

Table des matières

Chronologie	10
Introduction	16
La zoologie	20
L'apparition des animaux.....	21
La première partie de l'Histoire de la vie.....	21
La deuxième partie de l'Histoire de la vie.....	23
Le travail avec la Ligne du temps.....	25
Dernière remarque à propos des Grands récits.....	26
Le développement des animaux.....	28
Apprendre à mesurer plus scientifiquement.....	28
Les chaînes alimentaires.....	32
Les êtres vivants, leur environnement et l'action de l'homme.....	37
Les déséquilibres dans une chaîne alimentaire.....	42
La reproduction des animaux.....	45
La classification des êtres vivants	63
La classification des animaux.....	64
La familiarisation avec les attributs des nouveaux groupes.....	67
La découverte des attributs.....	70
La présentation des attributs.....	71
La « mise en boîtes » des animaux.....	79
La découverte d'un nouvel attribut : la cellule.....	92
L'observation de cellules végétales.....	94
L'utilisation du microscope.....	94
L'observation d'êtres vivants unicellulaires.....	97

Les différents constituants de la cellule.....	99
Faire un dessin d'observation.....	100
La place de l'attribut « cellule » dans la classification.....	101
La botanique	103
Les algues.....	103
Les fougères.....	104
La croissance des végétaux verts.....	106
Les bourgeons.....	110
La dissection d'un bourgeon à écailles.....	110
Le réveil des bourgeons ou débourrage.....	111
Les besoins des plantes vertes.....	112
La reproduction sexuée des plantes à fleur.....	115
Les fruits.....	120
Les différentes parties d'un fruit.....	122
Les cartes de nomenclature du fruit.....	125
Les différents types de fruits.....	127
La dispersion des graines.....	131
La reproduction asexuée des végétaux.....	133
La classification des végétaux.....	135
La photosynthèse.....	140
Les organes respiratoires des végétaux.....	144
Le sol	146
Les propriétés du sol.....	147
La dégradation de la matière organique dans le sol.....	149
Les êtres vivants du sol.....	152

Les champignons	155
Les différentes parties d'un champignon	158
Le cycle de vie d'un champignon	161
Le corps humain	165
Le récit du Grand fleuve.....	166
Le ministère du mouvement.....	168
La maquette du bras	169
Ce qui se passe dans les muscles	171
Le ministère de l'alimentation	175
Les différents organes	175
L'ingestion, le mouvement des aliments	178
Les besoins alimentaires	179
La digestion : des aliments aux nutriments	184
L'absorption.....	190
Le système digestif complet et son fonctionnement	192
Le ministère de l'air	193
Ce qui se passe quand on respire.....	194
Les gaz de l'air que l'on utilise pour respirer.....	195
Le ministère des transports.....	197
Les différents organes du système circulatoire.....	198
Le cœur.....	199
Du sang dans tout le corps	202
Le trajet du sang dans le corps	202
Le transport des déchets.....	204
Le transport des gaz respiratoires	205
Les cellules du sang	207
Le ministère de l'épuration	208
Le ministère de la reproduction.....	211

Les différents organes	211
Les différentes cellules.....	214
Le gouvernement.....	216
Ce que l'on perçoit et comment on réagit	216
Les différents organes	218
Le ministère de la défense	221
La chimie	222
Miscible / non miscible	223
Soluble / insoluble	224
Le cycle de l'eau.....	226
Explorer l'infiniment petit	231
Atomes et molécules	232
Les molécules	235
Les réactifs.....	236
L'eau iodée.....	236
L'eau de chaux	237
La combustion	237
L'eau.....	239
Réaliser des mélanges.....	240
La filtration	240
L'oxydation du fer	241
La géologie	243
Le grand récit de l'histoire de la Terre.....	243
Les planètes et les étoiles	244
La Terre : une planète tellurique	245
Toutes sortes de roches.....	247
Le lieu de récolte	247

L'aspect de la roche	247
Le classement par niveau de dureté	248
L'histoire de chaque roche	248
Quelques activités sur les roches	249
Les fossiles	252
Les mouvements tectoniques et l'activité sismique	253
Les volcans	256
L'origine de la remontée du magma	258
Les différents types d'éruption	260
Conclusion	264

*« Aucune description, aucune image d'aucun livre ne peuvent remplacer la vue réelle des arbres dans un bois, avec toute la vie qui se déroule autour d'eux. »
Maria Montessori*

Introduction

Avant de commencer, nous voudrions vous donner quelques précisions au sujet de ce livre, de son « mode d'emploi » et de notre démarche.

- Dans ce livre, même si du matériel est préconisé, et souvent nécessaire, nous n'oublions jamais que l'enfant doit être relié à la nature. Il ne faut jamais perdre une occasion de travailler à partir du réel.

Nous vous invitons à multiplier les sorties. En offrant à l'enfant¹ la possibilité de se connecter à la nature, vous lui permettez de prendre conscience de son appartenance au monde du vivant. Or l'enfant qui nous concerne dans ce livre est celui qui, selon Maria Montessori, devient capable, à peu près vers 6 ans, de se décentrer pour mieux observer ce qui l'entoure et pour imaginer ce qui est plus lointain dans le temps et dans l'espace, et même ce qui existe au-delà de notre planète ou dans le passé très lointain. Donner à l'enfant l'occasion de découvrir tout cela, c'est ce que Maria Montessori appelait « l'éducation cosmique ». C'est dans cet esprit d'éducation globale que s'inscrit notre livre. L'enfant doit pouvoir découvrir qu'il fait partie d'un tout, interdépendant, ce qui entraîne naturellement la curiosité, l'envie de connaissance et le respect de tout ce qui compose notre univers.

