

Mesdemoiselles Ada, Ana, Julia, Sarah – Atelier Arts Visuels
 Ecole En Sauvvy
 40, avenue du Curé-Baud
 CH-1212 Grand-Lancy

Genève, le 9 février 2021 (réponse #1)

Chères Ada, Ana, Julia et Sarah,

Ma surprise a été énorme lorsque j'ai reçu la **MAGNIFIQUE ENVELOPPE ①** que vous m'avez envoyée, et qui contenait votre **SUPERBE INSTALLATION ARTISTIQUE ②** !
 Votre énergie créative m'a beaucoup touché et je vous en remercie énormément ;
 félicitations ! 😊😊😊



Je n'ai malheureusement pas votre talent artistique, mais comme je suis scientifique, je décrypte ce que je découvre, pour le comprendre...

Et dans votre œuvre, je vois d'adorables représentations de Dame Nature : un papillon dont le chant nous est inaudible mais qui chante tout de même, une fleur qui se prend pour un haut-parleur et qui chante aussi à sa façon, et un oiseau-messager, qui s'empresse de venir me transmettre vos questions.

Je vois aussi une poêle dont l'œuf au plat s'échauffe jusqu'à produire des vocalises qui le font vibrer dans tous ses états.

Je vois aussi des questions (« **M. Perret que veux dire 60Hz** » et « **Qu'est que un liquide hydrophobic ?** ») et une petite énigme cachée sous son enveloppe (« **Quelle cantiter faux il de maïsenà et d'eau pour faire le numero ①** ») avec sa réponse à découvrir devant un miroir (« **① C'est 2 cueillere de maïsenà et 2 cueillere d'eau** »).

Et au dos de l'enveloppe, le plus beau poème qui soit, déclamé par Madame la Joconde sous sa fameuse casquette : « **Je vais apporter cette l'être à M. Perret** » !

Je crois comprendre que vous expérimentez **l'Art par les Ondes**. Si c'est le cas, **je vais vous révéler quelques secrets de la Nature** et répondre à **vos questions**.

LES ONDES :

Les ondes sonores (ou lumineuses) ont une forme particulière. Vous avez déjà vu la forme des vagues qui se répètent sur une mer agitée, ou la forme que prennent les serpents du désert lorsqu'ils se déplacent ?



Si oui, eh bien **les ondes ressemblent beaucoup aux vagues et aux serpents** : **LES ONDES SONT DES ESPÈCES DE VAGUES EN FORME DE S** qui se déplacent d'un endroit à un autre. D'ailleurs, en anglais, WAVE veut dire VAGUE et ONDE.

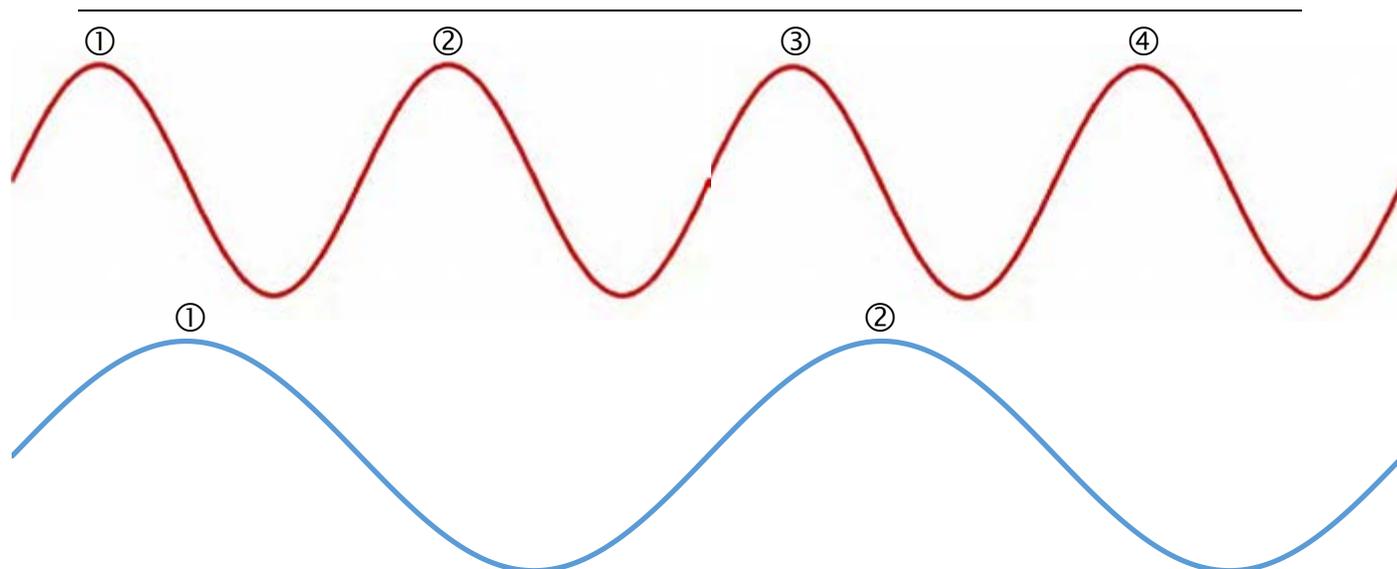
Par exemple pendant la récréation, si vous appelez des camarades qui sont de l'autre côté de la cour, vous criez dans leur direction, ce qui leur envoie des ondes sonores. Ces ondes sonores en forme de S se déplacent dans l'air (***) jusqu'à vos camarades, qui peuvent les entendre, parce que leur ouïe est sensible aux ondes : l'ouïe traduit les ondes en sons, qui sont interprétés dans leur cerveau, et ils comprennent que vous les appelez. (***) En fait, c'est beaucoup plus compliqué que ça, mais cette illustration nous suffit largement pour comprendre)

Mais alors, comment faire la différence entre des ondes sonores qui ne créent pas le même son ?

Imaginez que vous criez **une note très haute**, puis **une note très basse**.

La note très haute va ressembler à des vagues qui sont très proches l'une de l'autre, comme les vagues rouges sur la page suivante.

Et la note très basse va ressembler à des vagues qui sont très éloignées l'une de l'autre, comme les vagues bleues sur la page suivante.



