

4. Pour en savoir plus

À partir d'espèces sauvages, les humains ont su domestiquer, sélectionner, créer des milliers de races animales et de variétés* végétales adaptées à leurs besoins en fonction de contraintes locales, depuis environ 10 000 ans.

Ainsi, de nombreux pays présentent une grande diversité de fruits, légumes, céréales, épices, animaux, ce qui permet aux habitants d'avoir une alimentation variée et complémentaire, donc une meilleure nutrition et moins de maladies. De nos jours, avec la mondialisation, il est possible d'accéder à tous les types d'aliments dans les pays développés.

Mais les traditions, les voyages et la religion ont également orienté l'alimentation des différents peuples. Grâce aux déplacements (explorations, conquêtes...), de nouveaux aliments furent découverts dans différentes parties du monde, ramenés au pays et cultivés, ce qui accentua la diversité des aliments disponibles (plantation en Europe du maïs et des tomates provenant d'Amérique du Sud, du riz et des épices provenant d'Asie...).

Inversement, des aliments sont interdits par certaines religions, pour diverses raisons (vache dans les populations hindoues, porc dans les populations juives et musulmanes).

Il est intéressant de noter que la diversité et la spécificité des espèces sur un territoire n'influencent pas seulement les spécialités culinaires, mais également les différentes cultures. Ainsi, remèdes naturels, habitats, vêtements, outils, contes, peuvent provenir ou s'inspirer de la biodiversité locale.

* (cf. livret/glossaire)

Caisiers à épices
© CALN Anne-Hélène / INRA



Parcours 3
Activité 1

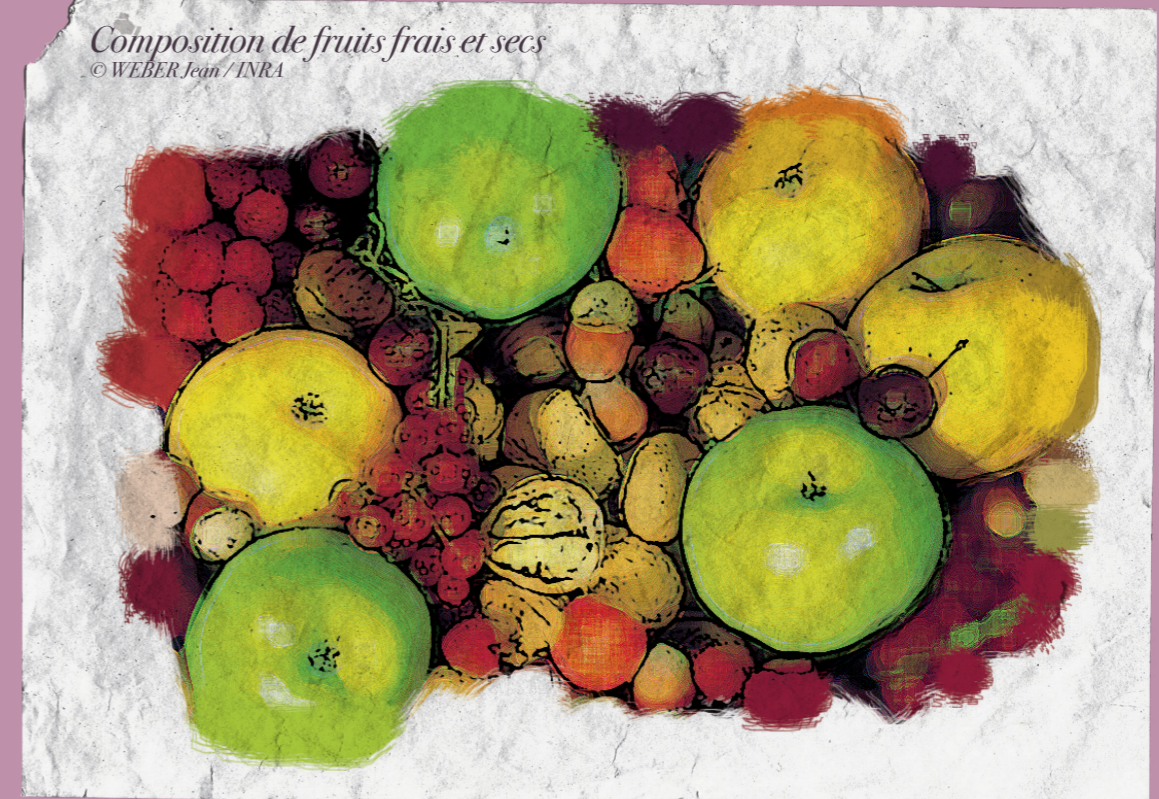
Temps de l'activité : 2 heures
Activité en intérieur

LA BIODIVERSITÉ DANS NOTRE ASSIETTE



Un repas nécessite pour sa préparation divers ingrédients, qui sont presque tous issus de la biodiversité*. Selon les régions ou les pays, la biodiversité, la culture et les savoir-faire locaux influencent les spécialités culinaires.

Composition de fruits frais et secs
© WEBER Jean / INRA



D'OÙ VIENNENT LES PRODUITS
DONT ON SE NOURRIT ?

I. Quel matériel ?

- menus détaillés de la cantine pour une semaine (composition des plats, origine des aliments)
- une carte du monde
- une carte de France
- recettes françaises et descriptif des régions (annexe)
- modèle d'un menu, cartes aliments, recettes et coutumes des pays (cf. livret p56 à 63)



Carte de France - centres INRA en régions et leurs thématiques

© INRA

2. Comment procéder ?

1. Que mange-t-on à la cantine ? D'où ces ingrédients viennent-ils ?

Identifier les ingrédients provenant des menus de la cantine :

fruits*, légumes*, céréales, viandes, poissons, épices, herbes.

Chercher leur provenance géographique (demander au gérant de la cantine ou voir le livret p56 à 59) et les indiquer sur une carte du monde et de la France.

Calculer les distances parcourues par les aliments pour un repas.

Que remarque-t-on ?

2. Spécialités régionales françaises (annexe)

Relier sur une carte de France les spécialités culinaires aux régions associées, grâce aux indications fournies. Quelles conclusions peut-on tirer ?

3. Spécialités culinaires dans le monde (cf. livret p60 à 63)

Sur la carte du monde, relier chaque carte « recette » et « coutumes » aux pays concernés. Pourquoi existe-t-il une si grande différence d'alimentation d'un pays à l'autre ?

3. Quels résultats et interprétations ?

Nos aliments sont très variés et tous issus du monde vivant : végétaux (fruits, légumes, céréales, herbes aromatiques, épices...), animaux (viande, poisson, lait, œuf), champignons... Des minéraux (éléments non vivants) sont également utilisés comme compléments alimentaires (sel, argile...).

Notre nourriture provient pour la plupart de l'agriculture et de l'élevage qui ont, pendant des millénaires, contribué à augmenter la biodiversité*. L'origine de nos aliments est très variable : de la ferme d'à côté jusqu'à celle située à l'autre bout de monde. Certains produits nous semblent exotiques (ananas, banane, mangue, litchis...) car ils ne poussent pas en France métropolitaine, mais sous des climats différents des nôtres.

Les climats, les sols, le relief de chaque région ou pays favorisent des cultures et des élevages spécifiques, dont les variétés* et les races sont adaptées au territoire. Ceci a fortement influencé les spécialités culinaires : les recettes sont directement liées aux aliments que l'on trouve localement. Ainsi, l'élevage de taureaux en Camargue depuis le 20^{ème} siècle et la riziculture ont donné naissance à la traditionnelle daube de taureau, caractéristique de cette région.

Et au Maroc, pays du soleil, les amandes, les dattes et les agrumes sont utilisés dans les boissons parfumées à la fleur d'oranger et dans les pâtisseries.



4. Pour en savoir plus

Les micro-organismes*, très diversifiés, sont mal connus, mal appréciés, souvent identifiés comme néfastes car à l'origine de maladies (choléra, diarrhées, tétanos, intoxications alimentaires...). Mais certains permettent également la fabrication de nombreux aliments, influent sur leur goût, leur consistance, leur apparence.

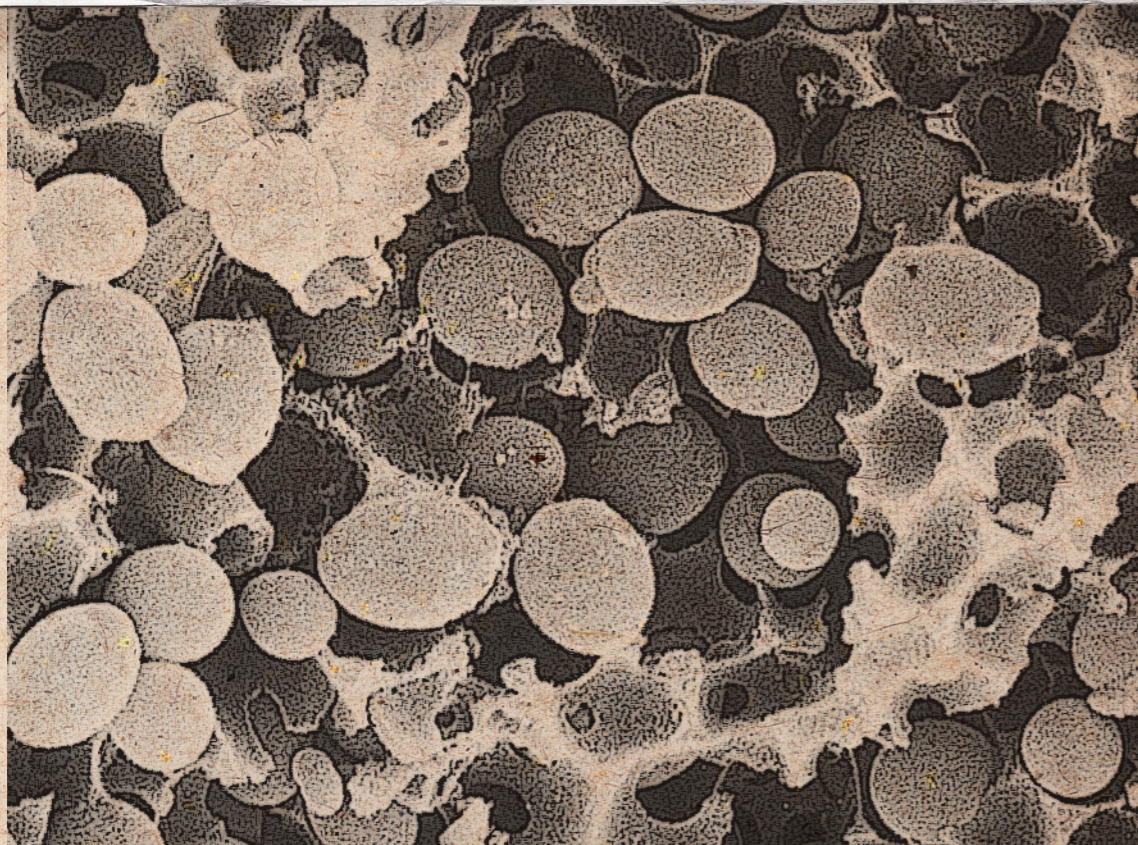
Les humains ont appris à en « domestiquer » quelques-uns, mais ils les utilisaient bien avant de les connaître !

