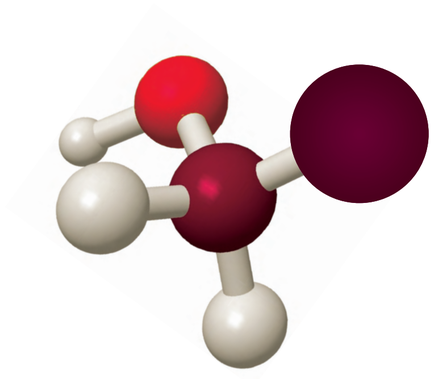
Chimie

express

casden
BANQUE POPULAIRE

cea
energie atomique • energies alternatives

Cette exposition est réalisée par la direction de la communication du CEA avec le soutien de la CASDEN



POUR EN SAVOIR PLUS

« Quelles sont les ressources de la chimie verte ? »
Stéphane Sarrade, éditions EDP Sciences

« La chimie est-elle réellement dangereuse ? »
Stéphane Sarrade, Les Petites Pommes du savoir, éditions Le Pommier

« La chimie est un jeu »
Alexandra Bender et Catherine Rabbe, collection Librio, éditions j'ai lu

Les Docs des incollables
« la Physique-Chimie au quotidien »

www.cea.fr

casden BANQUE POPULAIRE

cea

energie atomique • energies alternatives

Chimie

express

Zoom sur la matière

La matière est composée d'atomes.
En associant des atomes, il est possible de construire des édifices beaucoup plus compliqués, on les appelle des molécules.
L'agencement de ces molécules permet de former des matériaux.

Ne pas « mélanger »

Les transformations qui produisent de nouvelles substances sont appelées des *réactions chimiques*.
Les transformations qui provoquent un changement de forme ou de propriété, comme lorsqu'on dissout du sucre dans son café, sont appelées *mélanges*.
Ces mélanges associent deux ou plusieurs substances qui n'aboutissent pas à la formation d'un nouveau produit.
Dans ce cas, il n'y a pas de réaction chimique et si les substances n'ont pas réagi, on peut les extraire de nouveau, les séparer.

3 grands domaines de la chimie

La chimie organique est la chimie des êtres vivants, des animaux ou des végétaux.

La chimie minérale (ou inorganique) est la chimie du monde minéral, de la terre et de l'eau.

La biochimie, apparue au début du XXème Siècle et issue de la chimie organique, s'attache à étudier les molécules organiques et les réactions chimiques au sein des organismes vivants, et en particulier dans les cellules humaines.

Le saviez-vous ?

La chimie est la seule discipline universitaire qui a conduit à la création d'une industrie qui porte exactement le même nom et qui met directement en pratique ses résultats et connaissances fondamentales. Il existe en effet une industrie chimique, mais pas d'industrie physique, mathématique ou biologique...

QU'EST-CE QUE LA CHIMIE ?

La chimie est la science qui nous permet de comprendre et d'expliquer la matière et ses transformations. Ainsi, le chimiste observe, expérimente et essaie de comprendre le monde qui l'entoure.

casden BANQUE POPULAIRE

cea
energie atomique • energies alternatives

Chimie express

Extraction séparation

La plupart des substances utiles de la nature ne se trouvent pas sous une forme pure : il faut les extraire et séparer la substance recherchée.

On peut également avoir besoin de se débarrasser d'une substance non désirable : le dessalement de l'eau de mer, la dépollution de l'atmosphère,...

On peut également avoir besoin de décomposer un mélange en ses différents constituants, afin de l'analyser. On utilise alors des techniques d'extraction et de séparation comme la percolation, la distillation, la filtration.

Emulsion et formulation

Les mélanges de plusieurs substances, sans provoquer de réaction chimique, s'appelle des *formules* et l'art de mélanger, *la formulation.* Le dentifrice, le shampooing, la peinture, les bonbons,...sont le résultat de ces formules. Il existe des mélanges rebelles, comme l'huile et l'eau, qui refusent catégoriquement de se mélanger, on fait alors une *émulsion* ; c'est-à-dire une dispersion d'une phase dans une autre. La mayonnaise est un exemple. Pour rendre l'émulsion encore plus stable il est possible de faire appel à une 3 ème substance qui va servir à « réconcilier » les deux « adversaires », on les appelle les *tensio-actifs.*

Dissolution cristallisation

Quand du sel se dissout dans l'eau, il disparait à nos yeux. En réalité, les composants du sel se séparent et s'entourent de molécules d'eau. Au-delà d'une certaine quantité de sel introduite, il ne se dissout plus. L'eau ne peut plus accueillir de nouveaux éléments, on dit qu'elle est saturée.

