

→ **NOTES PÉDAGOGIQUES**

Alimenter notre avenir

La nutrition sur Terre et dans l'espace



Une production de l'Agence spatiale européenne - Le programme *Alimenter notre avenir - La nutrition sur Terre et dans l'espace* est accompagné d'un ensemble de notes d'étude, exemples travaillés, activités et calculs. S'adressant principalement aux 16-18 ans, ces notes ont été rédigées pour pouvoir être utilisées de manière souple, dans le cadre d'un cours ou pour l'étude individuelle et les révisions. Elles peuvent être utilisées parallèlement à la plupart des programmes d'enseignement européens destinés aux plus de 14 ans.

Le film et les notes pédagogiques ont tous deux été divisés en plusieurs parties ce qui permet de mettre facilement l'accent sur un aspect donné du film et de localiser les notes correspondantes pour mieux illustrer et approfondir un sujet donné. Vous pouvez, par exemple, présenter la partie consacrée aux besoins énergétiques quotidiens dans le cadre de cours sur l'énergie et le taux de métabolisme ou encore en parlant de santé et de nutrition. Vous disposerez ainsi d'une sélection d'activités et d'exemples opportuns sans devoir visionner l'intégralité du film.

À titre de guide, ces notes de cours complètent les chapitres du DVD et couvrent les sujets suivants :

Manger, un processus en plusieurs étapes

Cette partie consacrée aux processus mécaniques et chimiques impliqués dans la digestion comporte deux exemples pratiques qui illustrent les effets des enzymes (amylase et catalase). Elle présente les principales enzymes digestives tandis qu'un diagramme indique le rôle joué par ces dernières dans l'obtention des nutriments. Une démonstration montre qu'il est possible d'avaler des aliments tête en bas ou dans un environnement de microgravité. Matières concernées : biologie, chimie et physique.

Notions d'apport énergétique

Ce chapitre, qui s'ouvre sur une présentation du métabolisme de base (MB), examine en quoi ce mécanisme essentiel varie en fonction de l'activité de chacun. Les formules et les facteurs à prendre en compte sont indiqués pour permettre aux élèves d'évaluer leur MB individuel. Nous examinerons les raisons qui font que l'apport énergétique dont a besoin un astronaute est comparable à celui d'un adulte sur Terre en montrant que toutes les actions du corps dans l'espace exigent un effort. Enfin, un exercice d'analyse permet aux élèves d'examiner les apports en énergie en fonction de la teneur en matières grasses, glucides et sucres d'aliments sélectionnés. Matières concernées : biologie, physique et santé.

Une alimentation équilibrée - Importance dans l'espace

Cette partie explique en quoi l'alimentation équilibrée d'un astronaute diffère légèrement de celle d'une personne sur Terre. Elle examine les besoins de compléments vitaminiques et la nécessité de contrôler les apports en fer et en sodium. Matières concernées : chimie, biologie et santé.

Une histoire de goût - Envie d'un curry épicé ?

Cette partie examine les raisons pouvant expliquer la fadeur des aliments dans l'espace et comprend une activité qui simule ce phénomène. Elle met l'accent sur la différence entre goût et arôme à l'aide d'une méthode pratique. Matière concernée : biologie.

La conservation des aliments : au propre et au sec

Nous faisons le point dans cette partie sur les problèmes liés à la conservation des aliments pendant une période de temps prolongée et donnons des exemples de techniques de conservation, en nous appuyant sur des activités pratiques. Matières concernées : biologie, chimie et technologie.

Des aliments prêts pour le lancement

Cette dernière partie compare la masse brute des aliments et de leurs emballages à leur teneur nutritionnelle. Si nous tenons compte des déchets et des emballages, quels sont les aliments les moins adaptés à un vol habité ? Matières concernées : biologie et technologie.

1. Introduction

À chaque fois que tu pars pour un long voyage, par exemple pour aller en vacances, l'une des choses auxquelles tu dois penser est d'emporter suffisamment à manger. Glisser dans un sac des sandwiches au jambon et une bouteille d'eau peut suffire. Ou, s'il fait froid, une boisson chaude ou une soupe dans un thermos. À moins que tu ne décides d'emporter un petit réchaud avec toi pour pouvoir te préparer un repas chaud. C'est facile. De toute façon, si les choses tournent mal, il y aura toujours un magasin, un café ou un restaurant pour t'approvisionner en vivres et en boissons.