En effet, les produits fermentés, à base de lait (yaourt, fromage), de chou (choucroute), d'orge (bière), de blé (pain) ou de raisin (vin) sont presque aussi vieux que l'agriculture.

Les micro-organismes n'interviennent pas que dans la fabrication des aliments. Ils jouent un rôle essentiel dans différents processus naturels. Ainsi, les bactéries de notre tube digestif ou celui des animaux interviennent dans la digestion des aliments et leur assimilation par le corps.

Les humains ont su utiliser les micro-organismes dans des domaines très variés, tels que la médecine (fabrication de médicaments) et l'épuration des eaux usées (bactéries dans les stations d'épuration).

* (cf. livret/glossaire)



Levures sur une croûte de fromage

© ROUSSEAU Micheline / INRA



Temps de l'activité : 1 heure et demie

Activité en intérieur



LA BIODIVERSITÉ INVISIBLE À NOTRE SERVICE



Les micro-organismes* sont partout, dans l'air, l'eau, la terre, dans nos intestins... Certains sont essentiels à la vie, d'autres sont nécessaires pour fabriquer certains des aliments de notre quotidien, comme le pain, le fromage, le yaourt.

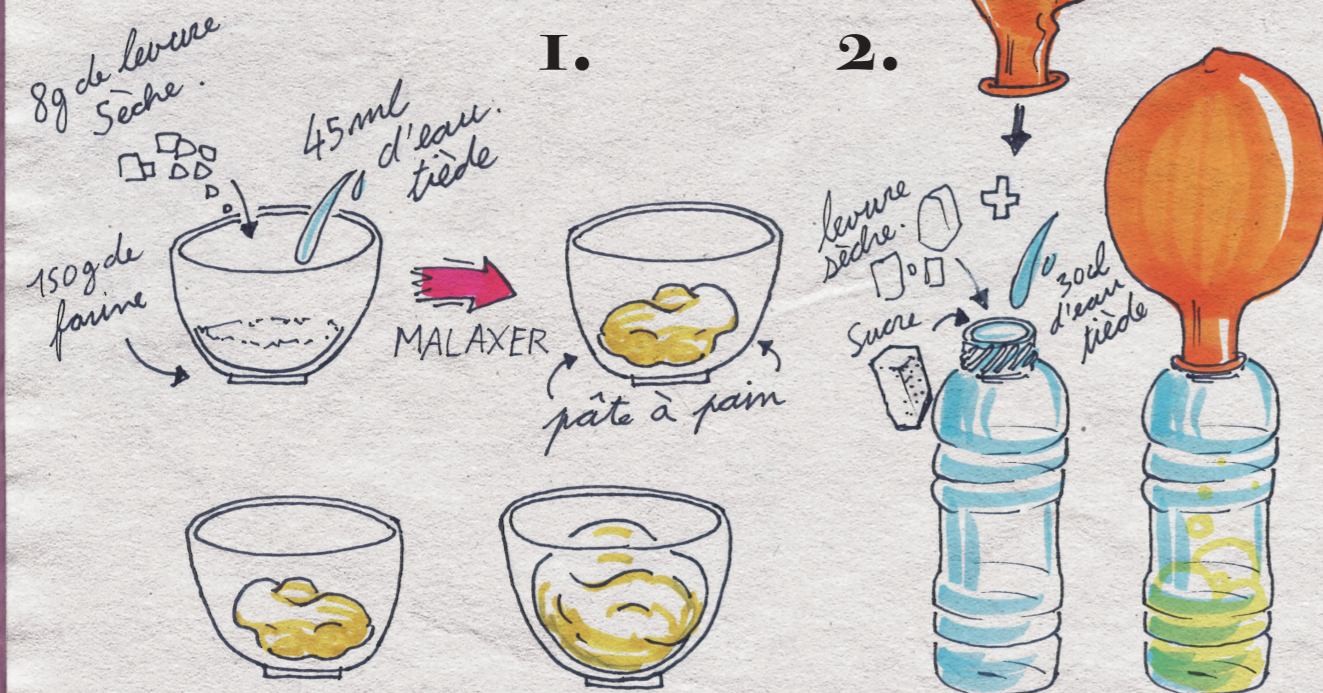


Différents types de pains et viennoiseries
© NICOLAS Bernaud / INRA

QU'EST-CE QUI FAIT LEVER
LA PÂTE À PAIN ?

1. Quel matériel ?

- 2 saladiers transparents
- une bouteille
- une ballon de baudruche
- 2 sachets de levure sèche de boulanger (8 g)
- de la farine
- de l'eau tiède (25°C)
- du sucre en morceau



2. Comment procéder ?

1. Préparation du pain

Dans un premier saladier, mélanger 150 g de farine et 45 ml d'eau tiède.
Dans un second saladier mélanger 150 g de farine, 45 ml d'eau tiède et 8 g de levure sèche du boulanger.
Mélanger et malaxer jusqu'à obtenir une pâte à pain dans chaque saladier.
Puis les laisser à température ambiante pendant 1 heure.
Qu'observons-nous au bout d'une heure ? Quel est l'élément nécessaire pour faire gonfler la pâte à pain ?

2. La levure et le sucre

Verser un paquet de levure dans une bouteille. Ajouter 30 cl d'eau tiède et un sucre.
Enfiler le ballon sur le goulot de la bouteille et attendre quelques minutes.
Que se passe-t-il ?

3. Quels résultats et interprétations ?

La levure de boulanger est constituée par des champignons unicellulaires microscopiques, nommés « *Saccharomyces cerevisiae* ».

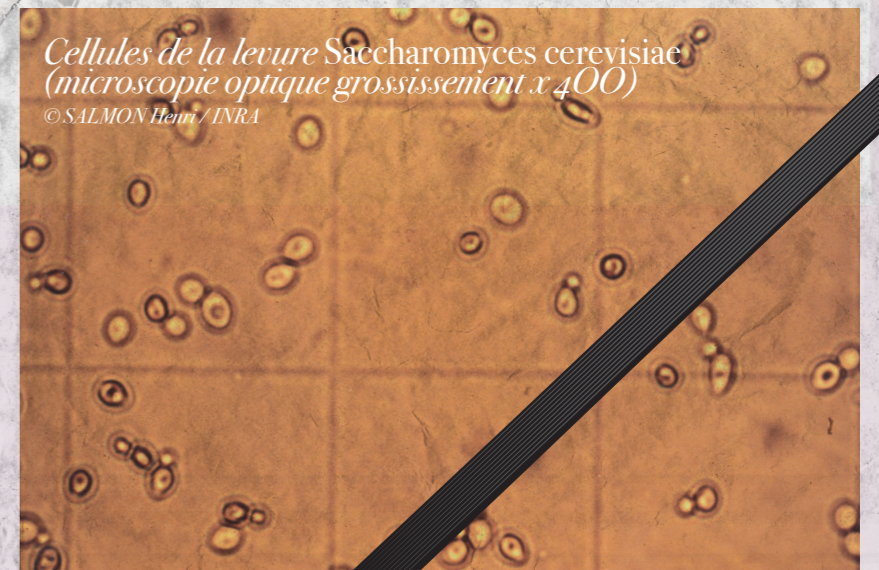
Observation 1 : on obtient une pâte dans les deux saladiers. Sans levure, elle ne monte pas. Avec levure, elle gonfle et de petites bulles apparaissent. Nous observons donc l'action des levures sur la pâte. Mais quel est le phénomène qui fait gonfler le pain ?

Observation 2 : au bout de quelques minutes, des bulles se forment dans le mélange sucre/levure et le ballon se gonfle. Le mélange a produit un gaz, emprisonné dans le ballon. Cette réaction, appelée fermentation, correspond à l'action des levures sur le sucre (glucose). Elles le consomment sans utiliser de dioxygène (O_2), le transformant en éthanol (alcool) et en dioxyde de carbone (CO_2).

Nous retrouvons ici la même réaction que celle observée dans la pâte eau/farine/levure. La farine contient un sucre (l'amidon) sur lequel les levures agissent, ce qui produit des bulles (de dioxyde de carbone) qui font gonfler la pâte. Les nombreuses alvéoles dans la mie de pain sont constituées par le gaz produit et emprisonné dans la pâte. Quant aux levures, elles sont dégradées pendant la cuisson.

La levure de boulanger permet donc dans la tiédeur du four de faire gonfler le pain et les brioches. Dans d'autres conditions, elle permet la fermentation alcoolique, à l'origine de la bière.