Fermez les yeux et imaginez-vous que vous pouvez voir ces vagues rouges et bleues. Si vous prenez un chronomètre, et que vous comptez le nombre de fois que vous voyez ces vagues, vous constaterez qu'il y a deux fois plus de vagues rouges que de vagues bleues durant le même temps.

Les vagues rouges vont donc deux fois plus vite que les vagues bleues.

Les scientifiques, qui aiment bien mettre des chiffres sur ce qu'ils observent et étudient, appellent **FRÉQUENCE** la vitesse à laquelle les ondes ou les vagues se déplacent. Et la fréquence a des unités, qu'on appelle des **HERTZ**. Et comme les scientifiques sont un peu flemmards, ils donnent une abréviation aux Hertz : **Hz**. (Les scientifiques font la même chose avec tout ce qu'ils observent : lorsqu'ils s'occupent de masse, ils parlent de kilogrammes, mais ils écrivent kg).

La FRÉQUENCE en HERTZ (Hz), c'est le nombre de fois qu'une vague (ou qu'une onde) se répète chaque seconde.

Les sons que notre ouïe peut percevoir ont des fréquences qui vont **de 20 Hertz (20 Hz) environ à 20'000 Hertz (20'000 Hz) environ**.

A 20 Hertz, le son est très-très-très grave, très-très-très bas, très-très-très caverneux ; c'est ce qu'on appelle les basses. A 20'000 Hertz, le son est très-très-très aigu, très-très-très haut ; c'est ce qu'on appelle les aigus.

Si vous avez une chaîne HiFi, passez de la musique et tournez le bouton « basses – aigües » (en anglais : « bass – treble ») dans un sens puis dans l'autre, pour entendre les sons bas proches de 20 Hertz et les sons hauts proches de 20'000 Hertz.

La réponse à votre question « **M. Perret que veut dire 60Hz** » est donc toute simple : **60 Hz (60 Hertz), c'est une onde sonore qui arrive à vos oreilles 60 fois par seconde ; c'est un son très-très grave.**

Vous pensiez que j'allais répondre à toutes vos autres questions ?

Mais non, surtout pas : on va faire durer un peu le suspense.

Vous recevrez tout bientôt une 2^{ème} lettre, dans laquelle je vous parlerai de liquides, et aussi de maïzena... !

Patience.

En attendant, je vous salue bien bas et je me réjouis de vous retrouver tout bientôt !

Dr Didier Perret
directeur – Chimioscope

Mesdemoiselles Ada, Ana, Julia, Sarah – Atelier Arts Visuels
Ecole En Sauvvy
40, avenue du Curé-Baud
CH-1212 Grand-Lancy

Genève, le 11 février 2021 (réponse #2)

Chères Ada, Ana, Julia et Sarah,

Me voilà à nouveau pour parler des prochaines questions que vous me posiez dans votre lettre : « *Qu'est que un liquide hydrophobic ?* » et « *Qu'elle cantiter faux il de maïsenà et d'eau pour faire le numero ①* », avec une réponse proposée : « *① C'est 2 cueillere de maïsenà et 2 cueillere d'eau* ».

Commençons par le « **liquide hydrophobic** » : Bien essayé, mais malheureusement pas correct ! Le mot « hydrophobic » est sympa à prononcer, mais il n'existe pas ! Peut-être vouliez-vous dire « **hydrophobe** » ? C'est ce qu'il y a de plus probable ! 😊

HYDROPHOBE – HYDROPHILE – LIPOPHOBE – LIPOPHILE :

Dans chacun de ces mots savants, il y a des racines que vous connaissez :

- **HYDRO-** : Ce **préfixe** vient du grec « *hudôr* », qui veut dire **EAU** (hydroculture, hydrocution, hydromel, hydrosphère, hydrothérapie, hydraulique).
- **LIPO-** : Ce **préfixe** vient du grec « *lipos* », qui veut dire **GRAS** (dans les mots surtout savants liés aux graisses et aux huiles ; mais pas dans « l'iPod » !).
- **-PHOBE** : Ce **suffixe** vient du grec « *phóbos* », qui veut dire **PEUR** (utilisé quand on a des peurs ou qu'on n'aime pas ; même sur des affiches de votation !).
- **-PHILE** : Ce **suffixe** vient du grec « *philos* », qui veut dire **AMI** (utilisé dans les mots qui disent qu'on aime quelque chose ou qu'on a de l'attrance).

En mélangeant ces préfixes et ces suffixes, on peut créer les mots suivants :

- **HYDROPHOBE** : qui **N'AIME PAS L'EAU**
- **HYDROPHILE** : qui **AIME L'EAU**
- **LIPOPHOBE** : qui **N'AIME PAS LA GRAISSE** (ou l'huile)
- **LIPOPHILE** : qui **AIME LA GRAISSE** (ou l'huile)

Regardez cette vinaigrette et ce démaquillant : ce sont des **mélanges qui se mélangent mal ou pas du tout ! C'est NORMAL** : la vinaigrette, c'est surtout du vinaigre (qui contient 97 % d'eau !) et de l'huile ; le démaquillant, c'est surtout une huile et de l'eau.

L'EAU N'AIME PAS L'HUILE ET L'HUILE N'AIME PAS L'EAU.



Il y a beaucoup de situations dans lesquelles des substances **hydrophiles donc lipophobes** (puisque ce qui aime l'eau n'aime pas l'huile), ou des substances **hydrophobes donc lipophiles** (puisque ce qui n'aime pas l'eau aime l'huile) sont utilisées ou existent dans la nature.

Par exemple lorsqu'on « imperméabilise » une paire de chaussures neuves en cuir, on ajoute une couche d'un produit qui aime l'huile (donc qui n'aime pas l'eau) sur le cuir. Ainsi, la pluie ne pourra pas mouiller la chaussure et le pied restera au sec (attention : les imperméabilisants sont mauvais pour la santé et pour la nature !).



C'est la même chose avec la fleur de lotus (et avec de nombreuses autres plantes) : une couche de cire huileuse naturellement présente sur leur surface empêche l'eau de pénétrer dans les cellules de la plante. Comme l'eau n'aime pas cette cire, elle se recroqueville en billes pour essayer de ne pas toucher la plante !

