

FRANÇOIS BONIN

MATÉRIAUX NATURELS

Études sur les matériaux

## Avant-propos

Les matériaux naturels; pourquoi ce sujet d'étude? Parce qu'ils sont importants même s'ils sont de moins en moins utilisés, étant maintenant souvent remplacés par des matériaux artificiels ou synthétiques; parce que la nature est le plus grand fabricant de matériaux et qu'elle a mis des siècles pour parfaire son œuvre; parce que les inventions de l'homme sont souvent des transformations de matériaux issus de la nature; parce que nous avons aussi intérêt à comprendre comment les éléments de base de la matière peuvent produire tant de matériaux.

Le dictionnaire Larousse définit un matériau comme étant une substance ou une matière d'origine naturelle ou artificielle, utilisée pour la fabrication d'objets, de machines, de bâtiments, etc.

Une classification générale des matériaux les regroupe en six familles. La famille des minéraux, des métaux, des plastiques, des composites, des céramiques et des organiques.

Nous concentrerons notre étude sur les matériaux naturels, donc ceux qui sont issus de la nature et qui sont utilisés par l'homme, sans vraiment être transformés par lui. Lorsque des matériaux issus de la nature sont transformés, nous parlons de matériaux artificiels et synthétiques.

Les matériaux naturels peuvent être d'origine animale, végétale ou minérale. Ce sujet d'étude est tellement vaste que notre travail sera plus de tenter de faire une synthèse des caractéristiques de chacune des catégories que d'analyser les matériaux produits par chaque espèce dans ces catégories.

Vu notre connaissance limitée sur ce sujet, un des buts de cette étude est simplement d'en apprendre davantage; comme à chaque fois, nous espérons aussi que le partage de ces informations vous sera utile ou du moins agréable. Cette étude n'a pas de visée écologique et notre propos n'est pas de dénigrer les avancées de la science des matériaux, qui nous permettent un plus grand confort.

Nous procéderons du plus simple au plus complexe, en étudiant d'abord les matériaux provenant des minéraux, suivi de ceux appartenant au monde végétal, pour compléter notre étude avec les matériaux d'origine animale, donc aussi de l'homme.

Comme d'habitude, dans nos petites recherches, l'astérisque (\*) renvoie au glossaire pour la définition.

## PARTIE 1

### MATÉRIAUX NATURELS D'ORIGINE MINÉRALE

#### CHAPITRE 1.1 : Généralités.

##### A. Définitions.

Précisons quelques termes pour tenter d'y voir clair.

N.B. Ce chapitre de base est largement inspiré du livre « Mini-guide des Roches et fossiles » écrit par Barbara Taylor.

Une roche, c'est une matière constitutive de l'écorce terrestre, formée généralement d'un agrégat de minéraux et présentant une homogénéité de composition, de structure et de mode de formation.

Les roches sont des mélanges de produits chimiques naturels, appelés minéraux. Chaque minéral possède ses propres caractéristiques et il y a plus de 3 000 minéraux. Par contre, la majorité des roches terrestres sont composés à partir d'un petit nombre de ces minéraux.

Les roches sont constituées de minéraux tandis que les minéraux sont constitués d'éléments chimiques.

Un minerai est une substance naturelle contenant des métaux ou d'autres minéraux alors qu'un minéral est un solide cristallin naturel à composition chimique constante et structure atomique régulière. Le minéral ne provient pas d'animaux ou de plantes alors que le minerai peut contenir des éléments de ceux-ci. Malgré cette distinction, il est parfois difficile de s'y retrouver.

Les sables sont des grains de roches ou de minéraux ayant un très petit diamètre. Ils proviennent de la désagrégation des roches et autres matériaux de la surface de la terre, sous l'effet du climat.

En général, les gros granulats proviennent de fragments de roches tandis que les sables fins sont plutôt constitués de minéraux détachés de leur roche d'origine.

À l'intérieur des continents, le quartz est le premier minéral en abondance dans la composition du sable; pour les sables de plage, là où abondent les mollusques et les coraux, la calcite est souvent le premier minéral en abondance.

Il existe trois types de roches. Les roches ignées se forment dans les laves en fusion à l'intérieur de la terre. Les roches sédimentaires résultent de l'accumulation de fragments d'autres roches, les sédiments. Enfin, les roches métamorphiques proviennent des roches ignées ou sédimentaires que la chaleur ou la pression ont par la suite transformées en d'autres roches.

Un métal, c'est un corps simple caractérisé par un éclat particulier, une aptitude à la déformation, une tendance marquée à former des cations\*, et conduisant généralement bien la chaleur et l'électricité.