1. Comme dans le livre des petits, pour plus de facilité, nous parlons d'un seul enfant. Mais toutes les activités sont bien évidemment réalisables avec un petit groupe ou une classe entière.

- Ce livre se distingue un peu des autres de la collection Pas à Pas, dans la mesure où le matériel de Sciences prévu par Maria Montessori pour les 6-12 est très succinct. Elle a certes abondamment pensé et exposé l'esprit dans lequel cela devrait être fait, à travers « l'éducation cosmique » pour les plus de 6 ans. Mais elle n'a pas écrit à proprement parler sur les activités d'enseignement des Sciences et n'a pas inventé de matériel séquencé, comme elle l'a fait pour le calcul, les mathématiques, l'écriture, la lecture, la grammaire. Et personne n'a encore prolongé son travail de façon systématique dans ce domaine. Ce livre contient donc non seulement les consignes et les explications pas à pas pour vous guider dans votre travail mais aussi du matériel inventé dans l'esprit montessorien.
- Certaines parties du livre vous sembleront peut-être trop riches pour des enfants même jusqu'à 12 ans. Nous avons toujours fait le choix d'en mettre plus que pas assez, pour vous laisser la possibilité d'adapter votre travail aux enfants avec lesquels vous travaillez.
- Nous parlerons non seulement de zoologie, de botanique, de biologie, mais aussi de géologie et de chimie. Le tout dans l'esprit habituel de la collection Montessori Pas à Pas : la pédagogie active, le respect de l'enfant et de ses rythmes, l'importance du sensoriel et de l'expérience, la nécessité de ne pas brûler les étapes pour que l'enfant ait réellement la possibilité de faire siennes, avec plaisir et curiosité, toutes les notions abordées.
- Dans les présentations, vous pourrez voir que nous ne proposons plus seulement à l'enfant de reproduire les gestes et les démarches que vous lui montrez, comme c'était le cas jusqu'à présent. Il s'agit désormais qu'il devienne un explorateur capable de raisonnement, comme le préconise Maria Montessori pour cet âge¹.

1. Nous vous invitons à lire De l'enfant à l'adolescent. Maria Montessori. Desclée de Brouwer.

De la même façon, nous vous conseillons vivement de laisser de plus en plus l'enfant faire ses propres essais. Cela fait partie du tâtonnement expérimental¹ nécessaire à toute initiative – et éventuellement découverte – dans le domaine scientifique.

- La chronologie que nous vous proposons permet de traiter les notions selon un ordre logique en respectant l'ordre des découvertes et des apprentissages nécessaires pour comprendre chaque fois la suite. Cependant si l'enfant a des questions ou rencontre un élément particulier l'amenant à s'interroger sur un phénomène que vous choisirez de traiter, ce n'est pas grave. Il faudra simplement veiller à reconstruire une chronologie en adéquation avec les demandes de l'enfant en respectant une logique dans l'enchaînement des activités comme nous l'avons fait. Par exemple, vous pouvez parler de la cellule à l'enfant à propos de l'apparition de la vie sur Terre ou, plus tard, quand vous aborderez la classification, au moment de montrer que le point commun de tout ce qui est vivant est d'être constitué de cellules (même les unicellulaires !)
- Ce livre est la suite du *Montessori Pas à Pas – Sciences 3-6 ans*. Il prolonge la démarche et reprend l'utilisation d'un certain nombre de matériel déjà présenté. Si l'enfant avec lequel vous travaillez n'a pas commencé par les activités de 3-6 ans, nous vous conseillons de revenir sur certaines d'entre elles car elles constituent des prérequis importants. Tout cela procède d'une progression étudiée pour que l'enfant intègre de façon très solide des notions de base qui lui serviront tout au long de la part scientifique de ses études.

Nous faisons également fréquemment référence à d'autres livres de la collection : les Lignes du temps et les Grands récits, qui sont complémentaires et cohérents avec cet ouvrage et participent d'un tout que Maria Montessori appelait « l'éducation cosmique ». Nous reviendrons sur ce sujet un peu plus loin.

1. L'expression est empruntée à Célestin Freinet met peut tout à fait s'appliquer à la pédagogie montessorienne à partir de 6 ans.

Nous vous invitons aussi à vous référer à d'autres ressources, comme internet ou une bonne encyclopédie, avec l'enfant lui-même, qui apprendra ainsi à comparer les sources, à s'informer par lui-même, à exercer son esprit critique. A ce sujet, veuillez toujours à utiliser des documents très actuels et justes, notamment pour tout ce qui a trait à l'évolution du vivant et à la classification phylogénétique. Force est de constater que si les ressources numériques peuvent être d'une grande richesse, il y a aussi beaucoup d'erreurs et d'idées fausses.

- Comme les thèmes abordés sont parfois un peu complexes, il nous a semblé nécessaire, de temps en temps, de vous fournir, en introduction de certains chapitres, des informations théoriques un peu poussées, de manière à vous permettre de bien maîtriser vous-même le sujet pour mieux l'expliquer ensuite à l'enfant et pour pouvoir répondre à ses questions s'il en pose.

