lait) en acide lactique. Elles produisent aussi de l'acide formique et du CO² qui vont stimuler la prolifération des *Lactobacillus*. Ces dernières dégradent la caséine (une protéine du lait) en acides aminés qui accélèrent le développement des *Streptococcus* et donc la production d'acide lactique. L'acide lactique transforme la caséine qui s'agglutine pour donner du yogourt.

- **Fabrication de fromage:** Il est possible de fabriquer du fromage en chauffant du lait et en y ajoutant quelques gouttes de vinaigre ou de jus de citron au moment de l'ébullition. Le lait « tranche ». Il suffit de verser le tout dans un filtre pour isoler la masse solide du petit lait. Dans ce cas, l'action est enzymatique et non bactérienne comme dans le yogourt.



10. À la diète !

Les effets d'un jeûne prolongé

Que se passe-t-il lorsque l'organisme n'ingère aucune nourriture ? Quelles stratégies le corps met-il en place pour pallier l'absence d'apport énergétique externe ? Humains et animaux se sont adaptés afin de supporter des jeûnes plus ou moins longs, imposés par les saisons, le comportement ou l'organisme lui-même.

INFORMATION

Le **jeûne** est une période de privation (volontaire ou non) de nourriture. La durée de privation de nourriture à partir de laquelle le terme de jeûne est appliqué varie selon le régime habituel propre à chaque espèce. Au niveau du métabolisme, le corps va d'abord épuiser ses réserves de glycogène sanguin, puis puiser dans les protéines du muscle avant d'utiliser ses réserves de graisses.

L'être humain est capable de supporter une réduction alimentaire sur quelques jours. Cette adaptation évolutive a permis à nos ancêtres de supporter les fluctuations saisonnières de leur alimentation. Aujourd'hui, le jeûne a d'autres connotations. Il est une **pratique spirituelle** dans certaines religions. Il est aussi une pratique à la mode, lié à une **croissance de détoxification**. Il peut être signe de mal-être dans le cas de l'**anorexie mentale**. Le jeûne est parfois pratiqué comme **thérapie**. La privation de nourriture aurait par exemple des effets bénéfiques dans le traitement de cancers. Enfin, la **grève de la faim** peut être un moyen de transmettre ses revendications.

À FAIRE

- Quel type de faim nous a poussé à manger le dernier aliment ? Découvrir les réponses dans les assiettes.
- Comment survivre à des périodes de jeûne ? Des stratégies animales surprenantes, de l'ours à la marmotte, en passant par la grenouille.
- Que se passe-t-il dans notre corps en cas de privation de nourriture ? Un schéma résume ces différentes étapes.
- Le jeûne se pratique pour plusieurs raisons : exemples de cas.

11. Mission accomplie

Selles, fumées, fientes et guanos

Résidus de la digestion, les matières fécales sont expulsées par l'anus. Dissimulées, contemplées, voire remangées, elles sont constituées en grande partie d'eau à laquelle s'ajoutent des bactéries mortes et des fibres non digestibles. Si pour son auteur soulagé, l'aventure est vraiment terminée, ce trésor abandonné va désormais susciter de nombreuses convoitises.

INFORMATION

Aliments non digérés, bactéries mortes, toxines et liquides divers pompés à travers la paroi intestinale traversent le corps pour être rendus à la terre. C'est ce que nous appelons les excréments. Leur consistance varie selon l'espèce, l'alimentation et la santé de l'individu.

Les excréments nous dégoûtent et nous faisons tout pour nous en débarrasser le plus vite possible. Ils trouvent pourtant de nombreuses utilisations:

- **nourriture**: les excréments offrent une source de nourriture aux coprophages tels que les bousiers. Lièvres, lapins, chats, chiens, chevaux et bien d'autres consomment régulièrement leurs crottes en complément alimentaire, pour stimuler leur immunité ou faire le plein de vitamines. Les chinchillas malades mangent les crottes de leurs congénères pour rétablir leur microbiote.
- **engrais**: riche en azote et en phosphore, le fumier fertilise les sols.
- **dépistage médical**: l'analyse des fèces permet de déceler des germes infectieux ou des parasites. Les biologistes en déduisent le régime alimentaire des animaux.
- **propagation des graines**: en mangeant des fruits, les animaux contribuent à disséminer les graines loin de la plante-mère.
- **marquage du territoire**: de nombreux animaux, comme le renard, signalent leur présence en déposant une selle bien en vue.

À FAIRE

- Qui a fait quelle crotte ? Tester sa perspicacité.
- Avez-vous déjà observé vos selles ? L'échelle de Bristol, qui répartit les selles humaines en 7 types suivant leurs formes et leur texture, donne quelques précieuses indications sur notre état de santé.
- Prendre l'air avec des photos de toilettes d'altitude.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Afin d'être débarrassés des vers intestinaux, des poux, des puces, des tiques et autres parasites, les animaux d'élevage sont traités avec des médicaments qui tuent tous les invertébrés... même ceux qui recyclent les crottes. Nous produisons de plus en plus de fumier et nous détruisons les processus naturels qui nous aideraient à le recycler.