Est-ce que c'est le même phénomène avec le mélange de maïzena et d'eau ? **NON**, pas du tout, et nous allons voir pourquoi ! 😊😊😊

MAÏZENA ET EAU : UN MÉLANGE MAGIQUE ?

Le mélange de **maïzena** (qui est de l'**amidon de maïs**) et d'**eau** est un mélange très surprenant, mais pas magique !

Lorsqu'on mélange la bonne quantité de maïzena et la bonne quantité d'eau, on obtient une pâte blanc-laiteux-jaunâtre. Rien de particulier à voir. C'est lorsqu'on joue avec ce mélange que tout change...



Si on manipule **LENTEMENT** le mélange (par exemple en plongeant **LENTEMENT** les doigts dedans, ou en le faisant couler dans la paume de la main), **LE MÉLANGE APPARAÎT COMME LIQUIDE !**

Et si on manipule **RAPIDEMENT ET FORTEMENT** le mélange (par exemple en essayant de plonger **RAPIDEMENT** les doigts ou la main dedans, ou en le malaxant fortement dans la paume de la main), **LE MÉLANGE APPARAÎT COMME SOLIDE !**

Exercice sympathique de diction : essayez de lire **rapidement et correctement** le texte qui suit.

Pour les scientifiques, **LE MÉLANGE MAÏZENA-EAU EST UN FLUIDE AUX PROPRIÉTÉS THIXOTROPIQUES NON-NEWTONIENNES**. Ils disent aussi que le mélange est un **FLUIDE RHÉOÉPAISSISSANT**.

Explications : lorsqu'il reste tranquille, le mélange se comporte comme un **LIQUIDE**, mais lorsqu'on le dérange brusquement, il se comporte comme un **SOLIDE**.



Si vous essayez de frapper un mélange maïzena-eau avec un marteau, c'est presque comme si vous vous tapiez sur un solide !

C'est tout le contraire avec le ketchup : lorsqu'on veut le faire couler hors du flacon, il faut le dérange brusquement (agiter le flacon) pour qu'il devienne un peu plus liquide.

Mais quelles sont « **la bonne quantité de maïzena** » et « **la bonne quantité d'eau** » ? Cela dépend de la qualité de la maïzena (notamment la grandeur des petits grains d'amidon). Il n'y a donc pas de règle stricte, mais le plus simple est de suivre cette « recette de cuisine » :

- Verser **un volume d'eau** (par exemple 1 cuillère à soupe pleine d'eau) dans un bol.
- Ajouter lentement dans ce bol **le même volume de maïzena** (avec une cuillère sèche, sinon un peu de maïzena restera dans la cuillère).
- Mélanger lentement l'eau et la maïzena, jusqu'à obtenir **une pâte onctueuse et homogène** (il ne doit pas y avoir des grumeaux).
- Si le mélange est **trop liquide et ne durcit pas** lorsqu'on frappe dessus avec la cuillère, il faut **rajouter lentement de la maïzena** (par exemple : une demi cuillère), mélanger, et tester l'effet.
- Si le mélange est **trop solide et ne coule pas** lorsqu'on plonge la cuillère dedans, il faut **rajouter lentement de l'eau** (par exemple : une demi cuillère), mélanger, et tester l'effet.
- En général, il faut **entre 1 volume de maïzena pour 2 volumes d'eau** (mélange plutôt liquide), **et 2 volumes de maïzena pour 1 volume d'eau** (mélange plutôt solide), pour obtenir un effet idéal.

Donc, lorsque vous écrivez « **C'est 2 cueillere de maïsenas et 2 cueillere d'eau** » pour répondre à votre question « **Quelle cantiter faux il de maïsenas et d'eau pour faire le numero ①** », vous faites tout juste ! 😊 😊 😊

Et pour finir, voulez-vous bien rire avec la maïzena ? Je vous propose de regarder en classe la petite vidéo que la Radio Télévision Suisse (RTS) a réalisée au Chimioscope pour son émission scientifique CQFD :

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

A bientôt, je l'espère !

Dr Didier Perret
directeur – Chimioscope

Mesdemoiselles Leyla et Selena – Atelier Arts Visuels
Ecole En Sauvvy
40, avenue du Curé-Baud
CH-1212 Grand-Lancy

Genève, le 12 février 2021

Chères Leyla et Selena,

Décidément, après l'œuvre de vos copines de classe Ada, Ana, Julia et Sarah, je vais de surprise en surprise, avec votre **SUPERBE ENVELOPPE ①** et votre **MAGNIFIQUE INSTALLATION ARTISTIQUE ②** ! Un grand bravo à vous pour l'humour de bande-dessinée que vous semblez maîtriser (y compris ce que les personnages disent et ce qu'ils pensent ; moi, je le trouve bien mignon, votre lapin). Félicitations ! 😊😊😊



Je constate également que vous maîtrisez la mythique Bernina. Ah, quelle chance vous avez (ma machine à coudre Elna ne me permet pas de faire autre chose que des points droits...) 😞😞😞

D'après votre œuvre, vous avez deux questions, écrites d'une magnifique écriture :

- « **Chère m. Perret. Nous voulons vous dire notre expérience °N1 moitié de maysena et moitié d'eau plus coloran alimenter texture jaune d'œuf, c'est encore trop dure. Qu devons-nous faire ?** ».
- et « **Est-ce que quand on garde beaucoup de CO₂ quesceque il se passe t'il ?** ».

Pour la question sur la maïzena, je vous invite à lire tout d'abord la réponse que j'ai donnée à vos camarades Ada, Ana, Julia et Sarah. Vous y trouverez une réponse qui ne répond pas complètement à votre question, parce qu'il est difficile de donner une réponse précise, mais cela vous permettra de comprendre ce qui suit !

COMMENT PRÉPARER LE MÉLANGE IDÉAL MAÏZENA-EAU ?

Dans ma réponse à Ada, Ana, Julia et Sarah, je disais qu'il faut **entre 1 volume de maïzena pour 2 volumes d'eau** (mélange plutôt liquide), **et 2 volumes de maïzena pour 1 volume d'eau** (mélange plutôt solide), pour obtenir un effet idéal.