Cependant, il arrivera peut-être des moments où l'enfant curieux vous posera des questions auxquelles vous ne saurez pas répondre. Ce n'est pas grave. Nul n'est infailible et vous n'êtes pas forcément une spécialiste¹ des sciences. L'essentiel est que l'enfant comprenne que les adultes ne savent pas forcément tout, que cela ne remet pas en cause la fiabilité de leur jugement et que, en revanche, vous-même avez envie de savoir. Vous allez rechercher ensemble la réponse. C'est aussi une part de l'éducation de l'enfant que de lui montrer que la curiosité et l'apprentissage permanent sont des richesses.

1. De la même façon que nous avons pris le parti de ne parler que d'un enfant pour plus de facilité, nous choisissons, pour une fois, de nous adresser à notre lectorat au féminin car nous savons la grande majorité d'éducatrices Montessori, de mères qui font l'école à la maison, de professeures des écoles... Nous espérons que les messieurs ne nous en tiendront pas rigueur et le prendront avec humour.

S'il vous sollicite, accompagnez l'enfant dans sa première construction mais le livret est organisé de telle façon qu'il peut le faire seul. Vous devrez cependant lui préciser que le livret contient des données qui ne sont fournies qu'à titre d'exemple et qu'en aucun cas, il n'aura à les utiliser. Le livret traite du suivi de la croissance d'une lentille, parce qu'on ne peut pas construire de graphique sans données mais celles qu'il devra utiliser sont bien celles qu'il a lui-même prises, notées dans son carnet de bord et utilisées pour remplir son tableau.

Prolongement

L'enfant pourra renouveler ce genre d'expérience autant de fois qu'il le souhaite, tant que l'animal est respecté. Il peut aussi entamer une correspondance ou des échanges avec d'autres enfants ou des écoles qui ont réalisé ce type de mesure, pour effectuer des comparaisons.

Les chaînes alimentaires

Lors des activités de tri carnivore/herbivore/omnivore du livre de Sciences 3-6 ans, nous vous avons proposé des cartes de nutrition des animaux, pour que l'activité de tri ne soit pas simplement un exercice de mémorisation. Vous allez pouvoir réutiliser ces cartes ainsi que les vignettes que vous avez composées pour « nourrir » les animaux avec les différents aliments qu'ils consomment.

Il s'agit ici de comprendre que les animaux mangent d'autres animaux, qui eux-mêmes mangent d'autres animaux ou des végétaux, etc. et que ces relations alimentaires au sein des écosystèmes constituent des chaînes voire des réseaux alimentaires. Cette activité introduit un symbole : une flèche jaune qui signifiera « est mangé par ». C'est une première approche pour la réalisation de schémas, très utilisés en sciences. Nous vous proposons deux versions de cette activité, une simple (1^{re} série de cartes) et une un peu plus complète (2^e série de cartes).

Le matériel

- 1^{re} série de cartes « aliments » et « animal » : herbe, lapin, renard.
- 2^e série de cartes « aliments » et « animal » : blé, criquet, musaraigne, couleuvre de Montpellier.
- Deux flèches jaunes (7 cm x 2 cm environ) pour la 1^{re} série et quatre flèches jaunes pour la 2^e série.
- Les cartes de nutrition du lapin et du renard pour la 1^{re} série (cartes qui montrent l'animal et quelques aliments qu'il consomme - Voir dessin).
- Les cartes de nutrition de la couleuvre de Montpellier, du criquet et de la musaraigne pour la 2^e série (voir dessin).
- Un schéma des deux chaînes alimentaires, celle qui aboutit au renard et celle qui aboutit à la couleuvre de Montpellier, avec mention de la signification du symbole utilisé : la flèche = « est mangé par ».



La présentation

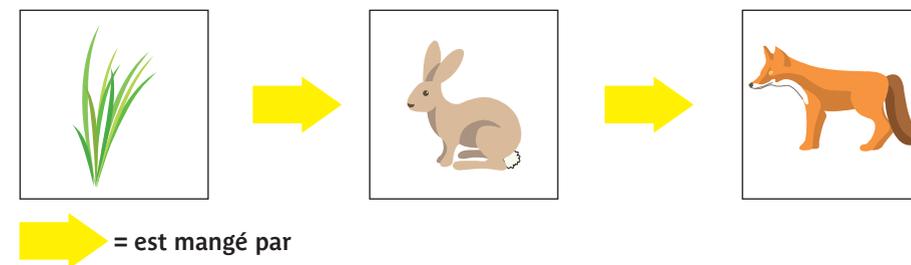
Expliquez à l'enfant que vous allez poursuivre le travail sur la nutrition des animaux qu'il a déjà fait, en essayant de comprendre comment, dans la nature, chacun arrive à trouver de quoi se nourrir. Montrez-lui les cartes de nutrition du renard et du lapin. Prenez la carte du renard, et demandez ce qu'il mange. On peut voir qu'il mange du raisin, des musaraignes, des sauterelles, des lapins, des pommes. Faites la même chose avec la carte de nutrition du lapin. On peut voir qu'il mange par exemple du chou, des carottes, du blé, des herbes diverses.

Demandez à l'enfant comment on peut qualifier le régime alimentaire du renard et celui du lapin. Il se souviendra sans doute que comme le renard consomme à la fois des animaux et des végétaux, on peut dire qu'il est omnivore, alors que le lapin ne consomme que des végétaux, donc il est herbivore. Soyez vigilante sur la formulation de ces réponses, cela peut paraître anodin mais autant prendre les bonnes habitudes le plus tôt possible. Si l'enfant vous dit qu'il est herbivore parce qu'il ne mange que des végétaux, il n'utilise pas le DONC, témoin d'un raisonnement scientifique déductif : observation > déduction. Vous devrez toujours l'inviter à renseigner d'abord les arguments (qui résultent de l'observation) puis la réponse (qui en découle) : « Le lapin ne mange que des végétaux. Il est donc herbivore. ». Veillez également à faire de même. Les « car » et les « parce que » sont à proscrire parce qu'ils font construire la phrase à l'envers du raisonnement.