Les premiers métaux découverts furent des métaux natifs comme l'or, l'argent et le cuivre que l'on peut trouver dans le sol à l'état pur. Les autres métaux se trouvent sous forme de minerais, qui sont de mélanges. L'extraction du métal pur se fait par broyage puis fonte dans un fourneau. Environ 75% des éléments du tableau périodique sont des métaux.

#### B. Compositions chimiques de minéraux.

Les minéraux sont composés d'éléments chimiques; certains, comme l'or, sont composés d'un seul élément, mais la plupart en contiennent au moins deux.

Il y a seulement un peu plus d'une vingtaine d'éléments dans le tableau périodique qui sont des minéraux. Le tableau qui suit nous donne les plus communs.

Élément	Symbole chimique	Forme
Or	Au	cubique
Argent	Ag	cubique
Cuivre	Cu	cubique

Platine	Pt	cubique
Fer	Fe	cubique
Arsenic	As	rhomboédrique
Antimoine	Sb	rhomboédrique
Bismuth	Bi	rhomboédrique
Diamant	C	cubique
Graphite	C	hexagonale
Soufre	S	orthorhombique

La formation des roches est due à la réunion d'atomes et d'ions de minéraux par des liaisons plus ou moins fortes (ioniques, covalentes, métalliques et de Van der Waals)\*.

Le diamant, le charbon et les mines de nos crayons de bois, qu'on dit par erreur comme étant des crayons de plomb, sont faits des mêmes atomes de carbone (C), mais disposés différemment. Le diamant est un cristallin de forme cubique dont la densité est d'environ 3,5 et la dureté 10, soit la catégorie la plus dure des minéraux. Le graphite, malgré qu'il soit composé lui aussi seulement d'atomes de carbone (C), est un cristallin de forme hexagonale et possède une densité d'à peine 2,1 et sa dureté est de catégorie 1, soit la catégorie la plus tendre; les atomes de carbone du graphite se présentent sous forme de couches ou de feuillets hexagonaux non compacts.

Le charbon est une roche tendre qui provient du compactage de plantes marécageuses mortes voilà des millions d'années.

Le vieillissement chimique des roches se produit lorsque certaines réactions chimiques, (hydrolyse, oxydation, hydratation, carbonatation, dissolution et sulfatation)\* modifient l'identité des minéraux. Il peut aussi se produire par l'action chimique des plantes et des animaux.

### C. Caractéristiques des minéraux.

Les minéraux s'organisent en cristaux qui reflètent la régularité de la disposition de leurs molécules. Le système cubique est le plus symétrique de ces groupes.

La dureté des minéraux est décrite par l'échelle de Mohs; elle va de 1 pour le talc, qui est très tendre, à 10 pour le diamant, qui est le minéral le plus dur.

La densité d'un minéral est liée à son poids; plus le minéral est dense et plus il semblera lourd.

Les propriétés optiques d'un minéral (couleur et brillance) dépendent de la manière dont les cristaux absorbent, reflètent la lumière ou bien la laissent passer.

Les minéraux peuvent aussi être classifiés par leurs propriétés électriques, leur odeur, leur expansion thermique, etc.

La principale cause de dégradation des métaux est le processus d'oxydation qui cause leur corrosion.

## CHAPITRE 1.2 : Quelques exemples d'utilisation des matériaux naturels d'origine minérale.

### A. Les minéraux argileux.

Les minéraux argileux furent les premiers à être utilisés pour la construction. Les premières briques étaient obtenues en faisant sécher au soleil un mélange d'argile et de paille. Aujourd'hui, l'homme les fabrique en chauffant des shales\* ou des argiles à 1 000°C.

En géotechnique, on définit les argiles comme des matériaux naturels, dont le diamètre est en général inférieur à 0,002 mm et qui, lorsqu'elles sont mélangées avec de l'eau, développent une plasticité, c'est-à-dire, qu'elles peuvent être moulées. Les argiles qui proviennent du délavage des sédiments glaciaires revêtent une certaine importance pour l'industrie de la céramique, car ces argiles se caractérisent par des températures de fusion basses.

Le till, terrain glaciaire non stratifié, est la formation meuble la plus répandue au Québec; il constitue un excellent matériau de fondation pour les constructions. Au complexe La Grande à la baie James, 50% des matériaux utilisés sont des blocs rocheux concassés, 25% de sable et de gravier et 25% de till.

## B. Utilisation de l'or, l'argent et du cuivre.

L'or peut facilement conduire l'électricité, est inoxydable et aussi facile à travailler. Nous le retrouvons surtout dans la fabrication des bijoux; étant un métal mou, il est souvent intégré à d'autres métaux pour faire des alliages plus durs. Vu sa conductivité électrique, il est utilisé en électronique et aussi dans la fabrication de satellites, où sa fiabilité à réfléchir les rayons infrarouges aide à stabiliser la température de certaines composantes des satellites. Plusieurs édifices modernes ont des façades vitrées où l'or est intégré, afin de réfléchir les radiations solaires. On peut aussi recouvrir certaines parties des créations artistiques pour l'apparence et la durabilité et utiliser l'or comme valeur refuge dans notre système monétaire. Il y a quelques années encore, l'or servait de matériau de base pour nos plombages dentaires.