Cellules de la levure *Saccharomyces cerevisiae*
(microscopie optique grossissement x 400)
© SALMON Henri / INRA



4. Pour en savoir plus

2000 ans avant J.-C., les premiers écrits chinois sur les plantes médicinales décrivaient déjà 2500 médicaments naturels sur les 6500 actuellement utilisés par la médecine chinoise. L'aspirine, médicament de référence contre les douleurs, fut initialement extrait de l'écorce de saule blanc et des fleurs des reines des prés (ou spirée), avant d'être aujourd'hui synthétisée dans les laboratoires.

À travers les siècles, la nature a ainsi offert aux humains de nombreux remèdes. 40 ou 50% des médicaments mis sur le marché sont des médicaments d'origine naturelle. Parmi ceux-ci, les deux tiers proviennent de plantes, 5 à 10% d'animaux (dont de nombreuses espèces marines), 20 à 25% de micro-organismes* (à l'origine des antibiotiques, par exemple).

Si nous ajoutons les molécules directement inspirées de modèles naturels mais légèrement modifiées par les chercheurs, les remèdes naturels représentent environ 60% de l'ensemble des médicaments utilisés.

Les molécules naturelles précieuses dans le domaine de la santé proviennent principalement des produits de défense et d'attaque des végétaux et des animaux (poisons, venins, toxines) et d'hormones (phéromones sexuelles ou d'alerte).

La nature constitue un grand catalogue de molécules naturelles, qui résultent de la longue coévolution des espèces vivantes et que les scientifiques explorent à la recherche de nouvelles pistes thérapeutiques. Et ces médicaments potentiels provenant de la nature disparaissent en même temps qu'elle...

* (cf. livret/glossaire)



Récolte de venin
© IRD - J.F. Trape

Parcours 3
Activité 3

Temps de l'activité : 2 heures et demie
Activité en intérieur

LA BIODIVERSITÉ POUR NOUS SOIGNER



Aujourd'hui encore, 80% de la population de la planète dépend des remèdes traditionnels issus d'espèces sauvages (animales et végétales). Nos sociétés modernes sont, elles aussi, demandeuses de ces molécules naturelles dont on s'inspire pour fabriquer la majorité de nos médicaments.



Mamba vert, à venin très toxique
© IRD - J.F. Trape

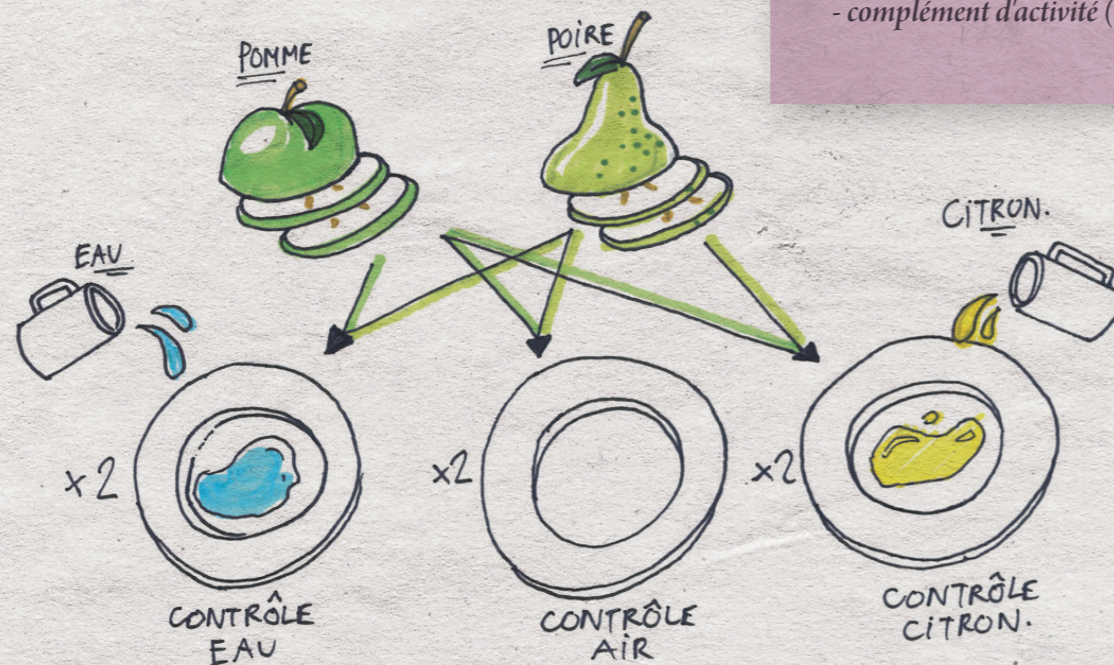


© CNRS Photothèque - GUENARD Daniel, GUERITTE Françoise, SEVENET Thierry

COMMENT LA VITAMINE C ENTRETIENT-ELLE
NOTRE CORPS ?

I. Quel matériel ?

- un citron, une pomme, une poire
- de l'eau
- 6 assiettes
- un presse-agrumes
- un verre
- une cuillère à café
- complément d'activité (cf. livret p64)



© Florent d'Heilly

2. Comment procéder ?

1. Presser le citron dans un verre pour récolter le jus.
2. Étiqueter les assiettes :
 - 2 « contrôle eau »
 - 2 « contrôle air »
 - 2 « contrôle citron »
3. Couper en tranches fines la pomme et la poire. Placer immédiatement 2 tranches de pomme dans une assiette de chaque catégorie (contrôle eau, air, citron), et 2 tranches de poire dans les autres assiettes.
4. Verser 2 cuillères à café (veiller à bien recouvrir toute la surface du fruit*) :
 - d'eau sur les tranches de fruits des assiettes « contrôle eau » ;
 - de jus de citron sur celles des assiettes « contrôle citron » ;
 - ne rien verser sur les tranches des assiettes « contrôle air ».

Attendre 2h30. Que pouvons-nous observer ?

3. Quels résultats et interprétations ?

Les tranches de fruits contenues dans les assiettes « contrôle air et eau » ont changé de couleur et pris partiellement une teinte marron, brunâtre. Les tranches de fruits recouvertes de jus de citron ont conservé leur couleur d'origine.

Les tranches de fruits exposées à l'air ou recouvertes d'eau ont subi une réaction chimique, l'oxydation. Elles ont été « oxydées », comme un morceau de fer abandonné à l'air libre qui rouille. Par contre, les tranches de fruits recouvertes de jus de citron ont été « protégées » contre l'oxydation.

L'oxygène (O_2) qui se trouve dans l'air est une molécule indispensable à notre vie, mais elle est très oxydante. L'exposition du corps à l'oxygène et au soleil est à la base de réactions chimiques qui vont fabriquer des produits toxiques, appelés radicaux libres. Ils attaquent à leur tour les cellules des êtres vivants, qui s'oxydent. Les réactions d'oxydation sont nécessaires à la vie mais elles peuvent également provoquer des maladies et jouent un rôle dans le vieillissement.

Les plantes et les animaux produisent de nombreuses substances qui les protègent des radicaux libres. Ce sont les « antioxydants », qui jouent le rôle d'une barrière chimique contre l'oxydation. Nous retrouvons entre autre la vitamine C, contenue naturellement dans le jus de citron. Les végétaux, fortement exposés aux rayons du soleil et en contact permanent avec l'oxygène, sont les aliments qui nous apportent le plus d'antioxydants.

Poivrons et piments
© SLAGMULDER Christian / INRA



4. Pour en savoir plus

Sur la base de bénéfices réciproques, les relations des plantes à fleurs avec leurs pollinisateurs se sont perfectionnées et diversifiées, ce qui donne la grande diversité actuelle.

Tous les insectes ne butinent pas les mêmes fleurs : certains pollinisent de nombreuses plantes, d'autres ne sont adaptés qu'à quelques espèces. Trois critères influent sur les relations plantes/insectes. La forme des fleurs conditionne le type d'insecte qui prélève le nectar, et la composition en sucre du nectar et du pollen influence le choix des plantes visitées par les insectes.

La pollinisation rend aux humains d'immenses services économiques. La production de 84% des espèces cultivées en Europe dépend directement de la pollinisation par les insectes. À l'échelle du globe, des études estiment que le service « pollinisation » offert par le monde animal à l'agriculture vaudrait environ 153 milliards d'euros par an.

Sans parler de la difficulté et du coût en personnel de la pollinisation manuelle : dans l'Hindu Kush (Himalaya), il faut une vingtaine de personnes pour polliniser fleur après fleur une centaine de pommiers, travail habituel de 2 ruches !

Protéger les habitats naturels et réduire l'utilisation des pesticides est indispensable pour freiner la disparition des pollinisateurs. Pour aider les chercheurs à mieux connaître les pollinisateurs, participez au projet SPIPOLL, suivi photographique des insectes pollinisateurs (<http://www.spipoll.org/>).

* (cf. livret/glossaire)



Petite histoire...

La spécificité étroite entre la plante et l'insecte est poussée à l'extrême chez les orchidées, dont certaines fleurs ressemblent à des insectes. Elles sont pollinisées par des insectes mâles, attirés par ce « leurre sexuel ». Ces derniers tentent de s'accoupler avec l'un des pétales de la fleur et repartent avec des grains de pollens collés sur la tête ! Le même comportement répété sur d'autres fleurs assure ainsi la pollinisation de ces orchidées.

Orchidée abeille, *Ophrys apifera*
© NICOLAS Bertrand / INRA



Temps de l'activité : 1 heure

Activité en intérieur

BESOIN D'AIDE POUR SE REPRODUIRE



Certaines plantes, dites entomophiles*, ont besoin des insectes pour se reproduire. Ils transportent le pollen d'une fleur à l'autre, tout en butinant leur nectar dont ils se nourrissent. Mais il faut différents types d'insectes pour butiner différents types de fleurs.