Essaye maintenant d'imaginer que tu pars pour l'espace. Qu'emporterais-tu ? Tu aurais bien sûr besoin de prendre des aliments qui durent plusieurs jours ou semaines, voire des mois, ainsi que suffisamment d'eau. S'envoler pour l'espace nécessite toutefois des efforts considérables sur le plan financier et énergétique. Il pourrait être avantageux de te limiter au strict nécessaire pour éviter toute surcharge. Le problème est de calculer ce « strict nécessaire » et de savoir combien de temps il durerait dans l'espace. Les aliments auront-ils le même goût que sur Terre ? Que consommeras-tu au cours d'une journée type dans l'espace ? Plus important encore, compte tenu des conditions inhabituelles auxquelles ton corps sera soumis, comment pourras-tu être sûr d'avoir une alimentation équilibrée sur le plan qualitatif et quantitatif ?

2. Manger, un processus en plusieurs étapes

Pour que notre corps puisse bénéficier des substances vitales qui sont contenues dans les aliments que nous mangeons, ces derniers doivent être décomposés en substances digestibles. Ce processus en plusieurs étapes est à la fois mécanique et chimique.

La bouche : la mastication et la salive

La bouche est le premier passage obligé de tout aliment ingéré. C'est là que les aliments sont mastiqués afin d'être décomposés en morceaux plus petits, plus faciles à avaler. La langue forme, en travaillant contre le palais, une boule d'aliments appelée bolus. C'est dans la bouche toujours que les aliments sont humectés de salive. La salive a plusieurs fonctions. Notamment, celle de lubrifier les aliments pour en faciliter l'entrée dans l'œsophage.

La mastication accroît la surface des aliments. Elle permet ainsi une meilleure réaction avec les substances chimiques et les enzymes digestives, exactement comme un cachet d'aspirine qui se dissout plus rapidement dans l'eau s'il est broyé en petits morceaux.

La salive contient une enzyme appelée amylase. Les enzymes participent à de nombreux processus naturels afin de modifier la vitesse des réactions chimiques. L'amylase commence le processus consistant à décomposer les polysaccharides, par exemple l'amidon, en maltose. Dans ces deux substances, la molécule de base est celle de glucose ($C_6H_{12}O_6$). L'amidon est un polymère de glucose,

tandis que le maltose se compose de deux molécules de glucose reliées (on parle aussi de molécule de sucre « double »).

Activité 1 - La salive et le pain

Mastique une bouchée de pain pendant une dizaine de minutes. Remarque : Fais attention, il n'est pas facile de ne pas l'avaler ! Pendant ce laps de temps, l'amylase contenue dans ta salive devrait commencer à travailler sur l'amidon contenu dans la farine du pain. Que remarques-tu au niveau du goût au bout de quelques minutes ?

Le pain devrait être plus sucré ce qui s'explique par la présence de maltose due à l'action de l'amylase qui a travaillé pendant que tu mastiquais.

L'exercice suivant explique les effets de la catalase qui se trouve dans la plupart des cellules.

Activité 2 - Détection de la catalase

Tu auras besoin des éléments suivants :

Foie émincé (cuit et cru)

Carottes émincées (cuites et crues)

Environ 20 ml de solution de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂)

Une pipette à tétine/compte-gouttes

Quatre boîtes de Pétri ou petites soucoupes

Mets un peu de foie cru et cuit et de carottes crues et cuites dans quatre boîtes de Pétri. Ajoute quelques gouttes de peroxyde d'hydrogène à chacun de ces échantillons et observe. Que se passe-t-il ?

Les cellules vivantes produisent du peroxyde d'hydrogène qui est un sous-produit de nombreux processus métaboliques. Il est présent en concentration particulièrement élevée dans le foie pour faciliter la décomposition des toxines dans le corps. Le peroxyde d'hydrogène étant nocif pour les tissus vivants (chez les animaux et les plantes), les cellules produisent l'enzyme catalase pour le décomposer en oxygène et en eau :