L'argent, quant à lui, est utilisé surtout pour conduire l'électricité car il est le meilleur dans sa catégorie; il est aussi très demandé pour la fabrication de miroirs. Il sert encore aussi à la fabrication des pièces de monnaies et est apprécié des créateurs de bijoux. Il est aussi très demandé en industrie, que ce soit pour les soudures, dans les piles, la photographie, la purification de l'eau, etc. Ce métal arrête la croissance bactérienne et est alors utilisé dans la fabrication de nos sparadraps.

Le cuivre a des vertus antimicrobiennes qui le rendent utiles dans les hôpitaux pour les boutons de portes et autres surfaces pouvant transmettre des infections. Le cuivre est le deuxième métal le plus conducteur d'électricité, après l'argent, et on en utilise alors d'énormes quantités pour le câblage électrique.

## C. Les bijoux.

Les pierres précieuses résultent de la transformation d'une roche sous l'effet de la chaleur et de la pression. Belles, rares et durables, elles sont taillées et polies.

## D. Matériaux divers.

Plusieurs matériaux de construction proviennent de l'exploitation des formations rocheuses; on peut citer les pierres ornementales, celles utilisés pour bâtir, les granulats de carrière, le ciment Portland, le plâtre ainsi que les briques et les tuiles.

Le ciment Portland est un aluminosilicate en poudre qui forme une masse solide lorsqu'on le mélange avec de l'eau; chauffé à 1 500°C, le mélange se ramollit et s'agglomère en petites billes qui sont ensuite broyées avec des quantités variables de gypse (2 à 4%).

Le plâtre est du gypse chauffé à 175°C et il est moulu; cette pâte est alors mélangée avec de l'eau et en séchant, elle forme une masse cristallisée à la fois solide et tendre.

L'amiante, dont le Québec était un grand producteur, est un minéral fibreux; il a été utilisé longtemps vu sa grande résistance à la chaleur, au feu, à la tension et aux agressions électriques; l'amiante possède aussi un bon pouvoir absorbant. Nous le retrouvons dans les bâtiments, dans les patins des freins des voitures, dans les plaques chauffantes, incorporé dans du ciment et même dans l'asphalte. L'amiante est maintenant interdit dans plusieurs pays, vu qu'il est considéré toxique et qu'il est maintenant démontré qu'il peut produire des cancers. Au Québec, les usines ont fermé et l'amiante est retiré, des bâtiments, lorsque c'est possible.

L'aluminium, qui est un matériau fabriqué par l'homme, est produit à partir de l'extraction du minerai bauxite.

Les céramiques sont des matériaux solides obtenus par le chauffage d'une substance minérale, comme le sable ou l'argile. Les briques, faites de terre cuite, sont des céramiques traditionnelles; aujourd'hui, il y a de la faïence, de la porcelaine, des verres, des tuiles, etc. Les céramiques sont d'excellents isolants thermiques et électriques; les céramiques sont dures et résistantes à la corrosion, mais elles sont aussi fragiles et cassantes

Le verre est un mélange de sable, de soude et de calcaire qui est broyé et chauffé à 1 500°C.

Il est connu que les courants électriques engendrent un champ magnétique. On croit que des courants identiques existent dans le noyau externe liquide de la terre, cette partie étant riche en fer, et que ces courants seraient à l'origine du

champ magnétique de la terre. La radioactivité, encore présente dans le noyau de la terre, chaufferait le métal en fusion et le ferait ainsi tourner.

La grande dureté du quartz le rend utile comme abrasif dans les papiers sablés. La couleur de la kaolinite la rend apte à blanchir le papier.

## PARTIE 2

### MATÉRIAUX NATURELS D'ORIGINE VÉGÉTALE

#### CHAPITRE 2.1 : Généralités.

##### A. Définitions.

Nés dans les eaux marines, les végétaux ont conquis, avec le temps, les continents; en fait, ils ont mis des millions d'années avant d'acquérir des tiges, des feuilles et des racines.

Les fibres naturelles d'origine végétale comme le coton, le lin, le chanvre, l'ortie, etc., sont habituellement transformées par un procédé mécanique qui ne demande ni eau ni solvant.