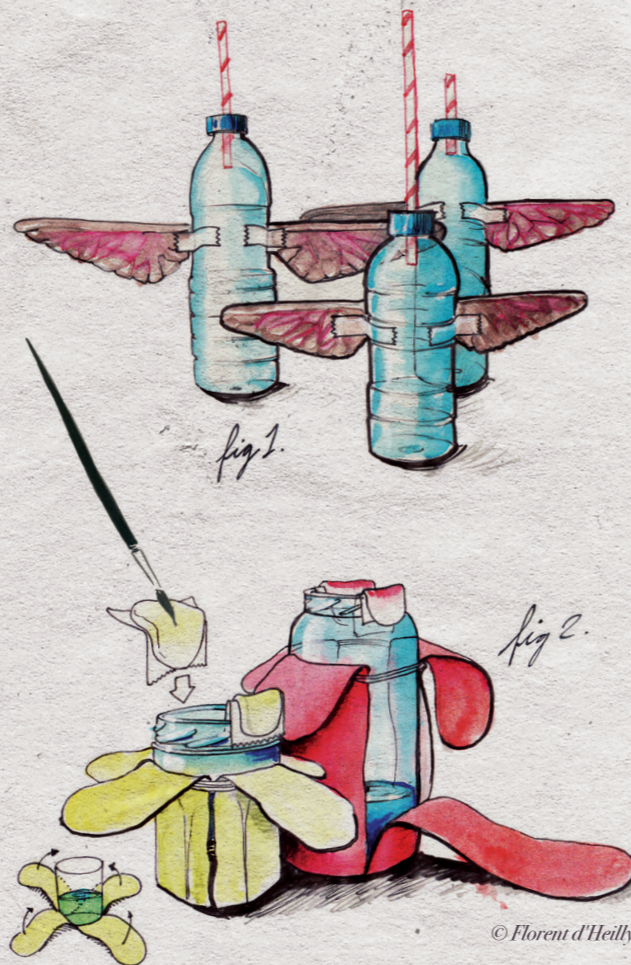
Abeille sur une fleur de cosmos
© BEGUEY Alain / INRA

QUELLES RELATIONS EXISTE-T-IL
ENTRE LES FLEURS ET LES INSECTES ?
COMMENT LES INSECTES
TRANSPORTENT-ILS LE POLLEN ?

1. Quel matériel ?

Suite de la fiche P1-A5 « à quoi servent les fleurs »

- 3 (au minimum) bouteilles en plastique de différente taille avec bouchons
- 3 récipients en verre de différente taille
- 3 pailles de différente longueur
- du colorant alimentaire
- des ronds de coton
- des papiers de couleur
- de la gouache jaune et orange
- du scotch double face, une paire de ciseaux
- illustrations et protocole (annexe 1, 2, livret p64)



2. Comment procéder ?

1. Les insectes et les fleurs

a) Fabriquer des insectes

- prendre les bouteilles en plastique, percer les bouchons (diamètre inférieur à celui des pailles) ;
- passer les pailles de différente longueur (trompe de l'insecte) dans les bouchons ;
- découper les ailes (annexe 1) et les scotcher sur les bouteilles.

b) Fabriquer des fleurs

- remplir d'eau et de colorant alimentaire (le nectar) les récipients en verre ;
- déposer 2 feuilles de papier coloré sous un récipient, les rabattre et les scotcher pour former les pétales ;
- coller du scotch double face sur 2 ronds de coton (les étamines), les plier en deux sur le bord du récipient puis les imbiber de gouache (le pollen). Ne pas mettre la même couleur de gouache sur toutes les fleurs.

- c) **Activité** : chaque insecte va récupérer le nectar de chaque fleur : pour cela, placer la trompe de l'insecte dans la fleur, appuyer sur la bouteille puis relâcher pour aspirer le liquide. Où se retrouve la gouache ? Peut-on récupérer le nectar de toutes les fleurs avec tous les insectes ? Pourquoi ? Observer les photos (annexe 2). Que peut-on en déduire ?

2. Et si les abeilles disparaissaient ?

Pratiquer une pollinisation manuelle (cf. livret p64).

Est-ce facile de remplacer le travail des abeilles ?

3. Quels résultats et interprétations ?

De nombreux insectes, dits pollinisateurs, butinent les fleurs : abeilles, papillons, bourdons, mouches, coléoptères... Nous trouvons aussi des chauves-souris et des oiseaux (colibris).

1) Une fois le nectar au contact de la paille (la trompe), de la gouache se dépose sur la bouteille. L'« insecte-bouteille » est plein de pollen. De plus, les fleurs sont recouvertes d'un mélange de gouache. Le pollen est donc bien véhiculé d'une fleur à l'autre par l'insecte !

Dans la nature, les insectes sont attirés par le parfum et la couleur des fleurs et consomment leur nectar pour se nourrir. Le pollen est alors accroché aux poils ou aux organes spécialisés de l'insecte (corbeilles à pollen sur les pattes des abeilles), pendant qu'il se gorge. Et en butinant, il frôle le pistil d'une autre fleur où le pollen se dépose. Il existe ainsi un bénéfice réciproque entre l'insecte (qui se nourrit du nectar) et la plante (qui se reproduit grâce à l'insecte).

Tous les « insectes-bouteilles » n'atteignent pas le nectar au fond des fleurs (cas des insectes à petites pailles avec les fleurs-bouteilles). Les trompes des insectes pollinisateurs sont de différentes formes et tailles, ainsi que la forme des fleurs, qui abritent le nectar. Il existe dans la nature une correspondance anatomique entre la forme des fleurs et la longueur des trompes des insectes qui les visitent. La diversité des insectes est donc vitale pour les plantes, et réciproquement !

2) La pollinisation manuelle est minutieuse, longue, et ne marche pas à tous les coups...

Abeille visitant une inflorescence de colza
© CARRE Serge / INRA



4. Pour en savoir plus

La destruction des zones humides, drainées au profit des terres agricoles ou des zones habitables, entraîne une forte perte de biodiversité. Mais en plus de cela, ces transformations nous privent de l'épuration et des protections naturelles contre les inondations (filtration de l'eau, zone d'expansion des crues) que permettent ces écosystèmes*. Nous sommes alors amenés à construire des ouvrages bien plus coûteux (barrages, réservoirs de rétention d'eau...) pour remplir le même rôle !

De plus, recouvrir de bitume les sols proches des cours d'eau les rend imperméables, accentuant le ruissellement de l'eau et la puissance des inondations.

Les zones humides existent également sur les littoraux. Certaines d'entre elles, les mangroves*, sont des groupements de végétaux (palétuviers) de régions tropicales situées dans la zone de balancements des marées et souvent à l'embouchure de fleuves. Elles protègent les zones côtières contre les tempêtes : elles servent de brise-vent et de zones tampons contre les inondations, protégeant ainsi les terres situées le long du littoral.

Les mangroves abritent également une grande quantité d'espèces comestibles, pouvant jouer un rôle dans la lutte contre la famine ou la malnutrition.

Elles sont aussi des zones de reproduction et de croissance pour les jeunes de nombreuses espèces vivant au large. Cependant, l'urbanisation de plus en plus forte du littoral met en péril ces écosystèmes pourtant indispensables pour protéger les littoraux et la biodiversité de ces zones et des zones adjacentes.

* (cf. livret/glossaire)



Mangrove
© IRD - P. Laboue



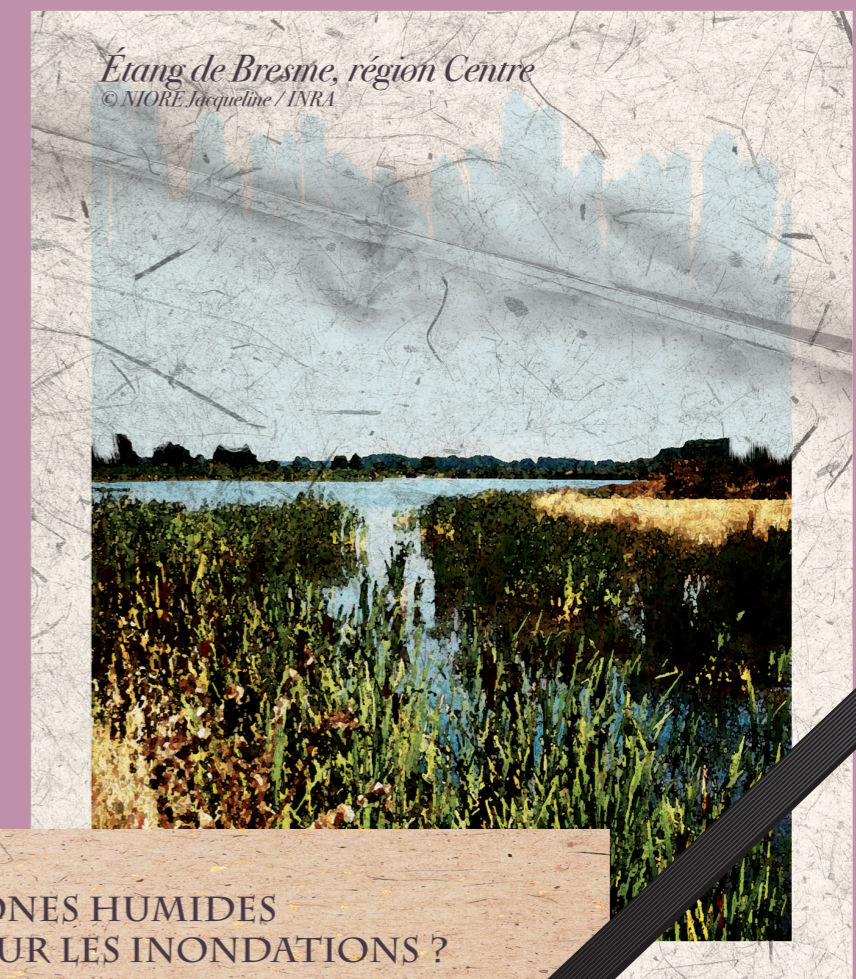
Temps de l'activité : 1 quart d'heure

Activité en intérieur

DES ZONES TAMPONS CONTRE LES INONDATIONS



Les zones humides (marais, tourbières, étangs...) ont souvent mauvaise réputation. Longtemps considérées comme insalubres, elles ont souvent été drainées et converties en terres agricoles ou en zones d'habitation. Pourtant, les zones humides accueillent une forte biodiversité* et sont bien utiles lors du débordement des rivières.