Le processus inverse de la dissolution est la *cristallisation.* Les atomes d'un solide dissout se réorganisent progressivement en une structure très ordonnée : un cristal.

La nature est constituée à 80 % de cristaux : métaux, roches, carapaces, ossements, neige, pierres précieuses,...

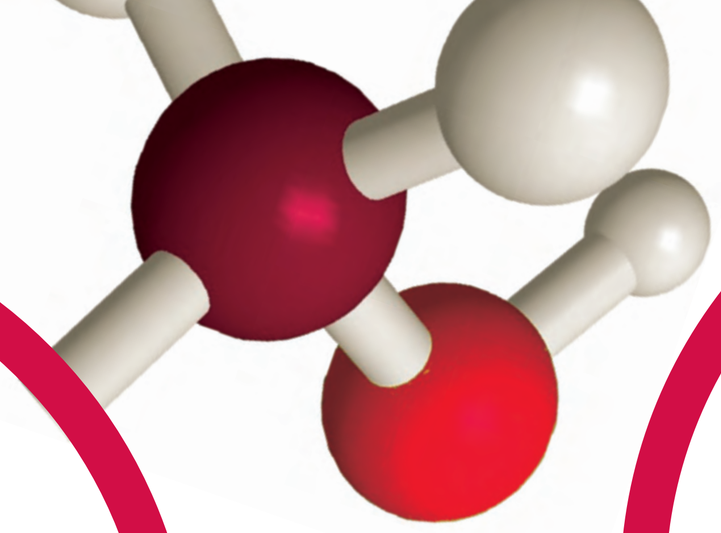
TRANSFORMER SÉPARER, MÉLANGER

casden BANQUE POPULAIRE

cea
energie atomique • energies alternatives

Chimie

express



Transports

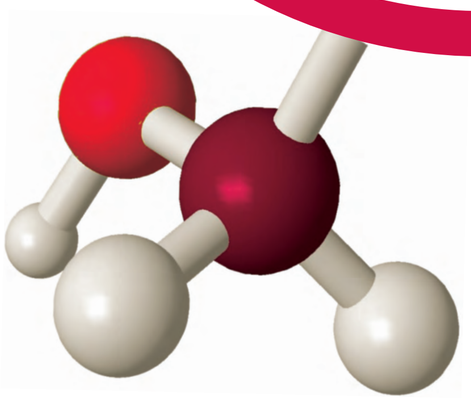
La chimie est utilisée pour la mise au point de matériaux innovants. Les systèmes de batteries sont des systèmes électro-chimiques ; la chimie est donc indispensable au développement de nouvelles batteries électriques.
Elle va permettre d'augmenter la puissance des batteries donc leur autonomie, leur durée de vie et leur sûreté.

Energie nucléaire

Dans les déchets radioactifs, la chimie permet de séparer les matériaux capables de fournir encore beaucoup d'énergie (uranium et plutonium) et d'autre part d'extraire les résidus issus de cette séparation. Ces résidus, après vitrification et conditionnement, rejoindront les filières de gestion à long terme des déchets radioactifs.

Nouvelles Technologies pour l'Energie

En inventant des matériaux toujours plus performants en termes de rendement, plus économe en matière première et en énergie nécessaires pour les fabriquer, les chimistes contribuent à l'optimisation des panneaux solaires photovoltaïques. Les chimistes cherchent aussi des matériaux innovants pour faire fonctionner les piles à combustible à plus basse température.



Sciences du vivant

L'un des principaux enjeux est l'étude du devenir in-vivo des composés chimiques que nous fabriquons dans notre corps. Un autre des grands défis de la biologie aujourd'hui est de comprendre comment des réactions chimiques élémentaires entre macromolécules (ADN, enzymes,...) sont connectées aux processus biologiques complexes, indispensables pour la découverte de nouveaux médicaments qui exige une meilleure compréhension des interactions moléculaires .