Vous aurez compris que si votre mélange est préparé avec exactement moitié de maïzena et moitié d'eau, et qu'il est encore trop dur, il faudra **ajouter de l'eau pour que le mélange devienne un peu plus liquide**. Combien d'eau ? Ce sera à vous de le déterminer : tout dépend de la qualité « plutôt liquide » ou « plutôt solide » que vous voulez obtenir, et de ce que vous voulez faire avec votre mélange.

Mon seul conseil est d'utiliser un « **verseur d'eau** » adapté à votre préparation : si vous utilisez un petit récipient pour préparer votre mélange, il serait utile d'utiliser une **pipette** pour ajouter de l'eau. Vous trouverez dans l'enveloppe des pipettes en plastique, pour votre prochaine préparation (ou pour jouer avec à la maison). **Pour s'en servir**, il faut faire ainsi :

- 1) Appuyer sur la partie large en haut de la pipette (pour faire sortir l'air qu'elle contient).
- 2) En restant appuyé, plonger dans l'eau l'extrémité ouverte en bas de la pipette.
- 3) En restant dans l'eau, lentement relâcher la pression sur la partie large, pour permettre à l'eau de monter dans la pipette.
- 4) Lorsque l'eau est montée, retirer la pipette de l'eau.
- 5) Ajouter lentement (goutte à goutte) l'eau dans votre mélange en appuyant sur la partie large de la pipette.
- 6) Et voilà, à vous de jouer !

Bien sûr, si vous préparez une baignoire de mélange, vous devrez utiliser un « verseur d'eau » plus grand, comme par exemple un seau !

Passons maintenant à votre deuxième question, qui n'a rien à voir avec la première... !

QU'EST-CE QUE C'EST QUE CETTE HISTOIRE DE CO₂ ?

Votre question n'est pas très simple, parce que vous n'expliquez pas ce que vous voulez dire par « **...quand on garde beaucoup de CO₂...** » ! Voulez-vous dire « **garder**

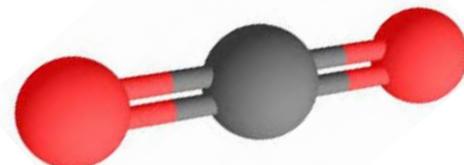


dans ses poumons », « garder chez soi », « garder dans l'atmosphère de notre planète » ?

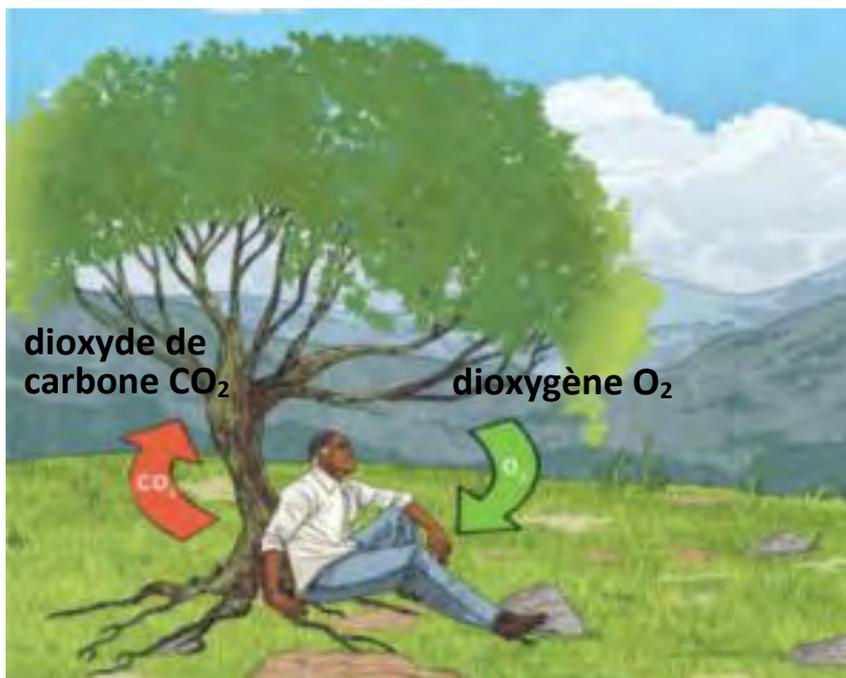
Comme je ne sais pas de quoi vous voulez parler, nous allons discuter un peu du CO₂, et peut-être que vous trouverez des réponses dans mes explications... 😊

D'abord, le nom de famille exact du CO₂, c'est « **dioxyde de carbone** ». C'est une **molécule**, c'est-à-dire une substance tellement petite qu'on ne peut pas la voir avec nos yeux (mais des instruments de laboratoire permettent de « voir » cette substance).

Cette molécule, elle ressemble à cela : la boule grise au milieu, c'est un atome de carbone ; les deux boules rouges aux deux extrémités, ce sont **deux** atomes d'oxygène (c'est pour cela qu'on appelle cette molécule « **dioxyde** »).



Le dioxyde de carbone, c'est une **molécule gazeuse**. Sans cette substance, il n'y aurait **pas de vie sur Terre**, mais elle est aussi **dangereuse pour la vie sur Terre**.
Ange ou démon ?



Sur l'image, vous voyez un **personnage assis sous un petit arbre**. Cette image permet de tout comprendre !

Le personnage respire et vit grâce à la présence de **dioxygène (O₂)** dans l'air. Le dioxygène est aussi une molécule gazeuse.

Le dioxygène de l'air que le personnage respire lui permet de **produire beaucoup de molécules différentes** dans ses cellules.

En produisant plein de molécules différentes, **le dioxygène est détruit** dans les cellules du personnage. Et le personnage, lorsqu'il expire (souffle l'air hors de ses poumons), **relâche du dioxyde de carbone** dans l'air.