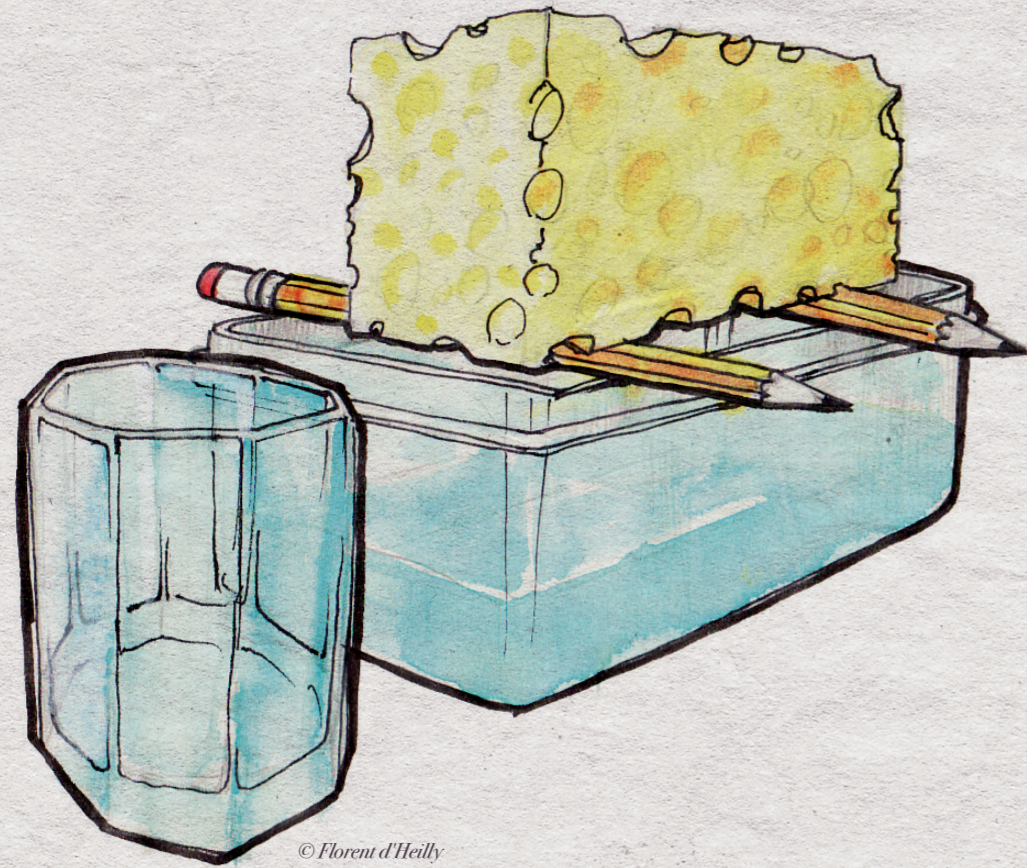


Étang de Bresme, région Centre
© NIORE Jacqueline / INRA

COMMENT LES ZONES HUMIDES
AGISSENT-ELLES SUR LES INONDATIONS ?

1. Quel matériel ?

- un bac en plastique rectangulaire
- une grosse éponge essorée, un peu plus petite que le bac
- un verre d'eau
- 2 bâtons (stylo, crayon en bois, etc.)
- de l'eau



© Florent d'Heilly

2. Comment procéder ?

1. Sur une table, placer un bac en plastique rectangulaire.
Compter le nombre de verres d'eau nécessaires pour que le bac déborde.
2. Placer, à l'aide des deux bâtons, la grosse éponge sur la tranche au-dessus du bac vidé. Compter le nombre de verres d'eau nécessaires pour que le bac déborde, en versant l'eau sur l'éponge.
3. Que se passe-t-il dans la seconde expérience ? À quoi peuvent correspondre le bac, le verre d'eau et l'éponge dans la nature ?

3. Quels résultats et interprétations ?

Pour faire déborder le bac dans la seconde expérience, il est nécessaire d'utiliser quasi le double de verres d'eau, car l'éponge s'engorge d'eau et ralentit le débordement du bac.

Dans cette expérience, le bac peut représenter une rivière ou un terrain. L'eau du verre, la pluie, l'eau de ruissellement ou une inondation. L'éponge, située au dessus du bac pour l'expérience, joue le même rôle qu'une zone humide (tourbière, marais...).

Comme l'éponge, les zones humides peuvent accueillir et filtrer une grande quantité d'eau et ralentissent ainsi le débordement des rivières et l'inondation des sols. Elles atténuent donc les risques d'inondation des villes et villages situés en aval. Comme l'éponge, les zones humides conservent l'eau longtemps, ce qui permet d'avoir une flore et une faune spécifique aux milieux humides (sphaignes, droséras, linaigrettes, libellules, grenouilles, tritons...).

Ces zones humides sont également des lieux de repos et de reproduction d'un grand nombre d'espèces de la rivière, et des lieux de refuge en cas de crues. Elles permettent aussi l'épuration des eaux (cf. P3-A7).

Libellule
© Aurélien Riou



4. Pour en savoir plus

Les végétaux, par leur diversité (taille, forme, systèmes racinaires...), jouent un rôle de fixateur du sol et des dunes, grâce à plusieurs mécanismes :

- réduction du débit (vitesse) de l'eau et donc de la force d'entraînement du sol par ruissellement ;
- augmentation de l'infiltration de l'eau dans le sol grâce aux racines et donc diminution du ruissellement ;
- interception des gouttes de pluie et donc réduction de l'impact de celles-ci sur le sol ;
- restitution dans l'atmosphère d'une partie de l'eau contenue dans le sol par évapotranspiration.

Lorsque nous coupons les arbres sur une pente en montagne, ou que nous arrachons les hautes herbes sur les dunes au bord de la mer, la pluie s'infiltré dans le sol, ruisselle en surface, creuse des ravines et entraîne la terre (ou le sable) le long des pentes...

Sans plante pour le retenir, le sol se laisse entraîner par l'eau, provoquant parfois des torrents de boue. Le sol disparaît, ne recouvrant plus les roches sur lesquelles il s'était formé. Les plantes ne peuvent plus pousser. Voilà comment une région peut devenir désertique à cause des coupes et des arrachages intempestifs.



Temps de l'activité: 1 demi-heure

Activité en intérieur

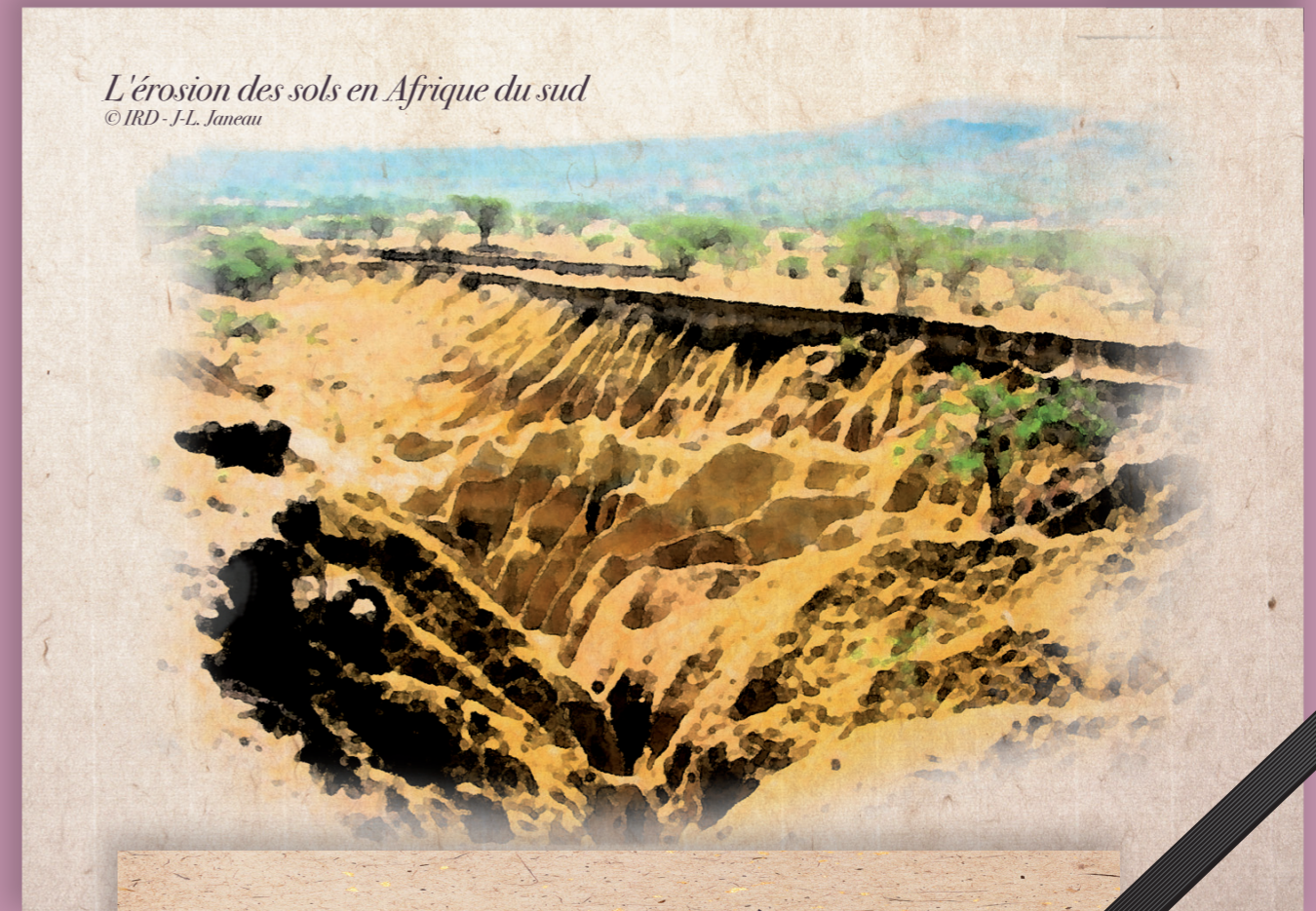
LES PLANTES AU SECOURS DU SOL ET DES DUNES



Pour vivre et grandir, les plantes tirent l'essentiel de leurs besoins des sols où elles poussent. Mais les sols ont également besoin des plantes qui contribuent à leur fertilité par les apports de matières organiques et les protègent contre l'érosion.