LA CHIMIE AU CEA

La chimie est au cœur de tous les grands programmes du CEA. Pour développer les procédés de traitement des combustibles nucléaires, concevoir de nouveaux matériaux pour les batteries, développer de nouveaux médicaments,...

casden BANQUE POPULAIRE

cea

energie atomique • energies alternatives

Chimie express

ICSM, l'Institut de Chimie Séparative de Marcoule

Unité mixte de Recherche CEA-CNRS-UM2-ENSCM (UMR 5257) créée en 2007

L'institut a pour objectif l'étude des interfaces en conditions extrêmes pour comprendre les mécanismes qui gouvernent les phénomènes de séparation dans les fluides complexes et les matériaux du nucléaire. La mission prioritaire de l'institut est de faire émerger des procédés et matériaux innovants pour le cycle des combustibles des réacteurs nucléaires du futur.

L'installation met en œuvre la chimie séparative, facteur d'efficacité de très nombreux procédés industriels, notamment le développement de substances chimiques très innovantes, capables d'être utilisées dans des environnements hostiles.

L'aspect très innovant de ces recherches, où les phénomènes chimiques sont étudiés à l'échelle du nanomètre, fait que les avancées attendues peuvent être aussi mises à profit dans les technologies pour l'information et la communication, les biotechnologies,...

Atalante,

une installation de recherche en radiochimie -chimie en milieu radioactif- sans équivalent dans le monde.

Cette installation nucléaire est dédiée à la Recherche et Développement du traitement des combustibles usés, depuis la dissolution jusqu'à la vitrification. Les chimistes y testent de nouvelles molécules et de nouveaux procédés pour améliorer le recyclage et isoler les éléments les plus radiotoxiques. Atalante est situé sur le centre CEA de Marcoule, dans le sud de la France.

ZOOM SUR DEUX GRANDS LABORATOIRES DE CHIMIE

casden BANQUE POPULAIRE

cea

energie atomique • energies alternatives

Chimie

express

Le concept de Chimie Verte est définie en 1998
par les chimistes américains
Paul Anastas &
john Warner.

Les 4 concepts

Utiliser au maximum les matières premières,
qui transformées doivent se retrouver le plus largement dans le produit final, limitant ainsi la production de sous-produits,

Utiliser des solvants propres,
non toxiques et compatibles avec l'environnement,

Utiliser au mieux l'énergie en termes de rendement,
d'économie de sources et de rejets,

Produire des quantités minimales de déchets
et dans des formes adaptées (solide, liquide ou gazeuse)
Minimiser les causes d'accident
Appliquer le principe de précaution à bon escient
Maximiser les rendements de toutes les opérations chimiques, pour que le développement soit durable et économiquement viable.

Les 12 principes

Depuis, cette définition a été développée en 12 principes parmi lesquels :

- Prévenir et limiter la production de **déchets**
- Concevoir des produits et des composés chimiques avec peu ou pas de **toxicité**
- Faire des réactions chimiques avec des produits et réactifs de **toxicité faible** ou nulle
- Utiliser des **solvants plus sûrs** et moins toxiques : remplacement des solvants organiques tels que le trichloéthylène, le chlorophorme notamment
  CO^2 supercritique - fluides supercritiques (exemple : du café décafeiné > opération d'extraction chimique moins le goût de bouchon)
- **Analyser** en continu toutes les réactions de transformation pour détecter immédiatement la production de sous produits afin de les minimiser voire de les éliminer
- **Concevoir** des produits chimiques dans des formes appropriées (liquide, solide ou gazeuse…) afin de limiter les risques d'accident : explosions, incendies, dissémination dans l'environnement.

CHIMIE VERTE

Pour une utilisation raisonnable de la chimie.
Notion née aux Etats-Unis dans les années 90, la chimie verte a pour but de concevoir des produits et des procédés chimiques permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses.