On pourrait penser que tout le dioxygène présent dans notre atmosphère disparaîtra un jour, puisque tous les humains et tous les animaux le consomment. Eh bien **NON !** En fait, **c'est là que l'arbre intervient !**

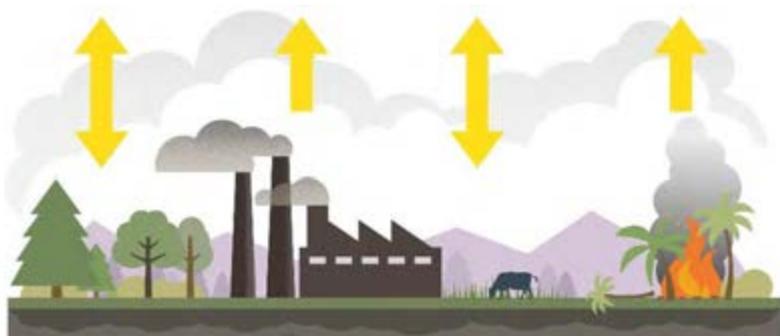
Tous les végétaux présents sur la planète respirent, comme vous et comme notre personnage. Mais **les végétaux respirent différemment des êtres vivants** : ils trouvent leur source d'énergie en respirant ...du **dioxyde de carbone**, qui leur permet de produire des nouvelles molécules dans leurs cellules.

En produisant plein de molécules différentes, le dioxyde de carbone est détruit dans les cellules de la plante. Et la plante qui expire aussi **relâche du dioxygène dans l'air**.

On peut résumer ce processus avec des flèches ; c'est ce que vous voyez sur l'image : **le dioxygène O₂ (flèche verte) que la plante produit est respiré par le personnage, qui relâche du dioxyde de carbone CO₂ (flèche rouge) que la plante absorbe**. La boucle est bouclée ! Le personnage utilise le gaz que la plante produit, et la plante utilise le gaz que le personnage produit.

Tout pourrait s'arrêter là, tranquillement, puisque cette boucle est à la source de la vie des humains et des animaux, et aussi des plantes. Chacun contribue fièrement à la vie et à la croissance de l'autre. Mais malheureusement, il y a d'autres processus qui viennent perturber ce beau mécanisme bien huilé.

Plusieurs activités sont responsables de la production de dioxyde de carbone. En plus de la respiration des humains et des animaux, **toutes les activités humaines qui utilisent des carburants produisent d'énormes quantités de dioxyde de carbone** : Les motos, voitures, camions, autocars, avions produisent du dioxyde de carbone. De même, les installations de chauffage et les usines qui utilisent des carburants produisent aussi du dioxyde de carbone.



Depuis les années 1850 (ère industrielle), le CO₂ augmente de dans notre atmosphère, et vient perturber les équilibres fragiles qui maintiennent la vie sur Terre : la température de l'atmosphère augmente partout, parce que le dioxyde de carbone fait lentement réchauffer l'air.

Mais nous avons des raisons d'espérer que **les humains prendront conscience de ces fragiles équilibres** et feront tout leur possible pour préserver leur unique planète !

En attendant, je vous salue bien bas et je me réjouis de vous retrouver tout bientôt !

Dr Didier Perret
directeur – Chimioscope

Messieurs Antoine et Jinkun – Atelier Arts Visuels

Ecole En Sauvvy
40, avenue du Curé-Baud
CH-1212 Grand-Lancy

Genève, le 14 février 2021

Chers Antoine et Jinkun,

Me voici à la troisième enveloppe, et à chaque fois je découvre un nouveau travail encore plus fou que les précédents ; votre **ENVELOPPE 1** EST GÉANTE (tant en taille qu'en réalisation) et votre **ŒUVRE 2** EST EXTRAVAGANTE, pleine de découvertes bien cachées et de mystères! Félicitations pour votre installation interactive ! 😊😊



J'ai d'ailleurs mis du temps à découvrir l'une des questions, bien cachée derrière son superbe et original store vénitien... ! 😊

Dans votre œuvre, il y a beaucoup de questions, que je vais reproduire ici :

- « **Est-ce qu'il y a un autre fluide non newtonien que maïzena-eau ?** ».
- « **Est-ce que le son est une matière ?** ».
- « **Est-ce que la lumière est une matière ?** ».
- « **Savez-vous d'où vien le lycodium ?** ».

Heureusement (pour moi !), certaines de vos questions ont déjà des bouts de réponses dans les lettres que j'ai adressées à vos camarades de classe Ada, Ana, Julia et Sarah, et aussi à Leyla et Selena. Vous allez donc pouvoir **partager** toutes et tous ensemble vos lettres ; comme cela, c'est l'ensemble de mes réponses qui vous donnera une vision élargie pour comprendre vos questions.

LES FLUIDES NON-NEWTONIENS

Dans mes réponses à Ada, Ana, Julia et Sarah, et à Leyla et Selena, on apprend que le mélange maïzena-eau est un fluide non-newtonien, c'est-à-dire un mélange qui se comporte différemment si on le laisse tranquille ou si on le taquine brusquement.

Pour comprendre ce qu'est un fluide non-newtonien, il faut d'abord comprendre ce qu'est un **fluide newtonien** ! Prenez de l'eau : si vous la laissez tranquille (c'est-à-dire si vous ne lui appliquez **aucune contrainte physique**), l'eau s'écoule naturellement. Et si vous la taquinez brusquement (par exemple si vous secouez énergiquement l'eau de votre bain), l'eau continue de s'écouler naturellement. Elle ne devient pas plus liquide ou plus solide. L'eau (et de nombreux liquides) **ne change pas sa viscosité au repos ou en l'agitant**, et l'eau est donc un fluide newtonien.

A l'inverse, **un fluide non-newtonien est un fluide dont la viscosité change entre le moment où il est au repos et le moment où il est agité.**

Vous connaissez beaucoup de fluides non-newtoniens, mais ils ne se comportent pas tous de la même manière quand on les agite fortement :

- Le **mélange maïzena-eau** et le **mélange sable-eau** : ce sont des fluides non-newtoniens qui deviennent **plus « solides »** (= plus visqueux, plus épais) lorsqu'on les agite : ce sont des **fluides non-newtoniens rhéoépaississants**.