L'érosion des sols en Afrique du sud

©IRD - J.L. Jumeau



COMMENT LES PLANTES PROTÈGENT-ELLES
LE SOL DE L'ÉROSION ?

I. Quel matériel ?

- 3 barquettes de 25 à 30 cm de longueur
- de la terre un peu tassée (pas de terreau) ou de la farine
- 30 pailles droites de 5 cm de longueur
- un bac
- de l'eau
- un petit arrosoir de 50 cl (prendre une bouteille en plastique et percer le bouchon d'une vingtaine de trous à l'aide de la pointe d'un compas)

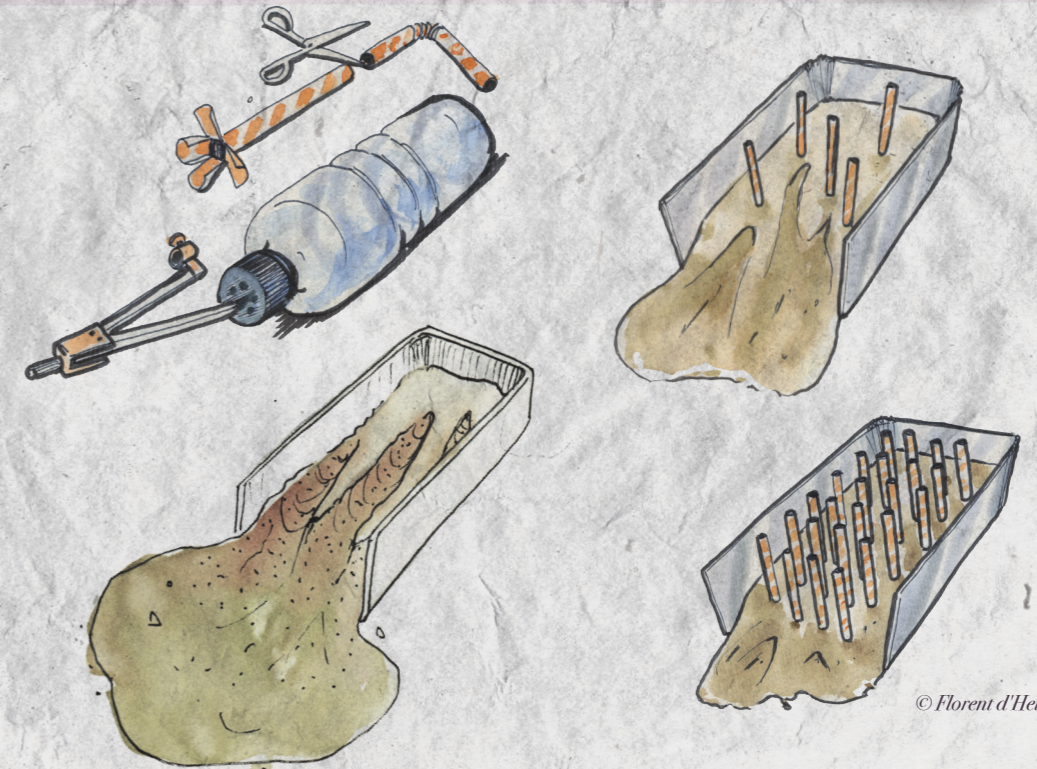


Littoral breton
©BRUNO Locatelli

2. Comment procéder ?

1. Découper un rebord par barquette afin que l'eau puisse s'écouler, puis remplir les 3 récipients de terre (de manière identique, tamiser la terre).
2. Humidifier légèrement la terre avant de la tasser.
3. Découper le bout de chaque paille en étoile, de façon à augmenter l'ancrage.
4. Dans l'un des 3 récipients, enfoncer en tournant 5 pailles (côté en étoile dans la terre).
5. Dans un autre, planter 25 pailles (côté en étoile dans la terre).
6. Laisser le 3^{ème} récipient juste avec de la terre.
7. Incliner légèrement les trois barquettes au-dessus d'un bac.
Les arroser (à l'identique) avec la bouteille en plastique percée : faire couler l'eau doucement pendant 40 secondes sur toute la surface.

La terre reste-t-elle à sa place ? Y a-t-il autant de terre dans les trois récipients ?
Dans quel récipient les modifications sont-elles les plus rapides ?



3. Quels résultats et interprétations ?

Le récipient qui ne contenait pas de pailles a perdu plus de terre que ceux qui contenaient des pailles enracinées dans la terre. Le récipient qui contenait 5 pailles a perdu plus de terre que celui qui en contenait 25.

Le temps au bout duquel la terre est emportée par l'eau et le volume de terre qui est emporté varient d'une barquette à l'autre. En effet, moins il y a de pailles, moins la terre est retenue. Donc, plus il y a de pailles, plus la terre est maintenue en place.

Dans cette expérience, les pailles participent à la réduction de l'érosion de la terre en diminuant le débit (la vitesse) de l'eau mais aussi grâce aux racines qui retiennent la terre et l'aident à résister à la force de l'eau. Voilà comment des plantes peuvent protéger le sol qui abrite et nourrit leurs racines.

4. Pour en savoir plus

Selon leur fonctionnement, les végétaux filtrent des polluants minéraux (nitrates), organiques (pesticides) et parfois des métaux lourds (cuivre, mercure, zinc, cadmium, fer, plomb...). Certaines plantes (tournesol, pissenlit, colza, orge, ortie, peuplier...), « hyper accumulatrices » d'un ou plusieurs métaux lourds, sont utilisées dans la décontamination de sols pollués. À maturité, elles sont récoltées, incinérées, et une partie des métaux peut être retraitée, puis réutilisée.

Les nombreux micro-organismes* (champignons et bactéries) qui se développent autour des racines des plantes sont d'un grand secours dans la dégradation des polluants de l'eau et du sol, dont les hydrocarbures. La qualité de l'eau et des sols est donc préservée grâce à la biodiversité* (végétale et microscopique).

C'est pourquoi aménager un couvert forestier près des rivières et des sites de prélèvement pour l'eau potable est un excellent moyen d'en limiter la pollution. En plus de filtrer les polluants, la litière forestière limite la pollution de l'eau en bloquant les sédiments et réduisant l'érosion des sols.

C'est par exemple le cas pour la ville de New York (USA) qui a revu sa gestion de traitement des eaux. Elle a restauré et protégé 5000 km² de vallées cultivées et de montagnes couvertes de forêts, pour garantir durablement la bonne qualité de l'eau qui alimente la ville. Et le tout pour un investissement de 1,5 milliard de dollars, alors que la construction d'une usine de traitement des eaux aurait coûté entre 6 et 8 milliards de dollars ! La nature fait parfois beaucoup économiser (cf. livret p65) !

* (cf. livret/glossaire)

Le tournesol :
peut être utilisé
dans la décontamination
de sols pollués.

© WEBER Jean / INRA



Temps de l'activité : 4 à 5 jours
Activité en intérieur

QUAND LES VÉGÉTAUX SE CHARGENT DE LA POLLUTION



Grâce à leurs racines, les végétaux puisent dans le sol l'eau et les minéraux nécessaires à leur croissance. De la même façon, ils filtrent les polluants, principalement minéraux et organiques, provenant des engrais (nitrate, phosphate, lisier*, eaux usées).

Certaines plantes sont également capables d'extraire et d'accumuler des métaux lourds.

Systeme racinaire d'un hêtre
© MEURET Michel / INRA



COMMENT L'EAU ET CERTAINS POLLUANTS
CIRCULENT-ILS DANS LES VÉGÉTAUX ?

1. Quel matériel ?

- 3 verres, une planche, un couteau
- eau, terre, sel
- encre rouge ou bleu foncé
- une branche de céleri avec des feuilles
- 2 sacs en plastique transparents, 2 élastiques
- du papier essuie-tout

2. Comment procéder ?

1. L'eau et la plante

- Ajouter de l'encre dans un verre d'eau, y plonger la branche de céleri. L'observer régulièrement. Couper la branche transversalement après 4 à 5 jours. Que remarque-t-on ?
- En parallèle, avec un des sacs en plastique, enfermer hermétiquement une feuille attachée à la branche de céleri à l'aide d'un élastique. Enfermer juste de l'air dans l'autre sac et le fermer de la même façon. Les observer régulièrement. Que se passe-t-il sur leurs parois ?



2. Rôle des racines

Déposer de la terre dans un verre, la mélanger avec du sel, puis verser de l'eau pour obtenir une boue liquide. Tordre une bande de papier essuie-tout et la plonger dans ce mélange. Faire pendre l'autre bout au-dessus d'un verre vide. Au bout d'une heure, tremper le doigt dans l'eau qui s'est déversée dans ce verre. Quel goût a-t-elle ?

1.



© Florent d'Heilly

3.



© Florent d'Heilly

3. Quels résultats et interprétations ?

1a. Sur la branche de céleri, les feuilles sont tachées de points de couleur, et sur la tranche apparaissent des ronds rouges. L'eau colorée a donc été transportée par les petits tubes contenus dans la plante, appelés « vaisseaux capillaires ». Ce mode de transport d'un liquide est appelé capillarité.

1b. Des petites gouttes d'eau apparaissent à l'intérieur du sac qui entoure la feuille. Un peu de buée peut apparaître dans le second sac qui ne contient que de l'air. Cette buée est formée par l'air emprisonné, alors que les gouttes de l'autre sac, plus nombreuses, proviennent surtout de la feuille. L'eau s'évapore donc des feuilles dans l'air : c'est la transpiration de la plante. Ces gouttes d'eau sont transparentes : la plante a stocké les pigments colorés et restitué une eau pure.