casden BANQUE POPULAIRE

cea
energie atomique • energies alternatives

Chimie express

La cuisine

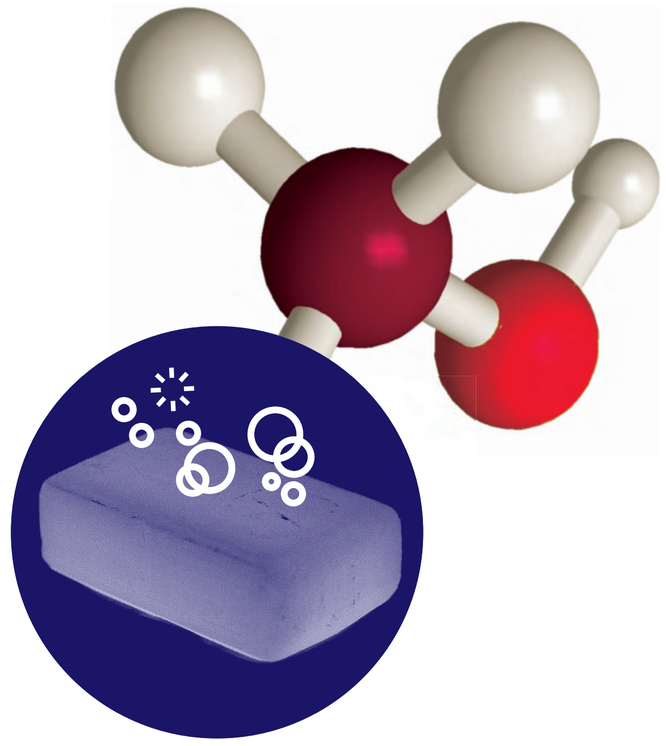
Décoction, extraction, infusion, la cuisine est un véritable laboratoire de chimie. Pour préparer un café, on réalise une extraction d'arôme et de caféine. Et pour obtenir un thé ou une tisane, on réalise une décoction ou une infusion en faisant tremper des morceaux de végétaux, racines, écorces, feuilles… dans de l'eau chaude.

Le savon

Le savon est à la base un produit obtenu après une réaction chimique dite de « saponification ». L'élément principal est souvent un tensioactif qui, de par sa composition, va solubiliser la saleté dans l'eau chaude qui sort du robinet.

Le papier

Il est composé de fibres de cellulose transformées en feuilles imputrecibles.



Les plastiques,

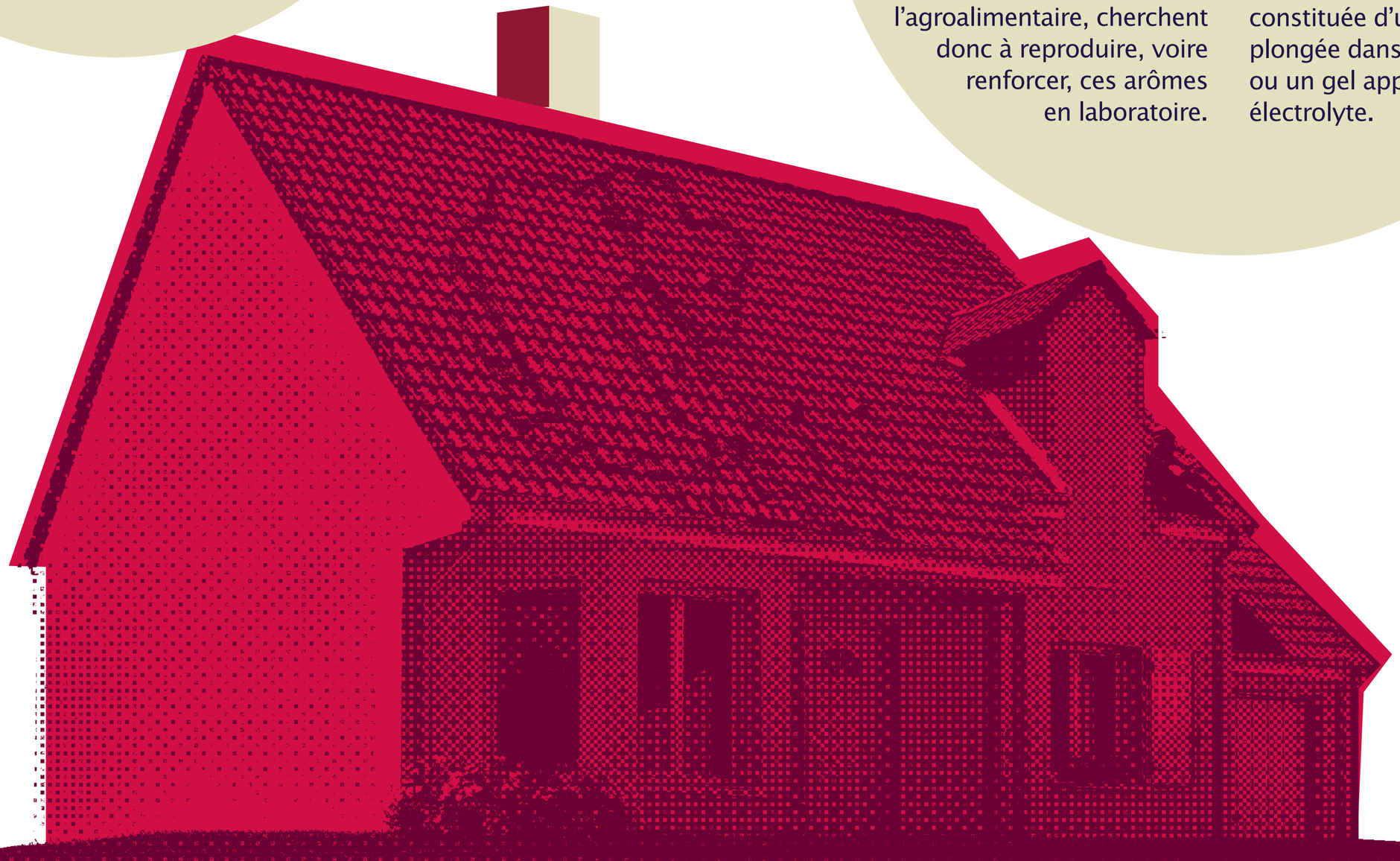
Les matières plastiques représentent une véritable révolution dans l'histoire des matériaux. Les plastiques couvrent une large gamme de matériaux, dits polymères, qui trouvent des usages dans tous les secteurs de notre vie quotidienne : le polystyrène pour les boîtiers de CD, le polypropylène pour les tapis et moquettes, le PVC pour les tuyaux de canalisation, les élastomères pour les semelles de chaussures,…Légèreté, résistance, transparence, isolation, les plastiques offrent des propriétés inenvisageables avec des matériaux traditionnels.