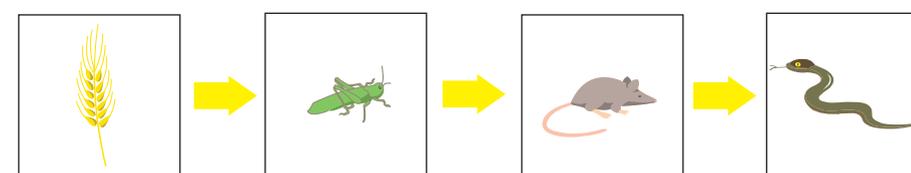
Montrez ensuite la flèche jaune à l'enfant et expliquez-lui que c'est un symbole qui représente une action. Beaucoup de symboles sont utilisés en sciences pour représenter un mécanisme de façon schématique sans alourdir la représentation avec de nombreuses annotations. En pédagogie Montessori, l'enfant est déjà familiarisé avec les symboles, pour la nature des mots par exemple. Aussi cela ne devrait lui poser aucun problème. Cette flèche veut dire « est mangé par ».

Posez la flèche devant l'enfant. Posez la carte du lapin à gauche de la flèche puis celle du renard à sa droite. En suivant avec l'index et en insistant au moment de montrer la flèche, dites « Le lapin – est mangé par – le renard ». Faites l'opération à

nouveau, cette fois-ci avec les cartes du lapin et des herbes. Puis proposez à l'enfant d'essayer à son tour, en utilisant les trois cartes et les deux flèches. Il pourra vérifier son travail avec la chaîne alimentaire complète. Vous préciserez bien à l'enfant que lorsque l'on utilise des symboles dans un schéma, on doit indiquer leur signification.

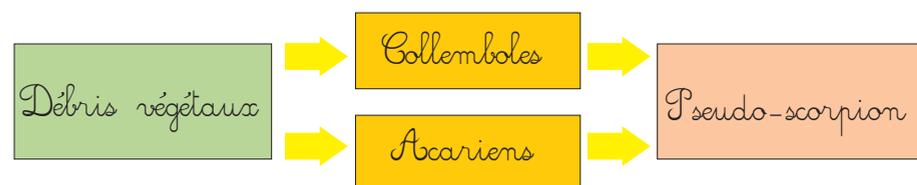


Il est possible qu'il fasse le schéma suivant : renard > lapin > herbes. S'il rectifie de lui-même et ne commet pas la même erreur avec d'autres cartes, n'insistez pas. Dans le cas contraire, remontez-lui que la flèche signifie « est mangé par » et non « mange ». Dites à l'enfant que les schémas qu'il vient de faire, avec les flèches, les « mangeurs » et les « mangés », s'appellent des chaînes alimentaires. « Chaîne » parce que chaque élément est lié aux autres comme les maillons d'une chaîne. Et « alimentaire » parce qu'on parle des aliments, de ce qui sert à se nourrir, à s'alimenter. Une fois que l'enfant a assimilé le principe, demandez-lui de recommencer (cela peut être fait un autre jour) avec la 2^e série de cartes. Il devrait arriver à construire la chaîne alimentaire : blé > criquet > musaraigne > couleuvre de Montpellier. Il pourra vérifier son travail avec la chaîne alimentaire.



Les prolongements

La diversité des chaînes alimentaires que vous pouvez traiter est immense et vous pouvez aussi faire des réseaux selon les écosystèmes (un animal peut en manger plusieurs autres). Dans un premier temps au moins, essayez de toujours partir d'un végétal et faites-le remarquer à l'enfant. Les végétaux sont à la base de toutes les chaînes alimentaires, ils sont donc essentiels. Ce sont des producteurs primaires (voir la croissance et les besoins des végétaux p. 106). Après avoir vu par exemple la microfaune du sol, l'enfant pourra faire le réseau suivant :



Vous pourrez ensuite proposer des activités qui montrent que des déséquilibres peuvent exister au sein des réseaux alimentaires (Voir p. 32).

Il se peut aussi que l'enfant vous demande « Et les végétaux, ils se nourrissent de quoi ? », ce sera alors l'occasion de travailler sur la nutrition végétale (voir p.112). Cela s'inscrit entièrement dans une démarche expérimentale : **il observe** que les végétaux servent d'aliments aux animaux, **il se questionne** : de quoi se nourrissent les végétaux... etc.