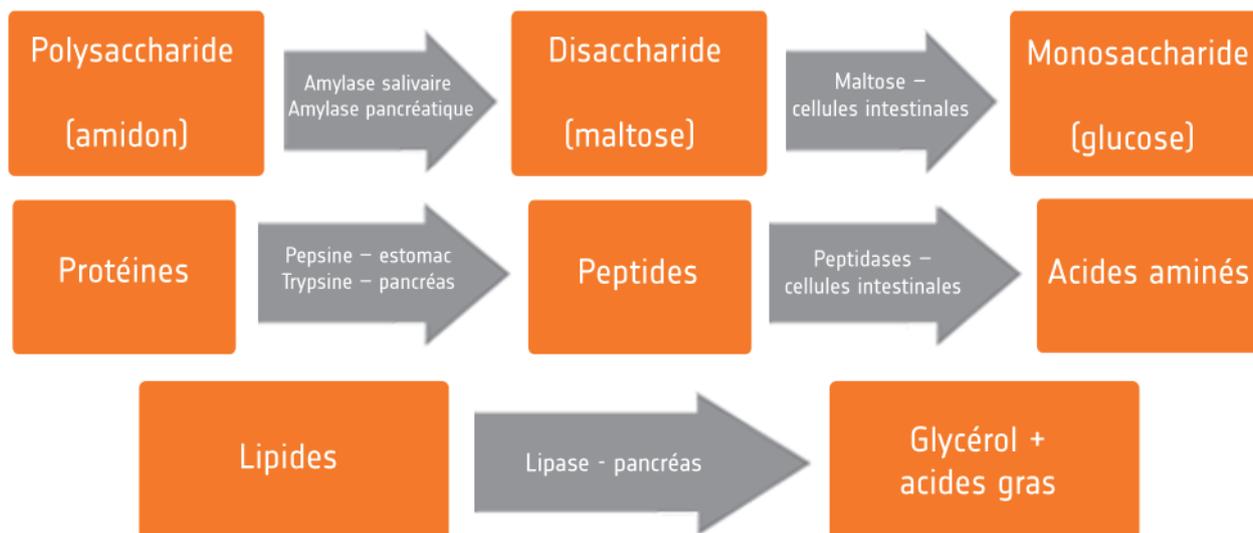


Tu devrais voir des bulles d'oxygène sur les échantillons d'aliments crus tandis qu'il ne devrait pas y en avoir sur les aliments cuits. Pourquoi n'y a-t-il pas de bulles sur les échantillons cuits ? Qu'est-ce qui a pu se passer pour l'enzyme pendant la cuisson ?

La catalase fonctionne bien à la température du corps mais des températures plus élevées, par exemple en cours de cuisson, peuvent modifier la structure de la molécule et ses propriétés chimiques. L'enzyme active est donc détruite pendant la cuisson des aliments.

À l'instar de la catalase qui décompose le peroxyde d'hydrogène, les enzymes de l'appareil digestif décomposent les substances chimiques des aliments en produits digestifs utiles, à savoir en glucose, acides aminés, glycérol et acides gras. Ces substances chimiques sont celles que le corps peut utiliser.

Présentation chimique de l'appareil digestif :



Vous avez dit « ola » ?

Après la déglutition, le bolus descend dans l'œsophage sous l'action des mouvements du muscle péristaltique. À l'instar d'une « ola » qui se propage dans un stade en liesse, une succession de contractions musculaires en anneau se propage vers l'aval de l'œsophage en propulsant le bolus dans l'estomac. Ce processus s'appelle le péristaltisme.

Il est, en fait, extrêmement utile dans l'environnement en microgravité de l'espace puisque le mécanisme de la déglutition peut aussi se poursuivre sans l'assistance de la gravité. Lorsque tu déglutis, les aliments sont littéralement propulsés dans l'œsophage, quelle que soit ta position. Ton corps ne se limite pas à attendre qu'ils tombent dans l'estomac. Tu peux vérifier cela comme suit :

Activité 3 - Déglutir en défiant les lois de la gravité

Prends un fruit et allonge-toi à plat sur le dos ou sur le côté. Ta tête doit être plus basse que ton estomac. Croque un morceau de fruit et mange-le normalement (fais attention à ne pas t'étrangler si tu es allongé sur le dos). Que remarques-tu quand tu déglutis ? Sens-tu une différence ?

La nourriture va être acheminée vers l'estomac, en défiant la gravité, grâce au péristaltisme.

Un sac d'acides élastique

L'on peut, grosso modo, décrire notre estomac en ces termes. Il peut, en effet, passer de la taille d'une saucisse à celle d'un melon après un repas copieux. Il a une paroi musculaire et écrase les aliments pour les mélanger avec les sucs digestifs.