Les arômes

Les arômes naturels sont présents en faible quantité dans les organismes vivants, animaux ou végétaux. Ces arômes peuvent être extraits des plantes par différents procédés chimiques mais ces opérations ne produisent que de faibles quantités d'arômes pour un prix élevé. Les industriels, notamment de l'agroalimentaire, cherchent donc à reproduire, voire renforcer, ces arômes en laboratoire.

La pile,

Une pile est constituée de 2 demi-piles qui sont le siège de réactions chimiques. Ces réactions mettent en jeu des électrons, qui sont transférés d'une demi-pile vers l'autre, par l'intermédiaire d'un conducteur métallique : c'est ce mouvement d'électrons qui produit le courant électrique. Chaque demi-pile est constituée d'une électrode plongée dans un liquide ou un gel appelé électrolyte.



CHIMIE AU QUOTIDIEN

La chimie est indissociable de notre quotidien car…tout est chimie. La chimie est utilisée dans de nombreux secteurs d'activité tels que l'énergie, le bâtiment dans le domaine de la construction et du confort de la maison, l'hygiène, les transports, l'alimentation, la santé, l'agriculture,…Elle est également présente dans la fabrication de médicaments, la purification de l'eau et de l'air, la maîtrise de la consommation des matières premières,…

casden BANQUE POPULAIRE
cea
energie atomique • energies alternatives

Chimie

express

Bioluminescence

Les lucioles comme plus de 700 autres espèces vivantes, sont capables de produire de la lumière. Ce phénomène s'appelle bioluminescence. Au sein des cellules de la luciole, une molécule, la luciférine, est oxydée par l'oxygène de l'air grâce à l'action d'une enzyme, la luciférase. La réaction se fait avec émission de photons, les particules qui constituent la lumière.

Le saviez-vous ?

En observant le phénomène naturel de bioluminescence, les chimistes ont réussi à reproduire la réaction chimique en créant le luminol, une molécule qui réagit avec certaines substances en produisant de la lumière. C'est cette molécule qui est utilisée par la police scientifique pour détecter d'infimes traces de sang sur les scènes de crime.

La chimie est présente dans la nature ; il y a des réactions chimiques, des interactions, des échanges de matière et d'énergie entre les organismes vivants et leur environnement géologique...

Il y a aussi la composition des sols, et ces végétaux qui poussent, piquent et pourrissent...

Le vivant met en œuvre des séquences complexes de réactions chimiques qui pourraient sembler emprunter aux laboratoires : le venin de serpent, la toile ou la soie de certains insectes ou les décharges électriques de certains poissons,....

Les orties

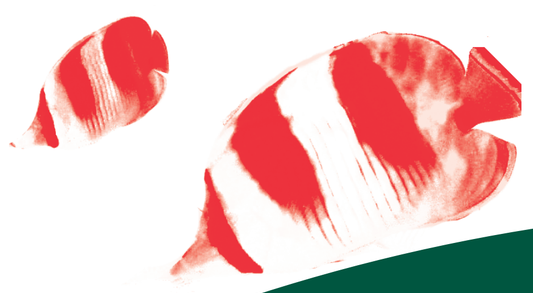
C'est l'histamine qui est responsable des démangeaisons provoquées par la piqûre des orties, l'une des 4 molécules présentes dans les poches qui se trouvent à la base des poils urticants des orties.