Les êtres vivants, leur environnement

La répartition des êtres vivants dans leur environnement

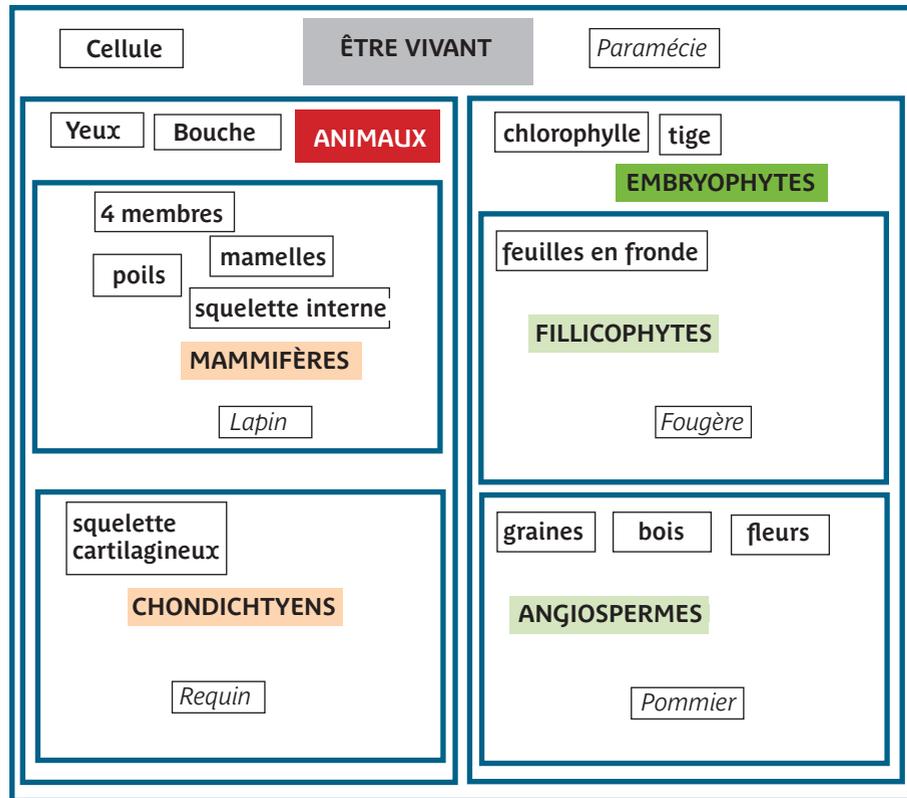
Cette activité se fait lors de sorties dans la nature. Repérez, avant la sortie, deux lieux, si possible assez proches l'un de l'autre, qui présentent des caractéristiques différentes. Forêt/clairière, espace ombragé/espace ensoleillé, une marre/une cour. Vous allez ainsi commencer à construire la notion d'écosystème dont la constitution dépend des besoins des êtres vivants. Nous nous concentrons ici sur le peuplement animal, mais vous pourrez faire la même chose pour l'étude du peuplement végétal. En dernier ressort, si vous pensez ne pas avoir facilement l'occasion de faire beaucoup de sorties, étudiez les deux en même temps.

Le matériel

- Un thermomètre digital ou traditionnel,
- un luxmètre,
- un hygromètre,
- un petit cahier d'observation,
- une loupe.

La présentation

Demandez à l'enfant si, à son avis, on voit toujours les mêmes êtres vivants dans un même lieu. Si vous vivez proches de la campagne ou si vous avez déjà fait de nombreuses sorties, il aura peut-être fait des observations qui lui permettront de répondre : les escargots sont plus visibles après la pluie, on ne voit pas de guêpe en hiver, on n'entend chanter les cigales que l'été, etc. Si vous pensez qu'une question aussi ouverte peut mettre l'enfant en difficulté parce qu'il n'a pas souvent l'occasion d'observer la nature, commencez plutôt en annonçant que vous allez



La botanique

Dans le Grand récit sur l'Histoire de la vie, il est question de fougères, d'algues et de la diversification des végétaux. L'enfant a appris à différencier le monde animal et le monde végétal. Il a exploré les différentes parties des végétaux herbacés et des arbres avec les puzzles, les cartes de nomenclature et au cours de ses nombreuses sorties dans la nature. Il s'agit ici d'approfondir sur les fonctions que les végétaux partagent avec les animaux (croissance, nutrition, reproduction, respiration) mais aussi de découvrir celle qui leur est propre : la photosynthèse.

Mais avant de passer à cela, nous devons faire une parenthèse sur deux types de végétaux que l'enfant n'a pas encore étudiés mais qu'il a certainement rencontrés et sur lesquels il a peut-être déjà posé des questions : les algues et les fougères.

Les algues

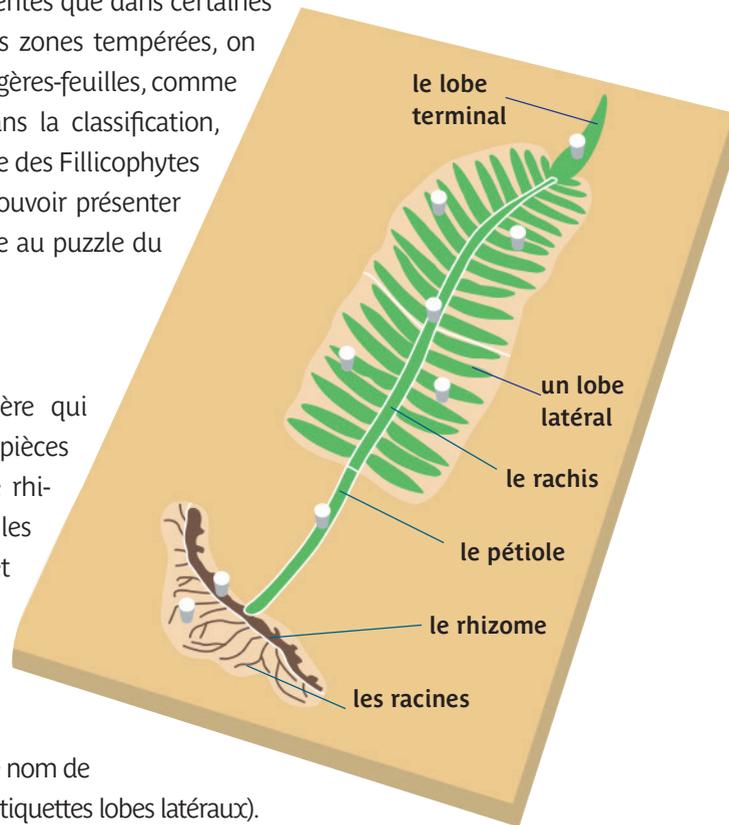
Les algues ont des caractéristiques qui les différencient des autres végétaux. Or ces caractéristiques sont trop compliquées à expliquer à des enfants même de 12 ans. Aussi, nous vous recommandons de ne pas en parler pour le moment dans le travail sur la classification des végétaux. Le terme d'algues regroupe d'ailleurs des êtres vivants qui ne sont plus tous classés dans les mêmes groupes selon la nouvelle classification et c'est en réalité un groupe qui n'existe plus en tant que tel.