Trois types de cellules produisent des substances chimiques dans l'estomac : les cellules à pepsine

ou principales, les cellules pariétales ou bordantes et les cellules à mucus. Les cellules principales sécrètent la pepsine sous la forme d'un précurseur : le pepsinogène. Dans les environnements acides, celui-ci donne la pepsine utilisée pour digérer les protéines des aliments. Il est, par conséquent, nécessaire que le contenu de l'estomac soit acide. La présence de HCl, produit par les cellules pariétales, maintient le pH autour de 2. Ceci facilite également la décomposition des aliments et l'élimination des bactéries.

Tu pourrais objecter qu'il serait plus simple que les cellules pariétales produisent directement de la pepsine. Cela ne poserait-il pas de problèmes ? Pourquoi ?

L'autodigestion est un danger réel dans l'appareil digestif et explique pourquoi une série de cellules à mucus crée une couche de mucus qui tapisse l'estomac. Cette pellicule protège ce dernier des attaques de l'acide chlorhydrique et de la pepsine.

3. Notions d'apport énergétique

Tout comme les voitures qui ont besoin de carburant pour tourner au ralenti à l'arrêt comme pour avancer, le corps humain a un « ralenti ». C'est ce qu'on appelle le métabolisme de base ou MB.

Tu peux évaluer ton MB (P, en kcal par jour) avec la formule suivante :

$$P = \left(\frac{9,99}{1\text{kg}} m + \frac{6,25}{1\text{cm}} h + \frac{4,92}{1\text{année}} a + s \right) \frac{\text{kcal}}{\text{jour}}$$

Où :

s = +5 pour le sexe masculin, -161 pour le sexe féminin

m = masse en kg

h = taille en cm

a = âge en années

Chez la plupart des gens, le MB constitue le principal composant des dépenses d'énergie. Il peut représenter jusqu'à 70% de l'extrait énergétique total tandis que 20% et 10%, respectivement, sont attribués à l'activité physique et à la thermogénèse (chaleur corporelle).

Ces chiffres correspondent, bien sûr, au repos total. Ils ne prennent pas en compte l'activité physique. Plus une personne est active, plus elle aura besoin d'un apport énergétique important. Pour calculer l'apport en calories total, tu dois multiplier le MB par des facteurs qui dépendent de l'activité de la personne concernée.

Niveau d'activité Facteur	d'activité MB
Sédentaire (peu ou pas d'exercice)	1,2
Exercice/Pratique sportive très modéré 1 à 3 jours par semaine	1,375
Exercice/Pratique sportive modéré 3 à 5 jours par semaine	1,55
Exercice/Pratique sportive intense 6 à 7 jours par semaine	1,725
Exercice/Pratique sportive très intense ou travail physique	1,9

Les astronautes font régulièrement de l'exercice pour minimiser l'atrophie musculaire entraînée par l'environnement de microgravité. À part ces séances de gymnastique, tu pourrais croire qu'un astronaute n'a pas besoin de beaucoup travailler. Cependant, ce n'est pas parce que la gravité est absente que les autres lois de la physique disparaissent ! Des facteurs, tels que la quantité de mouvement et l'inertie, sont extrêmement importants et il faut tout de même faire des efforts pour déplacer des équipements lourds ou ouvrir et fermer les écoutilles. Travailler dans l'espace peut demander de gros efforts physiques.

Ne l'oublie pas, les lois de la physique continuent à s'appliquer dans l'espace. Par exemple :

Un astronaute ouvre un tiroir en tirant dessus avec une force F_1 de 20 N sur une distance d_1 de 10 cm (0,1 m). Le tiroir s'ouvre et l'astronaute le repousse avec une force F_2 de 20 N sur une distance d_2 de 10 cm pour en stopper le mouvement (tout en se tenant à d'autres objets pour ne pas reculer). Quelle a été la quantité d'énergie transférée au tiroir ? Elle équivaut au travail effectué sur le tiroir W :

$$W = F_1 d_1 + F_2 d_2$$

$$W = (20 \times 0,1 + 20 \times 0,1) \text{ J}$$

$$W = 4 \text{ J (environ 1 kcal)}$$

Ce calcul simple montre que toute action effectuée dans l'espace requiert de l'énergie. Au cours d'une journée type à bord de l'ISS, un astronaute a besoin d'environ 2 300 kcal d'énergie, ce qui correspond aux valeurs moyennes sur Terre.