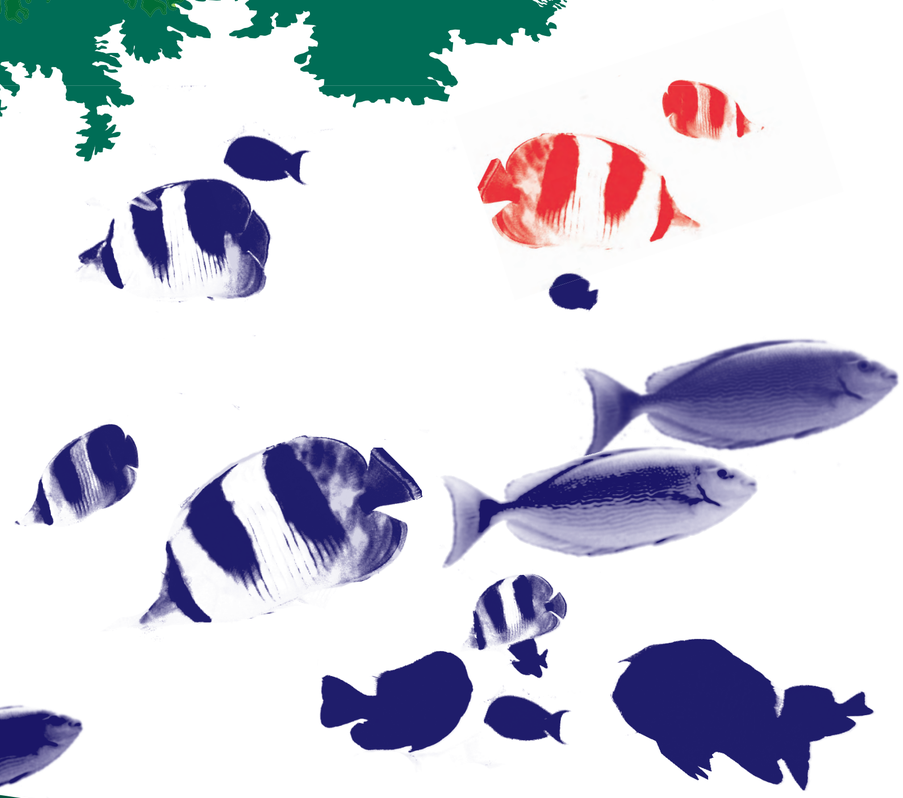
La photosynthèse

est le processus biochimique qui permet aux plantes, aux algues et à certains micro-organismes, grâce à l'énergie apportée par les rayonnements du soleil, de transformer le CO_2 en matière organique (hydrates de carbone) et en oxygène.

Dans le corps humain

de nombreuses réactions chimiques sont mises en œuvre, comme la pousse des cheveux, l'assimilation d'un aliment, ou la synthèse d'hormone.
Avec ses milliards de molécules, ses réactions en chaîne, ses transformations au quotidien, notre corps est une véritable usine chimique.





CHIMIE DANS LA NATURE

La chimie est présente dans la nature. La chimie est aussi une façon de décrire le monde qui nous entoure.

casden BANQUE POPULAIRE

cea
energie atomique • energies alternatives

Chimie

express

ECHA

Agence européenne des produits chimiques, elle gère les procédures d'enregistrement des produits chimiques par les industriels

REACH

Le *Réglement européen, Registration Evaluation and autorisation of chemicals,* est entré en application en 2007.

Il formalise la responsabilité des producteurs et des utilisateurs de produits chimiques.
Il revient à l'industriel d'évaluer et de gérer les risques posés par les produits chimiques et de fournir des informations de sécurité adéquates à leurs utilisateurs.

LA CHIMIE EST-ELLE RÉELLEMENT DANGEREUSE ?

Tout est une question de dose, une même molécule peut à forte dose causer des désastres et lorsqu'elle est maitrisée, à faible dose, sauver des vies. Exemples du DDT (insecticide polluant et traitement de choc contre la malaria), et du Taxol (poison violent et médicament anti-cancéreux).

casden BANQUE POPULAIRE

cea

energie atomique • energies alternatives