Les excréments façonnés en boule constituent le garde-manger du **bousier**. Incapable d'absorber de la nourriture solide, il en aspire le jus. Les femelles pondent également dans les boules. Les larves dévoreront les fibres non digérées.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Les **coprolithes** sont des fossiles de crottes. Les paléontologues les analysent pour connaître le régime alimentaire d'animaux disparus comme les dinosaures.

AVANT/APRÈS LA VISITE

Il existe beaucoup de ressources documentaires et pédagogiques sur le système digestif et l'alimentation, en voici une petite sélection.

BIBLIOGRAPHIE

ENDERS Giulia, *Le charme discret de l'intestin*, Actes Sud éditions. (dès 13 ans)
Ce bestseller détaille avec simplicité et humour les dernières découvertes sur le microbiote et les capacités neuronales de l'intestin.

PARCEVAL Marie, illustré par LATIMER Jonathan, *Miam, prout ; la digestion expliquée aux enfants*, Ed. Delachaux et Niestlé, 2010. (6- 8 ans)

Un livre à dépliants qui explore la digestion dans le monde animal, avec un document pédagogique pour les adultes.

HÉDELIN Pascale, illustré par VIDAL Oriol, *Boire et manger*, Coll. Mes petites questions, Ed. Milan, 2013. (6- 8 ans)

Pour faire le tour des questions liées à la nutrition. C'est quoi avoir faim ? D'où vient le pipi ? Pourquoi je n'aime pas le chou-fleur ? Pourquoi j'adore les frites ?

NEVEU Pauline, illustré par DELAUTRE Antoine, *Ce qu'on fait de ce qu'on mange*, Ed. Zoom, 2004. (dès 6 ans)

Assistés de l'orang-outan Artistote, Zoé et Oscar découvrent comment la nourriture se digère. Un ouvrage entre documentaire, fiction et bande-dessinée.

MACAGNO Gilles, *Le resto zoo*, Ed. Bilboquet, 2015. (3-6 ans)

Un tour du zoo pour connaître le régime alimentaire des animaux.

CHATEL Christelle, illustré par Gwé, *Le grand livre jeu des gourmands*, Ed. Nathan, 2015. (6-10 ans)

Poser les bases de l'équilibre alimentaire tout en s'amusant.

WEBGRAPHIE

EXPÉRIENCES

Des expériences sur la digestion, Unicef (dès 6 ans)

https://www.unicef.be/content/uploads/2014/08/fiche_3-DEF.pdf

Des jeux et quiz sur l'alimentation, Cité des sciences (dès 7 ans)

<http://www.cite-sciences.fr/fr/ressources/juniors/bidouilles-et-manips/agriculture-alimentation/>

La digestion, de la série « Corpus » (dès 8-10 ans)

<https://www.youtube.com/watch?v=FJ6UK-73D44>

DOCUMENTAIRES EN LIGNE

Dossier RTS sur le microbiote intestinal (dès 13 ans)

<http://www.rts.ch/decouverte/sante-et-medecine/corps-humain/le-microbiote/> Plusieurs émissions, dont CQFD et 36°9

Le ventre, notre deuxième cerveau, Arte (dès 13 ans)

https://boutique.arte.tv/detail/ventre_notre_deuxieme_cerveau en location ou en vente

Dossier C'est pas sorcier sur la nutrition (dès 6 ans)

<https://sites.google.com/site/pourquoicestpassorcier/le-corps-humain/nutrition-et-digestion>

Digestion des vaches, C'est pas sorcier (dès 6 ans)

<https://www.youtube.com/watch?v=-rkAKPX9Tfg>

DOCUMENTS PÉDAGOGIQUES

Les ficelles de mon assiette, un document pédagogique et des activités pour sensibiliser les élèves aux enjeux de notre consommation alimentaire (cycles 2 et 3)

<https://www.education21.ch/fr/node/3119>

Des fiches pédagogiques et des jeux sur les sens, les aliments, leur transformation et le système digestif (enfants de 8-16 ans, adultes et enseignant-e-s)

<https://learning.alimentarium.ch/fr/>

Images: couverture, p. 8, p. 10, p. 11, p. 13, p. 16, p. 17 et p. 21

© Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel,

p. 14, p. 18, p. 20, p.24 libres de droits

Musée de la main UNIL-CHUV

Rue du Bugnon 21

CH-1011 Lausanne

T +41 (0)21 314 49 55

musee.main@hospvd.ch

www.museedelamain.ch

Horaires : ma-ve 12h-18h,

sa-di 11h-18h / fermé : lu

Premier samedi du mois : entrée offerte

Ouvert le matin sur réservation, sans frais supplémentaires