Vous verrez, la prochaine fois que vous êtes sur une plage de sable : lorsque les vagues viennent mouiller le sable, faite entrer lentement une main dans le sable, puis essayez de faire la même chose très brusquement et très rapidement ; vous constaterez que c'est beaucoup plus difficile si vous le faites brusquement, car le mélange sable-eau devient « moins liquide ».

- Le **ketchup**, le **dentifrice**, **certaines peintures**, le **sang** : ce sont des fluides non-newtoniens qui deviennent **plus « liquides »** (=moins visqueux, moins épais) lorsqu'on les agite : ce sont des **fluides non-newtoniens rhéofluidifiants**.

Faites sortir du ketchup de son flacon sans malaxer le flacon, puis en le malaxant fortement : vous verrez que c'est plus facile en malaxant, car le ketchup devient « plus liquide ».



LE SON ET LA LUMIÈRE SONT-ILS DES MATIÈRES ?

Avant de vous répondre, je vous conseille d'aller voir la 1^{ère} lettre que j'ai envoyée à Ada, Ana, Julia et Sarah. J'y parle de vagues et de serpents, vous aimerez ! Et vous apprendrez aussi que les vagues (ou les serpents du désert) ont une forme qui nous permet de comprendre ce que sont les **ONDES**.

En effet, **LE SON ET LA LUMIÈRE NE SONT PAS DES MATIÈRES**. Vous ne pouvez pas les toucher, vous ne pouvez pas sentir leur texture avec vos doigts. C'est l'ouïe qui vous permet de percevoir le son, et la lumière ne peut être vue que par vos yeux. Comme le son et la lumière sont des ondes, on les appelle **ONDES SONORES** et **ONDES LUMINEUSES**.



Dans ma lettre à Ada, Ana, Julia et Sarah, je disais que « *les ondes sonores en forme de S se déplacent dans l'air jusqu'à une oreille, et l'ouïe convertit ces ondes en des sons dans le cerveau* », mais je disais aussi « *en fait, c'est beaucoup plus compliqué que ça* ». Voici donc quelques explications supplémentaires...

Quand on crée un son (un cri ou un mot, une note, un bruit), l'onde de ce son sort du « créateur » (la bouche, l'instrument de musique, la porte qui grince) et **POUSSE LES MOLÉCULES QUI CONSTITUENT L'AIR**. Ces molécules poussées vont alors pousser les molécules voisines, qui vont pousser les molécules suivantes, et ainsi de suite, jusqu'à ce que les dernières molécules d'air poussées arrivent dans votre oreille. Ce sont ces dernières molécules qui viennent perturber votre tympan au fond de votre oreille ; le tympan, qui va transformer la perturbation en un signal électrique, qui va être interprété par votre cerveau comme un son (le cri ou le mot, la note, ou la porte qui grince).

L'onde sonore n'est PAS une onde qui se déplace toute seule, mais le déplacement des molécules d'air, d'un émetteur vers un récepteur. Ce processus de déplacement prend du temps. **La vitesse du son dans l'air est d'environ 340 mètres par seconde**.

A l'inverse, l'onde lumineuse se déplace toute seule, sans pousser les molécules d'air. Ce processus est beaucoup plus rapide. **La vitesse de la lumière dans l'air est d'environ 300'000 kilomètres par seconde**.

Lorsqu'il y a un orage avec des éclairs et du tonnerre, vous voyez tout d'abord l'éclair, puis longtemps après, vous entendez le tonnerre, parce que la lumière va beaucoup plus vite que le son ! Amusez-vous à compter le temps entre l'éclair et le tonnerre : **chaque 3 secondes qui passent indiquent que l'éclair a eu lieu à environ 1 kilomètre de vous**.

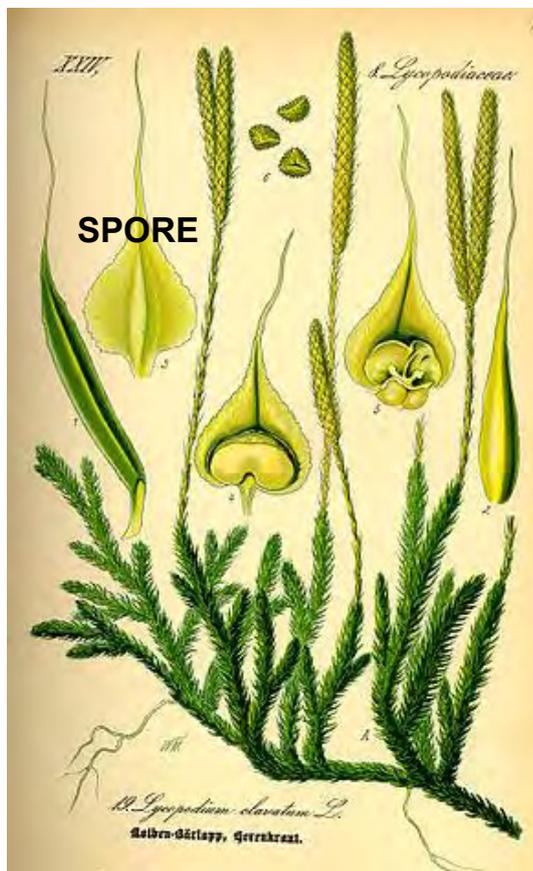


D'OÙ VIENT LE LYCOPODIUM ?

Je constate que vous parlez latin ! Félicitations ! 😊

En effet, en français, on parle simplement de lycopode. 😊

Mais voulez-vous parler de la plante, ou de la poudre ? 😊



D'abord **la plante** : C'est une plante assez rare, qu'on trouve plus facilement en montagne qu'en plaine. Elle peut atteindre 1 mètre de hauteur !

Il en existe plusieurs sous-espèces, mais l'espèce est appelée **lycopodium clavatum**, en latin.

En français, on parle de **lycopode officinal**.

Comme pour tous les noms de plantes et d'animaux, on utilise encore le latin, car c'est une langue qui est reconnue universellement chez les biologistes.

Pour se reproduire, la plante forme des **spores** (non, cela n'a rien à voir avec le sport !). Sur l'image ci-contre, on voit les spores en jaune ; ce sont des cellules de toute petite dimension avec une forme bien particulière.