##### B. Compositions chimiques des plantes.

Comme toutes les cellules vivantes, les cellules végétales se composent de deux parties principales, soit le noyau et le cytoplasme. Une des particularités est que ces cellules possèdent des chloroplastes qui se trouvent dans les cellules de la tige mais aussi dans celles des feuilles. Ils contiennent un pigment vert qui absorbe l'énergie solaire à l'aide de laquelle, ils transforment l'oxyde de carbone en sucre, dont le végétal tire son énergie chimique et sa subsistance. Ces fameux chloroplastes se multiplient en se scindant, indépendamment des divisions du noyau.

La photosynthèse est l'un des processus chimiques les plus importants sur notre planète; les plantes sont à l'origine de la vie sur la Terre. La photosynthèse se produit dans toutes les parties vertes d'une plante, les feuilles étant les plus productives. Pour que la photosynthèse s'amorce chez une plante, la présence de dioxyde de carbone, d'eau et de lumière solaire est requise; ces trois éléments

sont utilisés pour créer du glucose. La photosynthèse se produit à l'intérieur des chloroplastes, qui contiennent la chlorophylle. La chlorophylle aide à l'absorption de l'énergie de la lumière par la plante; les feuilles possèdent généralement une grande surface pour leur permettre de capter beaucoup de lumière. Quand la lumière solaire éclaire la feuille, la chlorophylle absorbe abondamment les rayons rouges et bleus du spectre solaire, car c'est dans ces longueurs d'ondes lumineuses, qu'elle puisse la majeure partie de son énergie; la chlorophylle reflète le vert, d'où la couleur des feuilles. Les racines, elles, absorbent l'eau requise par la plante. Les racines possèdent des cellules ciliées qui se projettent hors des racines vers le sol pour accroître la surface du système racinaire permettant une plus grande absorption d'eau. Le dernier composant du processus de photosynthèse est le dioxyde de carbone; les plantes absorbent le dioxyde de carbone de l'air à l'aide de ses feuilles. Le dioxyde de carbone entre par le stomate\*, qui est une petite ouverture en dessous de la feuille; le stomate permet aussi l'évacuation d'oxygène produite par la plante.

En d'autres mots, la photosynthèse est un processus au moyen duquel les végétaux utilisent l'énergie lumineuse pour fabriquer du glucose à partir de gaz carbonique et d'eau, en libérant de l'oxygène; la formule chimique se traduit de la sorte :  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ .

La cellulose du bois est composé de 50% de carbone, 6% d'hydrogène, 42% d'oxygène, 1% d'azote et 1% de matières minérales. Un kilogramme de bois sec à l'air, c'est-à-dire à 20% d'humidité environ, donne en brûlant de 3 200 à 3 500 calories.

Tout comme la plupart des bactéries, les champignons ne contiennent pas de chlorophylle; ils se nourrissent de tissus morts et en putréfaction ainsi que de certains organismes vivants.

### C. Caractéristiques des plantes.

La croissance d'un végétal est due en grande partie au gonflement et à l'allongement des cellules par suite de l'absorption de l'eau pompée par ses racines, mais aussi parfois par la division de ces cellules. À mesure que la quantité d'eau augmente dans la cellule, la pression osmotique s'accroît, dilatant la membrane cellulaire et provoquant la turgescence\*. La turgescence produit au sein de la racine une pression qui suffit à pousser l'eau vers la tige, ou le tronc, et

fait apparaître, à l'aube, des gouttes d'eau au bord des feuilles. Toutefois, il ne faut pas confondre cette pression avec la force de la tension superficielle qui rend possible l'ascension de l'eau jusqu'au sommet des arbres.

Les molécules d'eau possèdent deux propriétés qui contribuent dans une grande mesure à l'efficacité du système vasculaire des végétaux et à leur croissance; l'une d'elles est la tension superficielle, force, dite de capillarité, qui attire ces molécules vers les parois, et l'autre est la force de cohésion qui permet à la plante de faire monter l'eau dans ses tissus à une hauteur considérable. En fait, l'élévation de l'eau dans les tiges est reliée à ces deux forces combinées.

Plus spécifiquement, la tension superficielle est une force qui existe entre deux milieux, comme l'eau et l'air. Dans un liquide, les molécules exercent entre elles des forces d'attraction (Van Der Waals) et de répulsion (force électrostatique). Dans l'eau, chaque molécule subit l'attraction de ses voisines proches et la résultante est nulle alors qu'en surface, les molécules d'eau n'attirent pas les molécules d'air et alors la résultante est dirigée vers le bas. Dans les arbres, la sève monte à travers un ensemble de capillaires fins, appelés xylème; la force ascendante est due aux forces d'absorption provoquées par l'attraction des molécules entre le fluide et les parois du capillaire. La force ascendante est compensée par la force de pesanteur qui permet de limiter la montée de la sève.