D'où cette énergie proviendra-t-elle ? Il faut, bien sûr, considérer les qualités nutritionnelles des aliments faciles à emporter dans l'espace. Lire les étiquettes des informations nutritionnelles sur les paquets d'aliments tels que le riz, les raisins secs et le jambon cuit, devrait te permettre de repérer les grandes tendances.

Activité 4 - Analyse nutritionnelle d'aliments courants

Conserve les informations nutritionnelles des emballages de certains aliments courants. Compare la relation existant entre la valeur énergétique et les différentes catégories (graisses, glucides/sucres) des aliments suivants :

- Chou
- Jambon
- Bœuf
- Cacahuètes
- Raisins secs

Combien de grammes de chacun de ces aliments correspondent à un quart des besoins énergétiques d'un astronaute à bord de l'ISS, qui sont de 2 300 kcal ? Quelle quantité de chacun de ces aliments correspond à 45 g de protéines (apport journalier recommandé pour un adulte de sexe masculin sur Terre) ? Tu verras que les cacahuètes sont les denrées qui contiennent le plus d'énergie par gramme, tandis que la viande est la plus riche en protéines. Tu peux étendre tes considérations à tous les autres aliments. Ces résultats correspondent-ils à tes attentes ?

Il est bien connu que si nous mangeons trop, nous grossissons. C'est de cette façon que notre corps stocke l'énergie pour l'avenir. Inversement, si tu ne manges pas assez, tu maigris. En fait, pour conserver notre masse corporelle, il faut que l'apport total soit égal à la dépense totale. Par ailleurs, tous les processus corporels requièrent de l'énergie, même la digestion. Ces processus dégagent également de la chaleur en tant que sous-produit. Dans le cas de la digestion, les aliments produisent davantage d'énergie que le processus de digestion n'en consomme. Si ce n'était pas le cas il faudrait que nous ingurgitions des quantités exponentiellement croissantes de nourriture ! Cet apport nous aide aussi à équilibrer notre bilan énergétique global.

4. Une alimentation équilibrée - Importance dans l'espace

Si avoir une alimentation équilibrée est important sur Terre, cela ne l'est pas moins sur la Station spatiale internationale. Les astronautes doivent être certains de recevoir un apport adéquat de vitamines, minéraux, lipides, glucides, protéines, fibres et eau. Et puis, manger équilibré est également plus amusant que d'avoir toujours la même chose dans son assiette.

N'oublie pas que si tu partais en vacances dans l'espace, tu n'aurais pas besoin d'emporter de crème solaire. À bord de l'ISS, les astronautes sont à l'abri des rayons du soleil : un effet secondaire non négligeable de cet écran total est que la peau ne synthétise pas de vitamine D.

Sur Terre, la vitamine D₃ est fabriquée dans la peau lorsqu'une substance chimique, le 7-déhydrocholestérol, réagit avec les rayonnements UV-B. Ces rayonnements sont présents dans la lumière du Soleil à des niveaux dépassant l'indice UV 3. Dans l'espace cependant, les astronautes ne peuvent pas synthétiser de vitamine D et doivent donc manger des aliments enrichis en vitamine D.

En plus des vitamines, notre corps a aussi besoin de minéraux. Il a, par exemple, besoin de fer pour la production de l'hémoglobine (le principal composant des globules rouges), de la myoglobine (une protéine majeure des cellules musculaires) et de certaines enzymes. L'un des effets secondaires causés par un séjour prolongé dans l'espace est que les astronautes voient le nombre de leurs globules rouges diminuer. Suite à cela et à la réduction de l'hémoglobine, la quantité de fer requise par le corps diminue également.

L'impesanteur débouche sur une activation du sodium retenant les hormones, même en cas d'apports en sodium normaux, et entraîne un bilan sodium positif. C'est la raison pour laquelle l'apport en sodium des astronautes est surveillé avec soin. Le sodium est un minéral indispensable à l'organisme, qui provient en majorité du chlorure de sodium (le sel de cuisine). C'est un électrolyte qui est impliqué dans la transmission des signaux électriques entre les cellules. C'est, en particulier, un composant vital des nerfs qui stimule la contraction musculaire. En conjonction avec le potassium, il aide à maintenir la distribution d'eau (via l'osmose - voir « La salaison » dans la Partie 6 ci-après) et la pression sanguine. Le sodium joue également un rôle important dans le maintien de l'équilibre acide-base du corps.