Lorsqu'on fait sécher ces spores, on obtient de la **poudre de lycopode**, qui a des propriétés bien particulières.

La poudre de lycopode est **hydrophobe**. Vous voulez savoir ce que veut dire ce mot barbare ? Allez voir la 2^{ème} lettre que j'ai envoyée à Ada, Ana, Julia et Sarah. Vous apprendrez qu'hydrophobe veut dire **QUI N'AIMÉ PAS L'EAU**.

La poudre de lycopode mélangée à de l'air est **très explosive** ! Tant qu'on ne l'enflamme pas, on ne risque rien, mais si une étincelle ou une flamme surgit, c'est le drame ! On utilise la poudre de lycopode mélangée à de l'air pour des démonstrations spectaculaires.



Voilà ! Je vous salue bien bas et je me réjouis de vous retrouver tout bientôt !

Dr Didier Perret
directeur – Chimioscope

Messieurs Jorn et Léo – Atelier Arts Visuels

Ecole En Sauvvy
40, avenue du Curé-Baud
CH-1212 Grand-Lancy

Genève, le 14 février 2021

Chers Jorn et Léo,

Et voici enfin la 4^{ème} enveloppe, la vôtre ! Je mesure la qualité et la quantité de travail que vous avez toutes et tous investi pour m'envoyer de **SUBLISSIMES ŒUVRES** ② protégées dans d'**ADORABLES ENVELOPPES** ①. Je vous transmets toutes mes félicitations pour votre installation riche en couleurs et en aventures spatiales ! 😊😊



Je découvre de très nombreuses questions dans votre installation majestueuse, que je résume ici :

- « *que se que sais la hydrophobique* ».
- « *Est-ce que la lumière est une matière ?* » et « *la lumière est-elle une matière ?* »
- « *le son est-il une matière ?* ».
- « *Qui a inventé la maïzena ?* ».
- « *quelle matière est plus lourde au monde ?* ».
- « *Qu'est ce que c'est une matière maniétique ?* ».
- « *quelle matières son sur jupiter ?* ».
- « *pourquoi le golden record n'est pas revenus ?* ».

Ca fait beaucoup pour une seule lettre ! Mais il y a heureusement des éléments de réponses dans mes lettres envoyées à tou-tes vos camarades de classe, Ada, Ana, Julia et Sarah, ainsi que Leyla et Serena, et aussi Antoine et Jinkun.

Je vous invite donc à lire les autres lettres et à partager les connaissances de vos camarades, pour y découvrir de nombreuses réponses à vos questions. Je résume ici :

- **HYDROPHOBE** : c'est une substance qui **N'AIMÉ PAS L'EAU** ! (Voir ma 2^{ème} lettre à Ada, Ana, Julia, Sarah)
- **LUMIÈRE ET SON** : ce ne sont pas des matières, mais des **ONDES** en forme de S (Voir ma 1^{ère} lettre à Ada, Ana, Julia, Sarah, et ma lettre à Antoine et Jinkun)
- **MAÏZENA** : le mélange maïzena-eau est un **FLUIDE NON-NEWTONIEN RHÉOÉPAISSISSANT** (Voir ma 2^{ème} lettre à Ada, Ana, Julia, Sarah, et ma lettre à Leyla et Serena, et aussi ma lettre à Antoine et Jinkun)

Toutes vos autres questions sont inédites, mais je dois tout de même vous donner un complément d'information sur la maïzena.

QUI A INVENTÉ LA MAÏZENA ?

En fait, le mot « maïzena » désigne de la **FARINE DE MAÏS**, ou plus précisément de l'**AMIDON DE MAÏS**. L'amidon de maïs n'a pas été « inventé », puisque c'est un produit naturel extrait du maïs. On connaît cette farine depuis très longtemps, et on connaît aussi depuis longtemps ses propriétés épaississantes quand on la mélange avec de l'eau. C'est d'ailleurs pour cela qu'on ajoute un petit peu de maïzena dans certains plats qu'on cuisine, quand on veut les épaissir un peu.



C'est le mot « Maïzena » qui a été inventé, aux Etats-Unis, au XIX^{ème} siècle (certains disent que c'est en 1862 que le mot est apparu, d'autres disent que c'est en 1981). Ce mot est donc devenu une **MARQUE DE FABRIQUE**. En principe, on n'a donc pas le droit de parler de « Maïzena », avec un M majuscule, sauf si on utilise l'amidon de maïs produit par les propriétaires du nom (l'entreprise Conopco, qui appartient au groupe mondial Unilever ; les glaces Ben & Jerry's et le thé Lipton, c'est Unilever !).

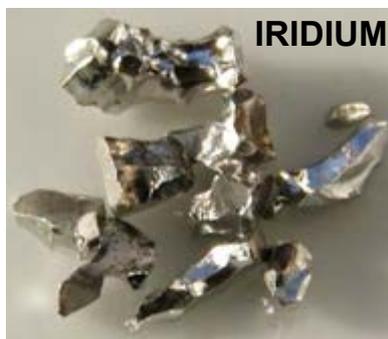
QUELLE MATIÈRE EST LA PLUS DENSE AU MONDE ?

Vous vous demandez quelle matière est la plus **LOURDE** au monde. En fait, **il ne faut pas confondre LOURD et DENSE** !

Prenons deux boîtes de même taille. Remplissons la première boîte de plumes, et la seconde boîte de sable. C'est bien sûr la seconde boîte avec le sable qui est la plus lourde.

Prenons maintenant une petite boîte et une grande boîte, et remplissons-les de plumes. C'est bien sûr la seconde boîte qui est la plus lourde, puisqu'elle contient plus de plumes que la première, bien que les deux boîtes contiennent **LA MÊME MATIÈRE** !