Les fougères

Les fougères sont des végétaux assez présents dans les sous-bois. Elles ont besoin d'humidité et de peu de lumière pour vivre et se développer. L'enfant en a sûrement croisé lors de ses sorties. Vous pouvez les lui présenter en détails dès 6 ans. Dites-lui qu'il s'agit d'un végétal qui existe depuis très longtemps et qu'au Permien, elles étaient même géantes. Aujourd'hui les fougères-arbres (ou fougères arborescentes) ne sont plus présentes que dans certaines forêts tropicales. Dans les zones tempérées, on ne rencontre que des fougères-feuilles, comme le polypode vulgaire. Dans la classification, elles font partie du groupe des Fillicophytes (voir p.102). Vous allez pouvoir présenter la fougère à l'enfant grâce au puzzle du polypode vulgaire.

Le matériel

- Le puzzle de la fougère qui comprend les différentes pièces suivantes : les racines, le rhizome, le pétiole, le rachis, les lobes latéraux (4 pièces) et le lobe terminal.
- Un schéma muet et un schéma légendé du puzzle.
- Des étiquettes portant le nom de chaque pièces (il y aura 4 étiquettes lobes latéraux).



La présentation

Vous présenterez ce puzzle à l'enfant comme les autres puzzles de botanique (voir le livre des 3-6 ans). Indiquez-lui que la fougère a une particularité : ce qu'il peut prendre pour une grosse racine est en fait une tige souterraine que l'on appelle rhizome, et ce qu'il prend sans doute pour la tige est en fait le pétiole. La partie visible, aérienne, de la plante est donc la feuille. Il connaît le nom des feuilles grâce au travail effectué avec les tiroirs de botanique, aussi pourra-t-il observer que celle de la fougère est une feuille composée dont les lobes sont opposés. Enlevez toutes les pièces et déposez-les sur le tapis à côté du fond de puzzle en bois. Placez ensuite la pièce des racines en disant : « Ce sont les racines, elles permettent à la plante de s'ancrer dans le sol et d'y puiser l'eau et la nourriture dont la fougère a besoin ». Puis placez la pièce du rhizome en disant que c'est la tige de la plante et qu'elle est souterraine. Placez ensuite le pétiole, le rachis, les lobes latéraux et le lobe terminal. Montrez à l'enfant que cet ensemble représente le limbe tel qu'il l'a étudié avec le matériel sur la feuille (puzzle et cartes de nomenclature). Laissez ensuite l'enfant faire le puzzle seul en plaçant les pièces sur son socle ou sur le schéma muet, en mettant les noms de chaque pièce avec les étiquettes et en vérifiant son travail à l'aide du schéma renseigné.

Les prolongements

Vous montrerez à l'enfant les amas de sporanges visibles sur la face inférieure des feuilles de fougères. Ces sporanges contiennent des spores qui sont les outils de reproduction de la plante. Les fougères ne se reproduisent donc pas de la même façon que les autres plantes. Elles n'ont pas de fleurs et donc pas de graines. Ce sont des plantes à spores. Si l'enfant s'interroge sur la différence entre spore et graine, vous pouvez préciser que la spore est unicellulaire, ce qui n'est pas le cas de la graine. Proposez à l'enfant d'observer un sporange de fougère au microscope (à la fin de l'hiver et au printemps). Il suffira de prélever quelques sporanges délicatement et de les déposer entre lame et lamelle avec une goutte d'eau. L'enfant pourra constater

que les sporanges sont des petits « sacs » à spores et que les spores sont des éléments unicellulaires. N'entrez pas plus dans le détail pour le moment. Ce serait trop compliqué pour l'enfant.