De nombreux arbres à croissance lente et à feuilles caduques, comme l'érable et le chêne, produisent un bois plus dur et plus solide que les conifères qui poussent plus rapidement.

## CHAPITRE 2.2 : Quelques exemples d'utilisation de matériaux naturels d'origine végétale.

Les plantes sont surtout utilisées pour assainir l'air; en effet, elles sont capables de convertir le gaz carbonique contenu dans l'air en oxygène.

La paille peut être utilisée en construction dans les cloisons comme isolant thermique et phonique. Pour en faire des murs, la paille est transformée en panneaux de paille compressée.

Le chanvre a la réputation d'être inusable.

Le caoutchouc naturel provient de la coagulation du latex de plusieurs plantes, surtout de l'hévéa, mais aussi de la plante ficus élastica, dite la plante caoutchouc, et du guayule. L'hévéa peut produire du latex à partir de l'âge de 5 ans et cela pendant 30 ans.

Le lin, en panneaux, montre une bonne résistance mécanique, même s'il est léger, alors qu'en rouleaux, il est surtout utilisé vu ses propriétés isolantes comme bien d'autres matériaux naturels provenant du domaine végétal. L'asclépiade est une plante qui offre un rendement exceptionnel à ce niveau.

Le bois présente des résistances mécaniques et à l'humidité qui sont variables selon les espèces. L'utilisation première du bois est dans la construction de toutes sortes d'objets, dont principalement les habitations; auparavant, le bois a été la matière première pour la cuisson des aliments et le chauffage des maisons. Il est aussi à l'origine de la pâte à papier.

Les arbres et les plantes purifient l'air et leur diversité est synonyme de la santé d'un milieu naturel; il semble que l'extinction d'une seule espèce végétale peut entraîner la disparition d'environ 30 espèces animales, vu que l'énergie emmagasinée par les plantes est souvent source de nourriture pour les animaux.

Les arbres fruitiers sont nombreux et nourrissent une bonne partie de la population mondiale. Le sirop d'érable produit au Québec est très recherché vu sa qualité. Une étude récente relie même le développement du cerveau à la consommation de fruits.

Le liège est un matériau souvent utilisé en décoration mais aussi pour l'isolation acoustique.

Il y a de nombreux colorants et pigments d'origine végétale. Les colorants sont solubles dans l'eau alors que les pigments ne le sont pas. Les deux matériaux sont extraits à partir des feuilles, des racines ou de l'écorce des plantes. Les colorants et les pigments sont utilisés en teinturerie, en alimentation, en pharmacie et en cosmétique. À titre d'exemple, la betterave produit un colorant rouge et la chlorophylle un colorant vert.

Les champignons aussi se mangent mais certains sont toxiques pour l'homme. Ils sont aussi de bons nettoyeurs car les champignons recyclent les débris de la forêt en terreau fertile. Les truffes, qui se vendent très chers, sont les fruits de champignons qui poussent souvent sous les pieds des grands chênes.

Le lichen est un être hybride qui provient de l'union, il y a quelques millions d'années, d'une algue et d'un champignon. Ils colonisent actuellement les espaces les plus inhospitaliers.

Les plantes médicinales sont les premiers remèdes de l'homme; encore aujourd'hui, elles sont très utilisées et de nombreux médicaments ont comme agents actifs des éléments végétaux. Plusieurs plantes favorisent la circulation sanguine, la digestion, stimulent nos hormones, soignent notre peau, diminuent la douleur, etc.

La formation du pétrole ressort d'une action parallèle agissant sur des déchets animaux et végétaux.

Les arbres protègent l'érosion des sols dont ils se nourrissent et, la filtration de l'eau par leurs racines permet d'améliorer la qualité de l'eau.

La forêt exerce sur la température une action régulatrice importante.