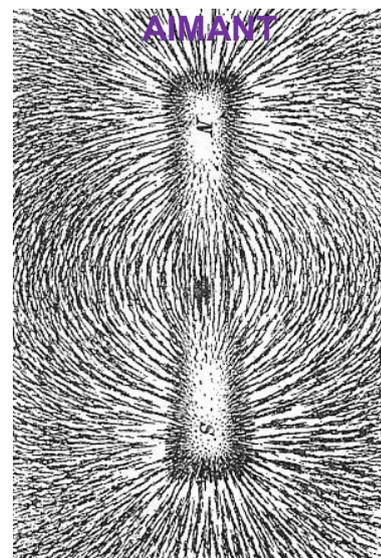
Sur notre planète Terre, la substance pure **LA PLUS DENSE** (c'est-à-dire qui pèse le plus lourd dans une boîte de dimensions données) est l'**OSMIUM**. Une bouteille de 1 litre remplie d'osmium pèsera 22.6 kilogrammes (environ 1/3 de moins que le poids moyen des élèves de 6P !). La deuxième substance pure la plus dense est l'**IRIDIUM** (22.56 kilogrammes pour une bouteille de 1 litre !). Vous ne connaissez pas l'osmium et l'iridium (ce sont des métaux nobles), mais vous connaissez le **PLATINE**, qui est la troisième substance pure la plus dense sur Terre (21.45 kilogrammes pour 1 litre !). En comparaison, un volume de 1 litre d'eau pèse seulement 1 kilogramme !



QU'EST-CE QU'UNE MATIÈRE MAGNÉTIQUE ?

Vous avez certainement tous des « **magnets** » sur votre frigo ou en classe. En fait, ces petits objets décoratifs et bien pratiques pour faire tenir des feuilles sur les surfaces métalliques sont fabriqués en matière magnétique.

Le **MAGNÉTISME**, c'est un phénomène physique qu'on observe dans certaines substances qui peuvent attirer ou repousser d'autres substances. On peut se représenter le magnétisme par une expérience simple : On pose une feuille de papier sur un aimant (un « magnet »), puis on saupoudre de la poudre de fer très fine sur la feuille. On observe alors que la poudre se répartit selon des lignes, comme sur l'image ci-contre. Ces lignes sont les **LIGNES DE FORCE DU CHAMP MAGNÉTIQUE** de l'aimant.



La Terre aussi possède un champ magnétique et des lignes de force : comme les aimants, elle a un **PÔLE NORD** et un **PÔLE SUD**, et l'aiguille d'une **BOUSSOLE** s'aligne dans la direction du pôle Nord. Ceci est dû au fait que le centre de la Terre est une énorme boule de fer en fusion qui tourne, ce qui crée le champ magnétique.



Certaines substances sont des **AIMANTS PERMANENTS** (ils attirent ou repoussent tout le temps, mais cette propriété diminue lentement). D'autres substances sont des **ELECTRO-AIMANTS** (ils n'attirent ou ne repoussent que lorsqu'on fait passer du courant électrique dedans). On trouve aussi dans le commerce des **SUPERAIMANTS**, beaucoup plus forts que les aimants conventionnels (et aussi beaucoup plus dangereux : ils sont tellement forts qu'ils peuvent vous briser le doigt si vous le placez entre deux super-aimants !). Et il existe aussi des liquides

magnétiques, qu'on appelle des **FERROFLUIDES** ; si vous voulez faire de l'ART avec de la SCIENCE, demandez à votre enseignante d'Arts Visuel de vous passer une vidéo sympa : <https://www.youtube.com/watch?v=Pizqx8c3H4s>.

QUE TROUVE-T-ON SUR JUPITER ?

Jupiter, la 5^{ème} planète du système solaire, est la plus grande. Elle est environ **10× plus petite que notre soleil**, mais **11× plus grande que la Terre** et environ **1300× plus lourde que la Terre**. Et pourtant, Jupiter est environ 4× moins dense que la Terre, parce qu'elle n'est principalement

CONSTITUÉE QUE DE DIHYDROGÈNE (H₂) ET D'HÉLIUM (He). On trouve aussi

des traces de **méthane**

(CH₄), d'**eau** (H₂O) et d'**ammoniac** (NH₃) ; que des molécules pas très sympathiques ! Et la température à sa surface est d'environ -160 °C. Impossible d'y vivre, donc !



LE GOLDEN RECORD ET L'HUMANITÉ (ET LES EXTRA-TERRESTRES ?)



Le « **Voyager Golden Record** » (disque d'or de Voyager) est un disque en or sur lequel plein d'informations sur notre planète ont été enregistrées (des images, des sons, des textes).

Ce disque a été installé dans les sondes spatiales américaines *Voyager* qui sont parties de la Terre en 1977, et se dirigent vers l'extérieur de notre système solaire (elles devraient quitter notre système solaire dans quelques dizaines de milliers d'années).

Le projet *Voyager Golden Record* a deux buts particuliers :

- Garder pour l'éternité des messages qui représentent tout ce que notre planète et ses habitants (humains et animaux) sont, et aussi tous les espoirs de l'humanité face au cosmos. C'est **L'IMAGE QUE L'HUMANITÉ VEUT DONNER D'ELLE**. Si l'humanité disparaît un jour, les messages enregistrés sur ce disque seront un témoignage de son existence.
- Et si un jour ce disque d'or était intercepté par d'éventuelles civilisations hors de notre système solaire, ces civilisations pourraient éventuellement comprendre que nous existons ou que nous avons existé. C'est **LE MESSAGE QUE L'HUMANITÉ VEUT TRANSMETTRE À D'ÉVENTUELS EXTRA-TERRESTRES**. Mais ce deuxième but n'est pas très simple à réaliser, car il faut :
 - que des extra-terrestres existent,
 - que le *Voyager Golden Record* leur parvienne et qu'il ne soit pas endommagé,
 - qu'ils arrivent à le lire, à le traduire, à le comprendre.

Actuellement, Voyager 1 a déjà parcouru environ 22 milliards de kilomètres... ! On peut suivre son évolution sur <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/status/>.

Comme le disque d'or est sensé survivre à l'humanité, il est évident qu'**IL NE DOIT SURTOUT PAS REVENIR SUR TERRE**, puisque dans quelques milliards d'années la Terre n'existera plus... mais c'est un autre sujet !



Voilà ! J'espère que ces réponses vous permettront de vous projeter dans votre monde et dans l'univers. Je vous salue bien bas et je me réjouis de vous retrouver tout bientôt !

Dr Didier Perret
directeur – Chimioscope