La croissance des végétaux verts

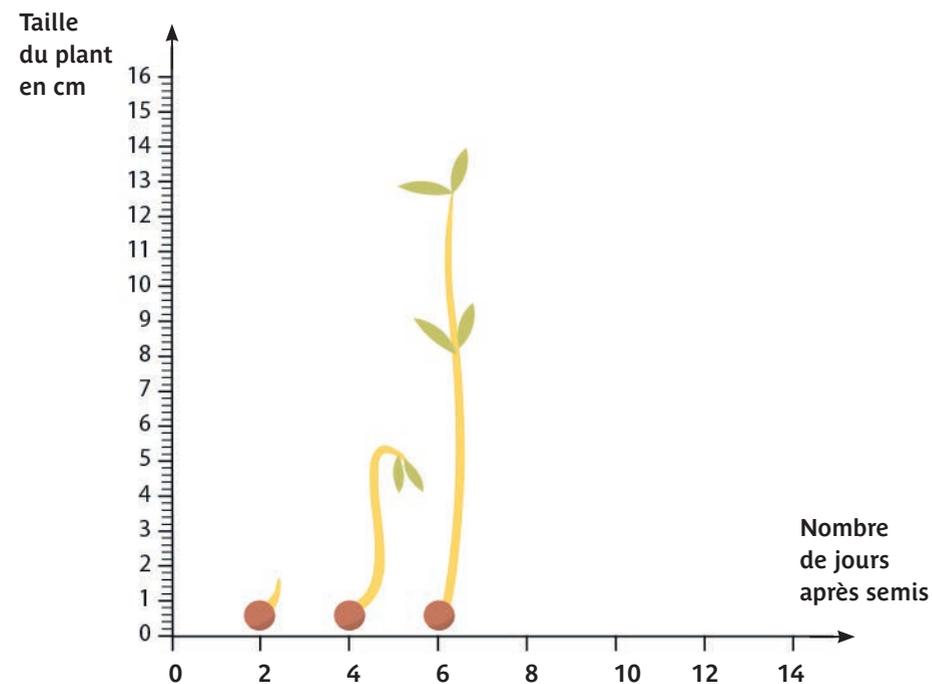
Nous partons du principe que l'enfant a déjà travaillé sur le cycle de l'arbre et a découvert les différentes étapes en réalisant des cultures de fèves, de tomates cerises ou en fabriquant un bateau à graines¹. Il a pu mettre en évidence la croissance des végétaux. Il s'agit ici de mesurer cette croissance, de la chiffrer et d'exprimer les résultats sous la forme scientifique appropriée. Vous profiterez de l'expérience pour vérifier que l'enfant se souvient bien de ce qui se passe au niveau de la graine, de la plantule, des cotylédons, etc. et qu'il n'a pas oublié le vocabulaire. La culture de lentilles se prête particulièrement à cette expérience, puisque les semences sont faciles à trouver et la culture n'est pas très exigeante. Mais vous pouvez aussi semer du gazon, de l'herbe à chat (que l'on trouve facilement en animalerie) ou du blé.

Le matériel

- Une soucoupe ou une petite coupelle plate avec des rebords.
- Du coton.
- 2 ou 3 cuillères à soupe de lentilles sèches.
- Un petit arrosoir ou une petite bouteille d'eau.
- Un carnet de suivi de la croissance du végétal, que l'enfant peut fabriquer lui-même en pliant une feuille A4.
- Une règle.

1. Voir le livre Montessori pas à pas / Sciences 3-6 ans. ecole-vivante.com

- Une trame de graphique (Voir croquis ci-dessous). L'axe des ordonnées est gradué en cm, tous les centimètres doivent être indiqués et l'échelle doit être respectée. 1 cm sur l'axe représente 1 cm réel. Finissez les axes par des flèches et notez la légende du graphique : Taille du plant de lentille (cm). En ordonnée, vous mettez autant de points que l'enfant a réalisé de mesures. Espacez bien les points car l'enfant devra coller le pied de lentille prélevé et séché à chaque mesure. Au bout de l'axe des abscisses, indiquez, à côté de la flèche, « Nombre de jours après le semis ».



La présentation

Présentez le matériel à l'enfant et demandez-lui s'il a une idée de la façon dont il pourrait réaliser une culture de lentilles avec ce matériel. A un plus jeune enfant, on commencerait par montrer ce qu'il faut faire. Mais à l'âge qui nous intéresse ici,

faisait très envie (vous pourrez choisir un exemple récent vécu par l'enfant), cela génère une énergie de frustration. Il peut la gérer si elle n'est pas trop importante mais si les frustrations ou les contraintes s'accumulent, c'est différent. Le moment vient où il libère toute cette énergie et c'est alors comme pour le séisme : ça explose en colère, en cris, en pleurs.

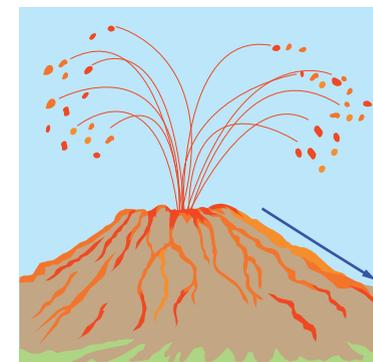
- L'enfant recherche des informations sur des séismes historiques qui ont eu lieu dans sa région, en France en général ou dans le monde. Il en mesure les différents impacts, humains, matériels, financiers.
- Pour les plus équipés, vous pourrez même enregistrer des ondes sismiques avec un capteur piézométrique et un logiciel simple et gratuit « Audacity ».

Les volcans

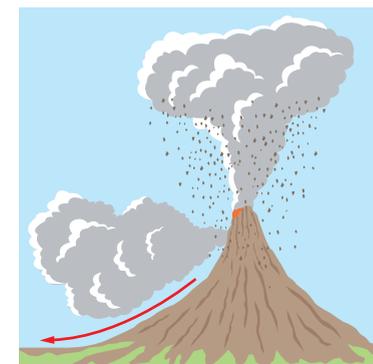
Le volcanisme est l'une des manifestations les plus évidentes de l'activité interne de la Terre. L'enfant a vu que l'intérieur de la Terre est constitué d'un noyau interne, solide, et d'un noyau externe liquide et extrêmement chaud. Cette chaleur est responsable de mouvements à l'intérieur du manteau et du déplacement des plaques tectoniques au niveau de la croûte terrestre. L'enfant va découvrir ici qu'elle est aussi responsable de la remontée de la lave. Il pourra ensuite partir à la découverte des différents types d'éruption et comprendre pourquoi toutes ne se ressemblent pas. Avant de faire les activités décrites plus bas, montrez à l'enfant des images et des vidéos d'éruptions volcaniques. Veillez à en montrer de différents types (effusif, par exemple pour le Piton de la Fournaise, sur l'île de la Réunion, et explosif, comme pour le Krakatoa, en Indonésie). Reprenez la carte des volcans du monde et laissez l'enfant rechercher les endroits où les éruptions qu'il a vues sur les vidéos ont eu lieu. Si des questions émergent à ce moment-là, notez-les et vous pourrez y revenir plus tard pour y répondre grâce aux activités que nous vous proposons