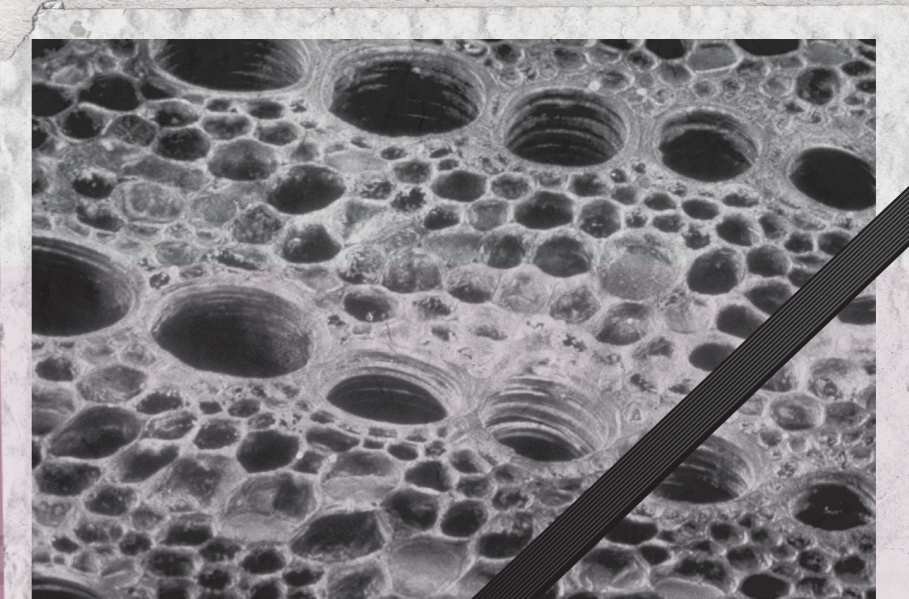
2. L'eau est salée ! Le papier (la racine) a absorbé l'eau contenue dans le sol, qui s'est déversée dans second verre (la plante). Dans son trajet, l'eau a entraîné avec elle tout ce qui pouvait passer par les trous minuscules du papier. C'est pourquoi nous ne retrouvons pas de terre, mais par contre le sel, dissous dans l'eau. De la même manière, les racines servent aux plantes pour absorber l'eau et différents minéraux du sol.

Les végétaux jouent un rôle important dans le cycle de l'eau.

La transpiration couplée au phénomène de capillarité permet à l'eau de circuler à travers les plantes et d'être évaporée dans l'atmosphère. La plante peut ainsi capter certains polluants et les stocker.

Coupe transversale de tige de tournesol, vaisseaux du xylème (échelle : 0,1 mm)

© BODET Christian / INRA



4. Pour en savoir plus

Sous les arbres et dans les bois, l'air ambiant est plus humide et la quantité de rayons lumineux est plus faible (en partie stoppés par les feuilles et réfléchis vers l'atmosphère). Ainsi, la température y est toujours plus fraîche qu'en plein soleil. Il en est de même à grande échelle ! Les forêts comme celle de l'Amazonie jouent un rôle important sur le climat local et mondial.

Elles régulent les températures et l'humidité localement, mais aussi les vents du globe et agissent sur la redistribution des précipitations entre les continents, grâce au fonctionnement de leur végétation.

Aujourd'hui, la déforestation de l'Amazonie (pour cultiver, exploiter le bois, le pétrole...) diminue la quantité de pluies des zones exploitées.

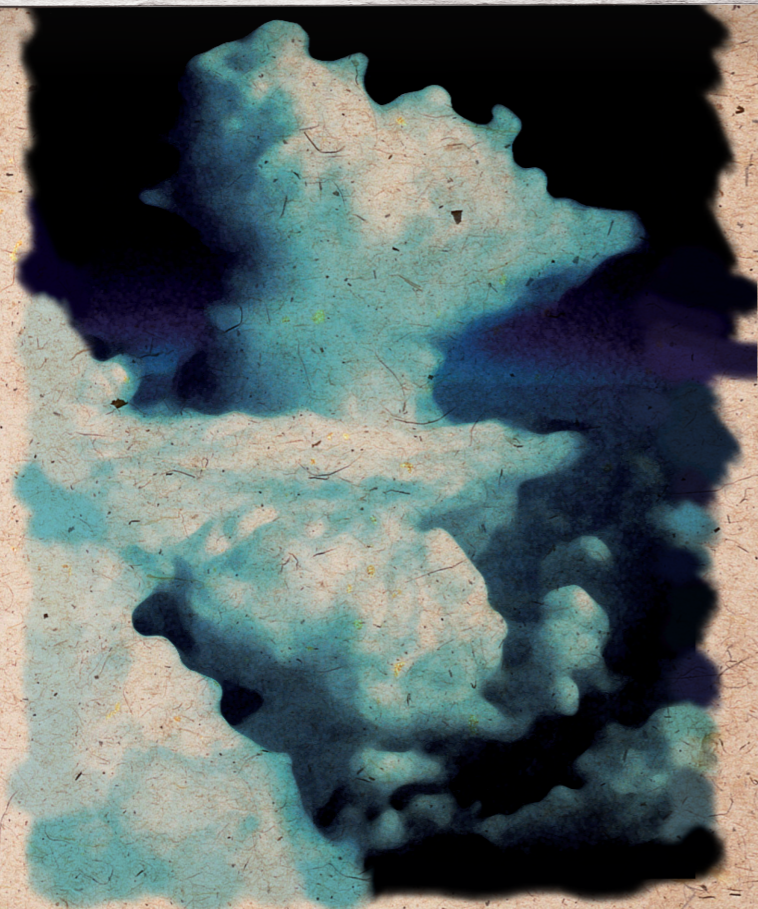
Le climat local devient de plus en plus sec et pourrait induire le dépérissement des forêts proches, alimentant ainsi un cercle vicieux : la diminution des surfaces forestières accentuerait localement la baisse d'humidité et la hausse des températures, avec pour résultat la disparition de la forêt amazonienne qui pourrait devenir une zone de steppe.

Les modèles climatiques des chercheurs qui prennent en compte cet effet prédisent une modification des précipitations allant jusqu'aux États-Unis, accompagnée d'une augmentation sensible de la température de la planète.

** (cf. livret/glossaire)*

*Cumulo-nimbus
en zone tropicale*

© CNRS photothèque - METZL Nicolas



*Parcours 3
Activité 8*

*Temps de l'activité : 3 heures
Activité en intérieur*

LE CLIMAT EN BOÎTE



Les changements climatiques affectent de manière significative les écosystèmes et la biodiversité* qu'ils hébergent. Par ailleurs, les écosystèmes et leur biodiversité, notamment végétale, contribuent à l'instauration de climats locaux. C'est par exemple le cas de la forêt amazonienne.*

L'Amazonie vue du ciel

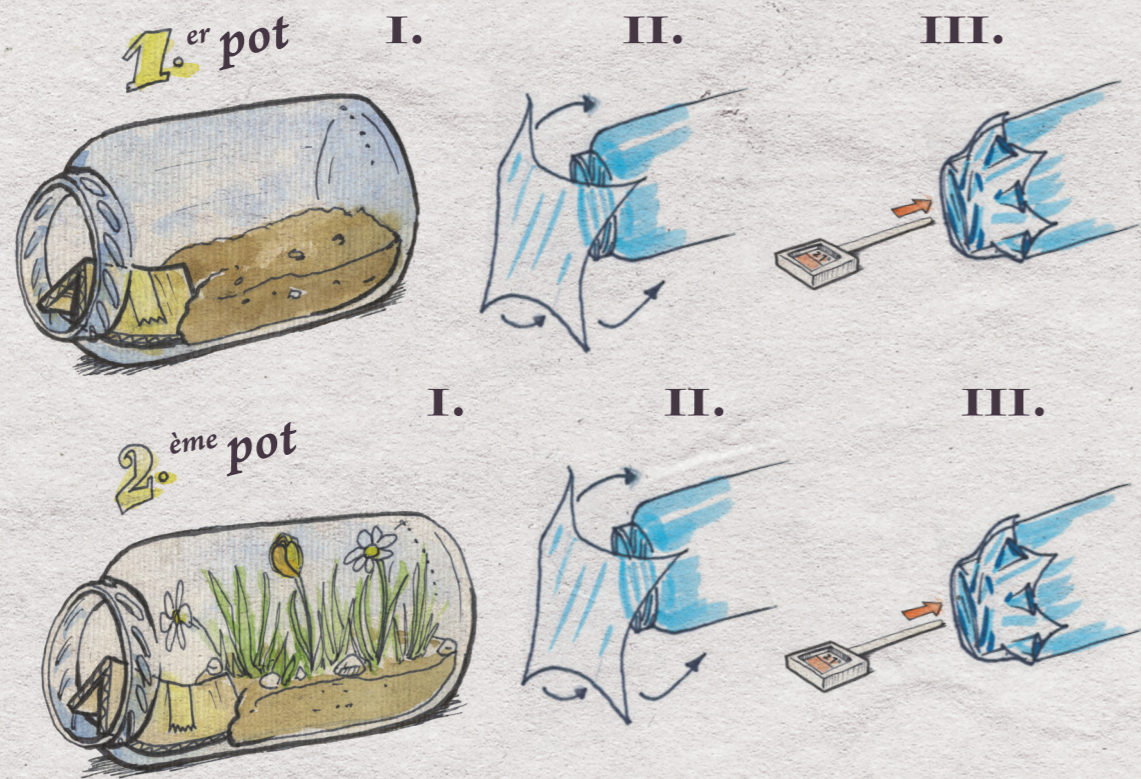
© IRD - C. Dejoux



COMMENT LA VÉGÉTATION AGIT-ELLE PRÉCISÉMENT SUR LE CLIMAT ?