## PARTIE 3

### MATÉRIAUX NATURELS D'ORIGINE ANIMALE

#### CHAPITRE 3.1 : Généralités.

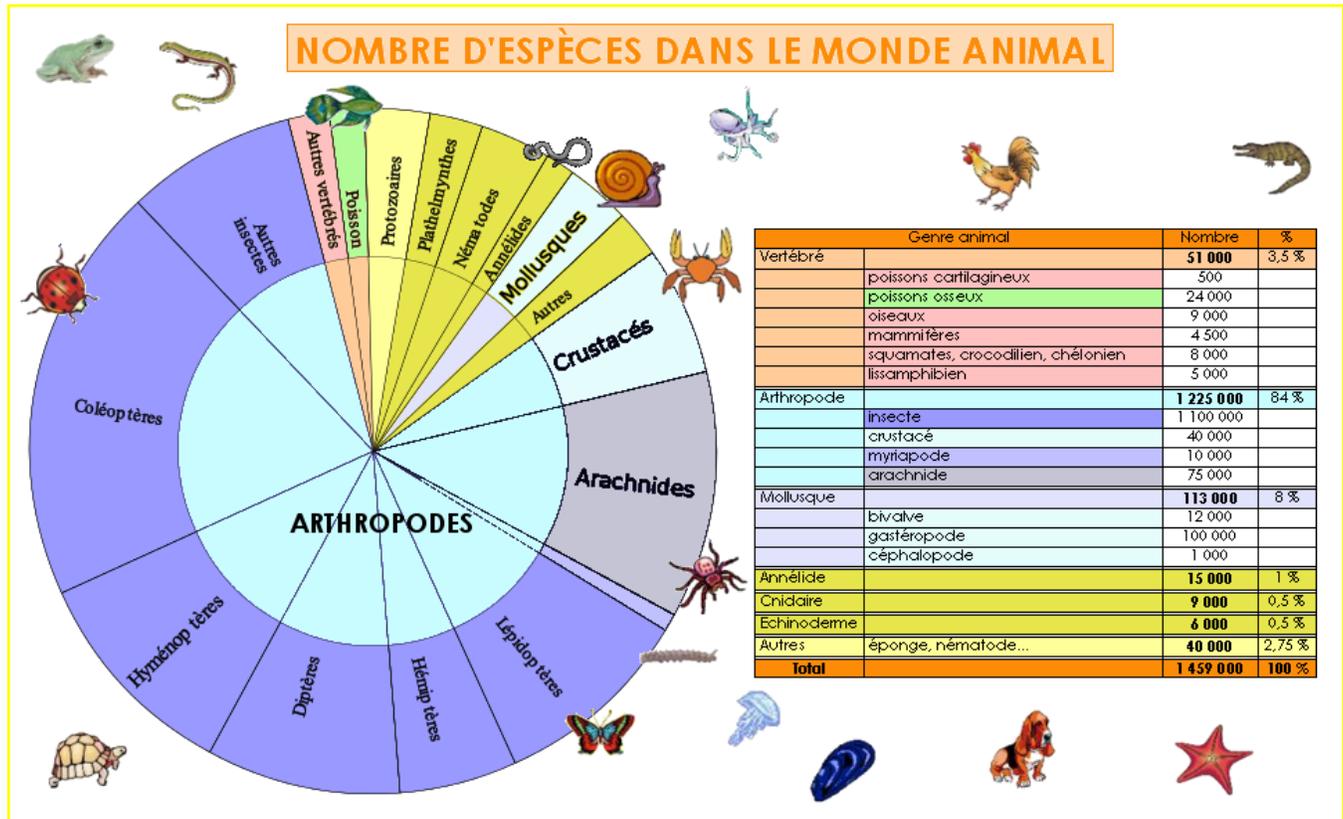
##### A. Classifications.

Avant de se lancer dans l'énumération des matériaux issus du monde animal, il peut être intéressant et même amusant de comprendre comment nous classons les différentes espèces animales; il y en a tellement, certains les évaluent à environ dix millions, que sans une classification nous nous perdrons. Pourquoi une classification des animaux alors que nous n'en avons pas faite pour les minéraux ni les végétaux; et bien,

c'est seulement une question d'intérêt, étant donné que le règne animal est là où l'homme est roi.

Il y a plusieurs classifications des animaux, soit par leur apparence, leur mode de déplacement, leur milieu de vie, etc. Cependant, la classification traditionnelle est celle qui tranche entre les animaux qui possèdent une colonne vertébrale, les vertébrés, et ceux qui n'en ont pas, les invertébrés. La classification qui est la plus actuelle et la plus acceptée est dite phylogénétique; elle a pour objectif de rendre compte des degrés de parenté entre les espèces et elle permet de comprendre leur évolution.

Le tableau suivant provient du site soutien67.free.fr et il nous présente un résumé du nombre et du pourcentage des espèces dans le monde animal.



Autant d'espèces, autant de matériaux possibles. Dans cette partie, nous nous intéresserons aux matériaux organiques naturels provenant des animaux, donc matériaux qui n'ont pas été transformés par l'homme ou du moins très peu.

## B. Compositions chimiques des animaux.

Dans l'univers, il y a 118 éléments chimiques différents connus, dont 94 existent à l'état naturel sur terre. Mis à part l'hydrogène et une petite partie de l'hélium, qui ont existé dès le début de l'univers, tous les autres éléments naturels ont été fabriqués à l'intérieur de plusieurs générations d'étoiles par des réactions thermonucléaires.

Les constituants organiques sont les principaux constituants de la matière vivante (végétale, animale et micro-organismes). La matière vivante se distingue par son évolution rapide et son besoin en carbone. Ci-dessous, les principaux constituants organiques selon le site Wikibooks.com.