ou à d'autres que vous pourrez imaginer. Pour détailler la structure d'un volcan, vous pourrez utiliser des cartes de nomenclature pour l'apprentissage du vocabulaire suivant : le cratère, la chambre magmatique, la cheminée volcanique, le magma, l'édifice volcanique, la nuée ardente, la coulée de lave. Vous aussi pourrez vous aider des définitions suivantes pour travailler avec des cartes de nomenclature de type 2 (proposant des définitions).

- Le cratère est l'orifice, situé en haut du volcan, par lequel sort le magma.
- La chambre magmatique est une poche située en profondeur sous le volcan où le magma s'accumule en attendant l'éruption. Elle est située à une profondeur de 10 à 30 km.
- La cheminée volcanique est le conduit par lequel le magma remonte depuis la chambre magmatique jusqu'au cratère.
- L'édifice volcanique est la montagne formée par les coulées successives de lave et les roches expulsées lors des éruptions. Il a la plupart du temps une forme de cône (volcans effusifs) et de dôme (volcans explosifs).
- La nuée ardente est un mélange de gaz et de cendre qui déferle sur les pentes du volcan à une très grande vitesse. Elle transporte aussi des bombes volcaniques, des morceaux de lave très dure projetés avec une extrême violence.
- La coulée de lave est une sorte de rivière de roche fondue issue du magma



Volcan effusif



Volcan explosif

qui s'écoule sur les pentes d'un volcan effusif. Contrairement au magma, elle ne contient pas de gaz.

- Le magma est un mélange de roches fondues et de gaz, à l'intérieur du volcan.

L'enfant doit bien comprendre la différence entre le magma et la lave. S'il s'agit toujours de roches fondues provenant du manteau terrestre, la lave est dépourvue de gaz et est toujours à l'extérieur du volcan lui-même, alors que l'on parle de magma pour les roches fondues contenant du gaz et située à l'intérieur de l'édifice volcanique. Le magma devient de la lave dès lors qu'il est sorti par le cratère. Avec un enfant jeune, c'est éventuellement le moment de modéliser une éruption volcanique avec l'activité classique de la pédagogie Montessori. Nous ne la détaillons pas ici car nous en proposons deux p.260 qui permettent de montrer la différence entre un volcan effusif et un volcan explosif (voir aussi les dessins p. 257).

L'origine de la montée du magma

Le matériel

- Un verre transparent,
- de l'huile,
- une craie (rouge de préférence),
- un pilon et un mortier,
- une bougie chauffe-plat,
- un trépied permettant de poser le verre au-dessus de la bougie.

La présentation

Partez des questions que l'enfant s'est posées quand il a vu les photos et les vidéos des différentes éruptions. Dans la plupart des documentaires pour la jeunesse, on présente les gaz présents dans le magma comme la cause de sa remontée. L'enfant y pensera donc peut-être. Demandez-lui s'il envisage une autre hypothèse. D'après ses connaissances sur la constitution interne de la Terre, il pensera peut-être aussi à la chaleur. Si ce n'est pas le cas, vous pourrez l'aider à y penser en lui montrant

de nouveau la coupe de l'intérieur de la Terre qui montre le noyau extrêmement chaud. Proposez alors une expérience pour mettre en évidence le comportement d'un corps chaud piégé sous un corps plus froid. Dites à l'enfant que vous allez modéliser de la roche chaude avec de l'huile rouge et de la roche plus froide avec de l'huile non colorée. L'enfant écrase la craie rouge dans le mortier avec le pilon. Il la dissout dans environ 6 cuillères à soupe. Il verse cette huile colorée dans le verre. Puis il incline doucement le verre pour verser doucement le long de sa paroi l'huile non colorée, de façon à ce qu'elle reste au-dessus de l'huile colorée. Il redresse ensuite le verre dans lequel on peut maintenant observer une couche d'huile rouge d'environ 1,5 cm en bas et une couche d'huile non colorée d'environ 5 cm au-dessus. L'enfant pose le verre sur le trépied, et allume la bougie chauffe-plat en dessous. L'enfant observe tout en se tenant à distance raisonnable pour ne pas risquer de renverser le tout et de se brûler.



Modélisation de la montée du magma

Au bout d'une à deux minutes, la partie centrale de l'huile rouge, celle qui reçoit la chaleur directe de la flamme, commence à monter. Elle traverse l'huile non colorée et s'élève vers sa surface, comme pour s'en échapper. L'enfant peut attendre encore un peu pour voir ce qui se passe, mais ne laissez pas l'huile devenir trop chaude. L'enfant peut conclure que l'huile chaude est remontée dans l'huile moins chaude et que le magma, plus chaud que les roches des couches supérieures remontent vers la surface grâce à la chaleur. Vous pourrez lui préciser que les gaz facilitent cette remontée mais n'en sont pas directement responsables. Ce phénomène peut aussi être observé sur une lampe à lave.