5. Une histoire de goût - Envie d'un curry épicé ?

L'un des effets secondaires observés lorsqu'on évolue dans un environnement de microgravité, est que la pression artérielle moyenne s'uniformise dans tout le corps. Sur Terre, la pression de fluide nette au niveau des chevilles est supérieure à celle au niveau de la tête quand tu es debout : ce n'est pas le cas dans l'espace où il n'y a pas de gradient de pression.

Résultat, la pression sanguine moyenne dans la tête augmente, ce qui se traduit par le syndrome du visage gonflé. Les astronautes peuvent parfois souffrir de sinus enflammés ou de congestion nasale en conséquence du gonflement des vaisseaux sanguins du nez. Ceci peut avoir un effet sur leur odorat et, par conséquent, sur leur capacité à sentir les arômes des aliments.

S'il t'est arrivé de manger quand tu avais un rhume carabiné, tu te souviendras sans doute que tout te semblait fade.

Activité 5 - Ce qui perd son arôme peut conserver son goût

Tu peux simuler ce phénomène en te pinçant le nez pendant que tu manges : que remarques-tu au niveau de l'arôme ? Qu'en est-il du goût ? (par ex. est-ce salé, sucré, etc.) Arrête de te boucher le nez et compare : tu devrais trouver l'arôme plus intense.

Peux-tu demander à des camarades de cours de deviner quels sont les aliments que tu leur présentes alors qu'ils ont les yeux bandés et se bouchent le nez ? Tu pourrais, par exemple, leur présenter des échantillons de différents fruits et légumes. Ils ne doivent pas toucher les aliments mais se limiter à en prélever une petite quantité à l'aide d'une cuiller. Est-ce facile ?

Notre capacité à détecter les odeurs est directement liée au goût. La détection du goût (sucré, acide, amer, salé), d'autre part, relève des bourgeons du goût qui sont situés sur la langue. Cela n'a rien à voir avec l'odorat.

Selon les chercheurs, d'autres facteurs ont très certainement un effet sur le palais des astronautes, notamment les effets psychologiques et le fait que les bourgeons du goût ne sont pas suffisamment bien stimulés physiquement vu que les aliments ne les balaient pas comme c'est le cas en gravité. Le résultat de ces différents facteurs est que la nourriture dans l'espace peut sembler fade et que les astronautes préfèrent souvent manger épicé.

6. La conservation des aliments : au propre et au sec

La nourriture envoyée dans l'espace avec les astronautes doit pouvoir durer relativement longtemps. Plusieurs techniques permettent de conserver les aliments. Essentiellement, le principe consiste soit à éliminer les microbes potentiellement dangereux en les privant d'un ingrédient indispensable à leur croissance soit à supprimer l'oxygène à l'origine de l'oxydation des denrées alimentaires (en particulier des graisses).

Les méthodes de conservation les plus anciennes de par le monde reposaient sur la salaison et le séchage et sont encore utilisées aujourd'hui. Plusieurs autres techniques ont cependant été mises au point, notamment en vue de préserver la saveur des aliments. Ceci est important pour les astronautes qui sont originaires de cultures différentes. Sans compter que cela ajoute de la variété et de l'intérêt. La nourriture occupe une place considérable dans notre routine quotidienne à tous et continuer à s'y intéresser est important. Pourrais-tu imaginer te nourrir exclusivement de mets salés pendant une semaine, voire des mois ?

La salaison

La salaison déshydrate la nourriture par osmose, qui est le mouvement des molécules d'eau d'une région à forte teneur en eau à une autre moins concentrée, à travers une membrane semi-perméable. L'osmose est le principal mécanisme à la base des échanges d'eau entre les cellules des animaux et des plantes et les milieux extérieurs. Dans ce contexte, la membrane semi-perméable est celle de la cellule. La membrane semi-perméable est perméable au solvant (c'est-à-dire à l'eau), mais pas aux particules dissoutes, d'où son nom.

Activité 6 - Faire suer une aubergine

Dans cette activité, tu vas expérimenter une manière très répandue de préparer une aubergine avant de la cuisiner. Tu vas lui faire « suer » son eau. Tu auras besoin des éléments suivants :

Une aubergine

Du sel de table

Une planche à découper

Un petit couteau à légumes

Une balance de cuisine

Coupe l'aubergine en rondelles fines et note la masse des rondelles. Saupoudre ensuite de sel la chair des rondelles et place ces dernières dans un saladier. Laisse-les deux heures environ puis observe-les. Tapote les rondelles avec un essuie-tout en papier pour retirer la solution salée puis pèse-les de nouveau. Que remarques-tu ? Que s'est-il passé ?