Nom de l'atome	Symbole	Nbre masse	N° atomique	Protons	Electrons	Neutron	Valence	<i>bNuage électronique</i>
Carbone	C	12	6	6	6	6	4	$K^2L^4$
Hydrogène	H	1	1	1	1	0	1	$K^1$
Oxygène	O	16	8	8	8	8	2	$K^2L^6$
Azote	N	14	7	7	7	7	3	$K^2L^5$
Phosphore	P	31	15	15	15	16	3	$K^2L^8M^5$
Soufre	S	32	16	16	16	16	2	$K^2L^8M^6$

Regardons l'abondance relative de ces éléments dans le règne animal, végétal et minéral.

Éléments	Homme	Luzerne	Écorce terrestre
Carbone	19,37	11,34	11,03
Hydrogène	9,31	8,72	0,14
Oxygène	62,81	77,35	46,60
Azote	5,14	0,825	0,005
Phosphore	0,63	0,71	0,12
Soufre	0,64	0,10	0,05

La majorité de l'oxygène et de l'hydrogène contenue dans un organisme vivant est sous forme d'eau. L'homme adulte est constitué d'environ 62% d'eau, les méduses de 98%, les tomates de 91% et les œufs de 75%.

Les constituants de la matière organique se regroupent en 4 types fondamentaux. Les **glucides** sont formés essentiellement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. Les **lipides** sont constitués de carbone et d'hydrogène. Les **acides aminés**, qui sont au nombre de 20, sont composés de carbone, d'oxygène, d'azote et d'hydrogène; liés entre eux, les acides aminés constituent les protéines. Les **nucléotides** sont formés d'azote et de carbone. Comme vous pouvez le remarquer, le carbone est le seul élément qui se retrouve dans tous les types.

CHAPITRE 3.2 : Quelques exemples d'utilisation de matériaux naturels d'origine animale.

Le cuir provient de la peau des animaux, qu'ils soient domestiques comme nos vaches, chevaux, cochons ou sauvages comme les reptiles, les tigres, etc.

L'écaille de tortue est utilisée pour fabriquer des montures de lunettes de soleil, des bijoux, des médiateurs de guitares, etc.

Avant l'arrivée des plastiques, l'ivoire était très convoité et utilisé pour fabriquer des boules de billards, des touches de piano, des éventails, etc. Tout le monde sait que les défenses d'éléphants sont très recherchées vues qu'elles sont constituées d'ivoire, mais il y a aussi de l'ivoire dans les dents et les défenses des hippopotames, des morses, des narvals, etc. L'os a été souvent utilisé comme substitut à l'ivoire, mais il a tendance à jaunir et sa structure ne permet pas de réaliser des objets aussi fins.

Des vêtements chauds sont confectionnés à partir de la laine de nos moutons, de la fourrure des animaux et des plumes de nos oiseaux. De beaux tapis proviennent de la fourrure de nos ours et même de celle des tigres.

La soie provient du bombyx du mûrier, un lépidoptère originaire de la Chine; le ver à soie est sa chenille.

Dans une moindre mesure que les plantes, il y a des médicaments qui proviennent des cellules animales. Les venins des serpents, scorpions et araignées sont aussi très recherchés.

La cire d'abeille est réalisée à partir des écailles blanches et transparentes qui apparaissent à l'ouverture des quatre glandes cirières situées de chaque côté de l'abdomen de l'abeille; elle est utilisée comme additif alimentaire, comme revêtement de protection pour le fromage, dans la fabrication de bougies, etc.

## CONCLUSION

La tendance à l'utilisation de matériaux naturels diminue progressivement du minéral au végétal et à l'animal. La protection de l'environnement joue maintenant un rôle important au niveau minéral alors que les gouvernements exigent des compagnies minières qu'elles remettent les sites d'extraction en état naturel; au niveau végétal, c'est l'aspect écologique qui prédomine, avec le focus mis sur moins d'utilisation de pesticides et la sauvegarde des espèces végétales. Dans le règne animal, les préoccupations se rapportent surtout à la sauvegarde des espèces et à éviter l'utilisation des animaux et leur souffrance. Avec cette petite étude, nous n'avons pas atteint tous nos objectifs qui se basaient sur des attentes élevées; néanmoins, nous avons effectué un survol des matériaux naturels, ce qui en était le but. À vous de poursuivre la recherche, si vous voulez en apprendre davantage.

## GLOSSAIRE

Carbonatation : il s'agit de la formation de carbonates à partir de gaz carbonique qui se dissout dans l'eau; l'eau devenue acide attaque certaines roches facilement solubles.

Cation : ion de charge électrique positive.

Dissolution : tous les minéraux sont solubles dans l'eau à divers degrés.