I. Quel matériel ?

- 2 grands pots de confiture
- une lampe (100 W)
- un thermomètre de précision
- des petites plantes variées (tailles et espèces), de la mousse...
- du terreau humide
- des cailloux
- du film plastique, du carton
- expériences complémentaires (cf. livret p65-66)



2. Comment procéder ?

1. Réaliser un cache en carton sur la sonde du thermomètre de précision, pour l'abriter de la lumière.
2. Placer une couche de terreau de 4 cm dans chaque pot.
 - dans le 1^{er} pot, ne laisser que le terreau ;
 - dans le 2^{ème} pot, planter différents végétaux sur toute la surface et recouvrir les espaces de terre restant de petits cailloux.
3. Après avoir installé le cache en carton dans le 1^{er} pot, le fermer avec du film plastique, puis faire un petit trou pour enfiler la sonde du thermomètre.
4. Le placer au centre d'une source lumineuse située à une hauteur de 60 cm. Puis noter les températures toutes les 5 minutes durant une heure et faire une courbe de température (cf. livret p65).
5. Recommencer l'expérience pour le 2^{ème} pot en le plaçant exactement au même endroit (et même hauteur) sous la même lampe. Que remarque-t-on ?

3. Quels résultats et interprétations ?

Dans cette expérience, les bocaux symbolisent un sol nu (terre) et une forêt (plantes).

La température à l'intérieur du 1^{er} pot (terre) augmente plus rapidement que celle à l'intérieur du 2^{ème} pot (plantes). Nous observons de la condensation sur les parois des deux pots, bien plus forte dans le 2^{ème} pot.

La différence de température entre les deux pots est due à plusieurs phénomènes :

- la quantité de lumière (énergie) absorbée, qui est plus faible dans le pot avec végétation. En effet, une partie de la lumière est réfléchi (renvoyée) par la végétation qui absorbe moins la lumière que la terre, plus sombre. Or, plus la lumière (énergie) est absorbée, plus la chaleur est emmagasinée : la température augmentera donc plus vite dans le pot de terre (cf. livret p65-66) ;
- l'évaporation de l'eau et la transpiration des végétaux [transfert de l'eau du sol vers l'atmosphère à travers la plante (cf. P3-A7)], qui se manifestent par la présence de condensation sur les parois de verre et qui consomment de l'énergie. Ainsi, une partie de l'énergie de la lumière de la lampe servira à l'évaporation et la transpiration au lieu d'augmenter la température du pot.

La condensation sur les parois du 1^{er} pot provient de l'évaporation de l'eau présente dans la terre. La condensation sur les parois du 2^{ème} pot provient à la fois de l'évaporation de l'eau contenue dans la terre et de la transpiration des végétaux : on parle d'évapotranspiration, qui consomme de l'énergie et contribue donc à l'écart de température entre les deux pots.



4. Pour en savoir plus

Les innovations inspirées de la nature (on parle de biomimétisme) sont encore plus variées : l'écologie industrielle s'inspire du fonctionnement des écosystèmes* pour gérer au mieux énergie, déchets et matières premières. Les biologistes trouvent dans le fonctionnement des prairies de nombreuses idées pour continuer à cultiver des champs sans polluer et dégrader les sols.

Et l'on étudie de plus en plus les animaux à quatre ailes, libellules et papillons notamment, qui se jouent des turbulences. Des travaux sont aussi menés sur les comportements intelligents d'insectes sociaux (guêpes, fourmis, araignées).

Les chercheurs s'en inspirent pour concevoir et tester des applications dans des domaines très pointus de l'informatique de la robotique et des mathématiques !

À une autre échelle, les nanosciences* s'inspirent des atomes et molécules mais aussi de nos cellules et de leur fonctionnement pour tenter de fabriquer des machines fonctionnelles de la taille d'une bactérie ! Et à l'inverse, des architectes se mettent à rêver de cités écologiques entièrement végétales...

Cependant, il existe également des situations où les inventions humaines, non inspirées de la nature, se retrouvent dans cette dernière. Ainsi, le radar et le sonar fonctionnent d'une façon semblable à celle des systèmes de localisation de la chauve-souris et des cétacés, sans que les chercheurs s'en soient inspirés. Et parfois, le modèle de la nature ne fonctionne pas tout à fait : les avions n'ont pu décoller que lorsque les ingénieurs se sont affranchis de leurs modèles naturels.

* (cf. livret/glossaire)



Papillon de Guyane française
© TRD - N. Degallier



Temps de l'activité : 1 heure
Activité en intérieur et extérieur

DES INVENTIONS INSPIRÉES PAR LA NATURE



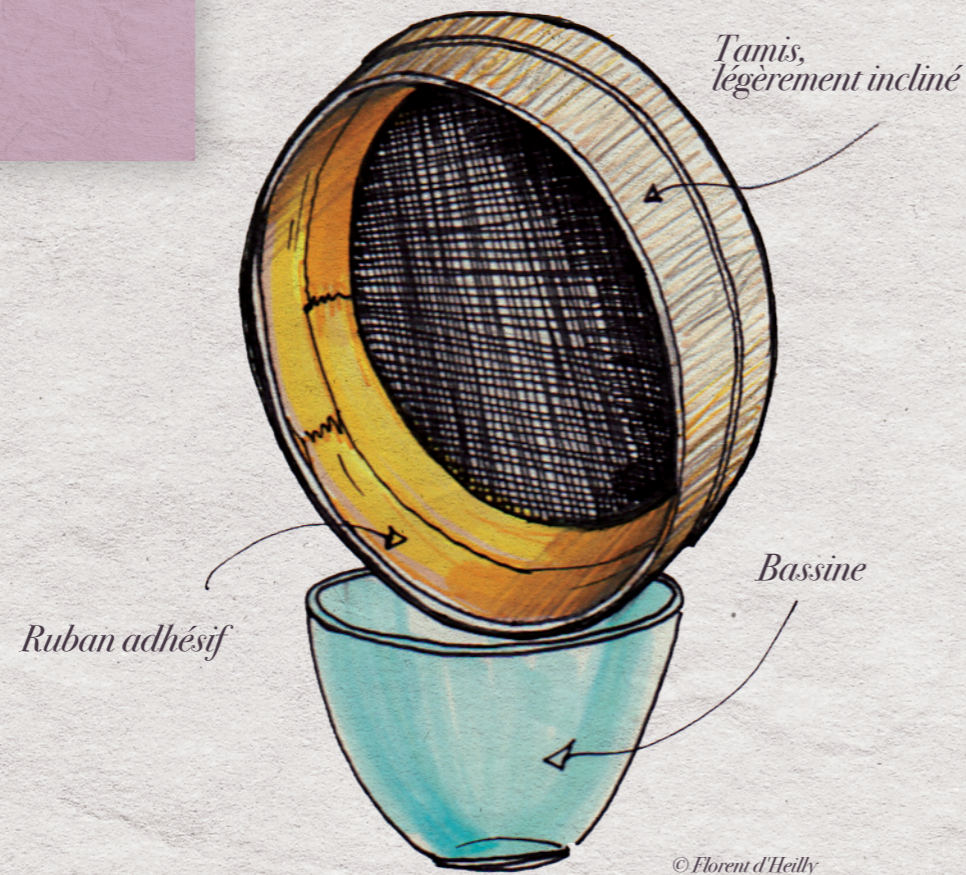
« Va prendre tes leçons dans la nature, c'est là qu'est notre futur », disait Léonard de Vinci au 15^{ème} siècle. Observant la nature, il imagina et fit des esquisses de différentes machines (machine à voler, sous-marin...) avec plusieurs siècles d'avance ! La nature est pour les humains une source d'inspiration formidable.



QUELLES INVENTIONS HUMAINES
LA NATURE A-T-ELLE INSPIRÉES ?

1. Quel matériel ?

- photos à découper et mélanger (annexe)
- des fleurs séchées de bardane
- du Velcro
- un tamis fin de chantier
- une grande bassine
- du ruban adhésif



2. Comment procéder ?

1. Pour chaque photo « invention humaine », retrouver la photo « nature » qui l'a inspirée (annexe).
2. Manipuler et observer le Velcro.
Sur quels modèles a-t-il été élaboré, selon vous ?
Observer ensuite les fleurs de bardane, les accrocher sur les vêtements.
3. Construire un filet « attrape brouillard » :
 - déposer du ruban adhésif sur le rebord intérieur du tamis (pas sur le filet) ;
 - placer ensuite le tamis légèrement incliné sur la bassine.Le laisser une nuit dehors, sur l'herbe. Le matin, après la rosée, que constate-t-on ?
Où ces filets sont-ils utilisés et dans quel but ?
Qu'est-ce qui a pu inspirer une telle invention ?

3. Quels résultats et interprétations ?

La nature inspire les chercheurs dans à peu près tous les champs de la connaissance et des technologies.

Ainsi, les chauves-souris, oiseaux et libellules ont servi de modèle pour les premiers avions, et les formes des poissons ont inspiré les sous-marins et les torpilles. Le Velcro fut inventé grâce à la fleur de bardane et l'aérodynamisme du TGV japonais fut inspiré du martin-pêcheur, oiseau connu pour sa vitesse de pénétration dans l'eau. De même, de l'observation des gouttelettes d'eau (rosée ou brouillard) sur les arbres allait naître les filets « attrape-brouillard » utilisés pour récolter l'eau dans des villages de zones désertiques.

Aujourd'hui, les applications deviennent très pointues. Nombreux matériaux alliant solidité et légèreté (transports, satellites...) sont constitués en pavage hexagonal comme celui des nids d'abeilles.

Les chercheurs s'intéressent aux fils d'araignées dont la résistance mécanique à l'élongation est bien supérieure à celle des fibres synthétiques.

La nature inspire aussi les technologies d'énergie verte !

Ainsi, l'observation du système de ventilation passive des termitières cathédrales a mené à la construction de bâtiments à régulation thermique naturelle.

Et des systèmes innovants transforment l'énergie des vagues et des courants en électricité, en imitant les mouvements d'algues sous-marines et ceux de la queue du requin et du thon.

Forêt de nuages et gouttes de rosée
© CNRS Photothèque - DELHAYE Claude