Mettre du sel sur des rondelles d'aubergine crée un gradient de concentration en soluté à travers la membrane et les molécules d'eau traversent cette dernière en direction du côté salé jusqu'à ce que l'équilibre d'eau soit rétabli des deux côtés de la membrane. Le résultat net est que la cellule perd de l'eau. Tu remarqueras que les rondelles d'aubergine sont moins gonflées et, si tu les rinces pour éliminer la solution salée, puis les tapotes avec un essuie-tout en papier pour les essuyer, tu

remarqueras qu'elles sont légèrement plus petites.

Une autre méthode permettant de déshydrater les aliments consiste à les faire chauffer pour les sécher.

Activité 7 - La déshydratation des fruits

**Tu peux essayer de déshydrater certains aliments, puis de les réhydrater chez toi.
Tu auras besoin des éléments suivants :**

Des morceaux de fruits (par ex. pommes, poires, bananes)

Une solution d'acide ascorbique

Un radiateur accessible

Un plat qui va au four

Un couteau et une planche à découper

Une balance de cuisine numérique ou classique

Coupe les fruits en morceaux et épluche-les. Tu dois peser les morceaux, puis les repeser après les avoir déshydratés. Cela t'aidera à calculer la quantité d'eau qui est perdue au cours du processus.

Tu devras aussi les traiter pour empêcher qu'ils ne s'oxydent dans l'air. Pour cela, tu peux laisser tremper les fruits dans une solution d'acide ascorbique (dont une forme courante est la vitamine C) pendant 15 minutes environ. Lorsqu'un fruit s'oxyde, il devient souvent marron, sa composition chimique change et sa saveur est altérée. L'acide ascorbique, qui est un anti-oxydant, est utilisé dans l'industrie alimentaire pour conserver des denrées comme le pain.

Enfin, étale les morceaux sur un plat allant au four et met-les sur le dessus d'un radiateur ou au four en réglant le thermostat au minimum (pas plus de 60°C) pendant 6 à 12 heures. Les fruits sont secs lorsqu'ils sont souples et malléables et qu'il ne reste pas d'humidité au centre quand tu les coupes.

En les pesant de nouveau, tu pourras calculer la masse d'eau perdue. De quel ordre est le pourcentage de variation de masse ?

Est-il possible de réhydrater ces morceaux de fruits ? Essaie de les laisser tremper. Que remarques-tu au niveau de la saveur et de la texture ?

Bien sûr, tous les aliments des astronautes ne sont pas complètement déshydratés pour être conservés. Les raisins secs, de Smyrne ou de Corinthe, sont des aliments à humidité intermédiaire. Ils sont conservés en diminuant la quantité d'eau disponible pour la croissance microbienne tout en conservant suffisamment d'eau pour leur conférer une texture souple et permettre de les manger sans autre préparation. Les aliments à humidité intermédiaire ont généralement une humidité de 15% à 30%, mais l'eau présente est reliée chimiquement au sucre ou au sel et n'est pas disponible pour la croissance microbienne.

7. Des aliments prêts pour le lancement

Sélectionner les aliments les plus nutritifs, les plus efficaces sur le plan énergétique et les moins encombrants, ne suffit pas pour les envoyer aux astronautes. Il faut aussi tenir compte de la façon dont ces denrées sont emballées à la fois en termes de place et de contribution à la masse de lancement totale. Il faut aussi tenir compte des déchets et des éléments inutilisés des aliments. Par exemple, tu ne mangeras jamais tout d'une cuisse de poulet ou d'une poire. Tu laisseras les os du poulet et le trognon du fruit. Tous ces éléments entrent dans le calcul de la masse transportable totale.

Activité 8 - Pas de superflu, pas de déchets

Calcule la proportion d'aliment qui est rejetée dans une banane ou une pêche par rapport à une salade ou une tomate. Tu auras besoin d'une balance de cuisine pour cette activité, afin de peser les échantillons d'aliments avant (et après) les avoir mangés. Tu devras aussi sans doute manger des fruits !

Sur la base de ces considérations, quels aliments pourraient, selon toi, être appropriés pour une mission habitée dans l'espace sidéral ?