Hydratation : transformation de certains minéraux par addition d'eau de cristallisation.

Hydrolyse : toutes les réactions de l'eau avec les minéraux des roches.

Ion : atome ou groupe d'atomes ayant gagné ou perdu un ou plusieurs électrons.

Liaisons covalentes : elles se produisent entre atomes identiques et se traduisent par une mise en commun d'une ou plusieurs paires d'électrons.

Liaisons ioniques : elles sont des attractions électrostatiques entre des ions de charges opposées.

Liaisons métalliques : elles se produisent dans les métaux et se forment par une mise en commun des électrons de valence, qui peuvent se déplacer librement dans la structure.

Liaisons de Van der Waals : elles sont les plus faibles des liaisons chimiques et sont dues aux forces résiduelles présentes à la surface des molécules.

Oxydation : l'oxydation se manifeste particulièrement dans les roches qui contiennent du fer.

Shale : roche sédimentaire fossilisée à grains fins (composée d'argile ou de limon de compositions minérales non-spécifiées).

Stomate : ensemble respiratoire des feuilles formé de deux cellules entre lesquelles existe une ouverture, l'ostiole.

Sulfatation : elle concerne la formation de sulfates lorsque le  $\text{SO}_2$ , le  $\text{H}_2\text{S}$  et le  $\text{H}_2\text{SO}_4$  agissent sur les calcaires pour les transformer en gypse.

Turgescence : état normal de rigidité des tissus végétaux vivants, dû à la pression de leur contenu liquide.

## BIBLIOGRAPHIE

Collection terre à terre : la nature et l'hydroculture.

Gray, Theodore. Atomes. Éditions Place des Victoires, 2010.

Grégoire, Herman. L'usine végétale. Kister, 1968.

Le petit Larousse illustré, 2012.

Landry, Bruno et Mercier, Michel. Notions de géologie. Modulo Éditeur, 1983.

Science et Vie : la France des arbres et des plantes sauvages, 1975.

Taylor, Barbara. Mini-guide des Roches et fossiles. Éditions Soline, 2001.

Went, Frits W. Les plantes. Time, 1973.

## SITES INTERNET

[24hgold.com](http://24hgold.com)  
[Ac-toulouse.fr](http://Ac-toulouse.fr)  
[Agrobiobase.com](http://Agrobiobase.com)  
[Alloprof.qc.ca](http://Alloprof.qc.ca)  
[Arboquebec.com](http://Arboquebec.com)  
[Bricoleurdudimanche.com](http://Bricoleurdudimanche.com)  
[Cafedelabourse.com](http://Cafedelabourse.com)  
[Econoso.be](http://Econoso.be)  
[Ifaw.org](http://Ifaw.org)  
[Linternaute.com](http://Linternaute.com)  
[Lyceedadultes.fr](http://Lyceedadultes.fr)  
[Mern.gouv.qc.ca](http://Mern.gouv.qc.ca)  
[Polymtl.ca](http://Polymtl.ca)  
[Soutien67.free.fr](http://Soutien67.free.fr)  
[Tensionsuperficielle.free.fr](http://Tensionsuperficielle.free.fr)  
[Webetab.ac-bordeaux.fr](http://Webetab.ac-bordeaux.fr)  
[Wikibooks.org](http://Wikibooks.org)  
[Wikipédia.org](http://Wikipédia.org)

## TABLES DES MATIÈRES

Avant-propos.....	2
Partie 1 : MATÉRIAUX NATURELS D'ORIGINE MINÉRALE.....	3
Chapitre 1.1 : Généralités.....	3
a. Définitions.....	3
b. Compositions chimiques des minéraux.....	4
c. Caractéristiques des minéraux.....	5
Chapitre 1.2 : Matériaux naturels d'origine minérale.....	6
a. Minéraux argileux.....	6
b. Or, argent et cuivre.....	7
c. Bijoux.....	7

d. Matériaux divers.....	7
Partie 2 : MATÉRIAUX NATURELS D'ORIGINE VÉGÉTALE.....	9
Chapitre 2.1 : Généralités.....	9
a. Définitions.....	9
b. Compositions chimiques des plantes.....	9
c. Caractéristiques des plantes.....	10
Chapitre 2.2 : Matériaux naturels d'origine végétale.....	11
Partie 3 : MATÉRIAUX NATURELS D'ORIGINE ANIMALE.....	13
Chapitre 3.1 : Généralités.....	13
a. Classifications.....	13
b. Compositions chimiques des animaux.....	15
Chapitre 3.2 : Matériaux naturels d'origine animale.....	16
CONCLUSION.....	17
GLOSSAIRE.....	17
BIBLIOGRAPHIE.....	18
SITES INTERNET.....	19
TABLE DES MATIÈRES.....	19