**La chimie verte (la chimie durable)**

**Introduction**

L'industrie chimique s'est considérablement développée au cours du vingtième siècle. Aujourd'hui, la chimie est omniprésente : Beaucoup de produits que nous consommons ou utilisons ont, au moins à une étape de leur fabrication, un lien avec l'industrie chimique. Cependant, les catastrophes aux conséquences humaines (par exemple : l’explosion d’un stock de nitrate d’ammonium, France) ou écologiques ont contribué à la dégradation de l’image de la chimie. La chimie traditionnelle est accusée d’être polluante et source d’exposition de, la faune, la flore, les hommes, les sols, les océans et l’air à des substances nocives. Ceci a conduit à une prise de conscience des risques avec objectif d’utiliser des matières premières, de synthétiser des produits et d’appliquer des technologies dans le respect de l’environnement.

**Chimie verte**

Dans le contexte d’une chimie plus soucieuse de l'environnement et de la santé est apparu le concept de chimie verte. En 1991, un programme de « chimie verte » a été lancé par l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA). Cette notion a été définie comme : « La chimie verte a pour objectif de concevoir des produits et des procédés chimiques permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses. » Le danger est ici pris au sens large : physique (substance inflammable, explosive...), toxicologique (cancérogène, mutagène...) ou global (destruction de la couche.

**Les 12 grands principes de la chimie durable**

La chimie verte (la chimie durable) permet de préserver au mieux l’avenir des générations futures. Elle s’appuie sur douze principes :

1. **La prévention** : il faut éviter à tout prix de produire des déchets et donc des la mise en place des procédés il faut penser à éviter d’en produire trop.
2. **L’économie d’atomes** : il faut maximiser le nombre d’atomes de réactifs transformés en produits au cours de la synthèse.
3. **La conception de méthodes moins dangereuses** : les méthodes de synthèses doivent utiliser (autant que cela est possible) et produire des substances qui sont le moins toxiques pour l’Homme et pour l’environnement.
4. **La conception de produits chimiques plus surs :** en mettant au point les produits voulus qui soient le moins toxiques possible.
5. **L’utilisation de solvants et d’auxiliaires moins polluants :** utiliser au maximum des auxiliaires inoffensifs plutôt que des auxiliaires de synthèse comme par exemple des solvants.
6. **La recherche du meilleur rendement énergétique** : la dépense énergétique doit être pensée en fonction de son impact sur l’environnement et sur l’économie et doit donc être la plus minime possible. Les opérations de synthèse doivent s’effectuer quand cela est possible dans les conditions de température et de pression ambiantes.
7. **L’utilisation de ressources renouvelables** : il faut s’efforcer d’utiliser des matières premières renouvelables ou des ressources naturelles plutôt que des matières fossiles non renouvelables quand cela est possible.
8. **La réduction du nombre de dérivés :** il faut éviter au maximum l’apparition de dérivés. Pour se faire, il faut éviter d’avoir recours aux radicaux bloquants (protecteurs/dé-protecteurs ou de modification temporaire des processus physiques ou chimiques). En effet, ces radicaux peuvent générer de nombreux déchets avec un surplus d’agents réactifs ce qui est à éviter.
9. **L’utilisation de la catalyse :** l’utilisation d’agents catalytiques est préférable à l’utilisation de procédés stœchiométriques.
10. **La conception de produits en vue de leur dégradation :** les produits sont conçus avec l’optique qu’ils deviennent des déchets inoffensifs biodégradables.
11. **L’observation en temps réel pour prévenir la pollution** : l’observation et la surveillance des opérations en cours doit permettre d’appréhender la formation de potentiels produits dangereux.
12. **La mise en place d’une chimie plus fiable :** le choix des substances et de leur état physique doit être fait scrupuleusement pour éviter tout risque d’explosion, d’incendies ou d’émanations dangereuses.

**Exemples de chimie verte**

Exemple 1 : la [synthèse de l'ibuprofène](http://culturesciences.chimie.ens.fr/node/787)

L'ibuprofène est un anti-inflammatoire qui est synthétisé en quantités industrielles depuis les années 1960 par le procédé Boots. La synthèse de l’ibuprofène s’effectue en six étapes et génère des de déchets en quantité importante qu'il faut séparer et éliminer : la production annuelle de 13000 tonnes d'ibuprofène génère plus de 20000 tonnes de déchets. Au début des années 1990, la société BHC a développé un procédé catalytique en trois étapes qui génère une quantité beaucoup plus faible de produits secondaires. Ces sous-produits sont par ailleurs récupérés et valorisés, ce processus ne génère finalement pas de déchets !

 Exemple 2 : la synthèse de l’ uréthane

Comme polymères, les polyuréthanes sont utilisés dans un grand nombre d'applications commerciales. Le monomère uréthane est synthétisé à partir d'isocyanate. Ce dernier est traditionnellement synthétisé par l'action du phosgène sur une amine. Or le phosgène est un gaz extrêmement toxique. La société Monsanto a développé un procédé de synthèse où le phosgène est remplacé par le dioxyde de carbone, non-toxique :



Exemple 3 : Solvants

* Beaucoup de solvants organiques sont toxiques et la chimie verte recommande leur remplacement par des solvants non toxiques ou moins toxiques. Aujourd'hui, les solvants organiques apolaires sont remplacés par le dioxyde de carbone CO2 à l'état supercritique (intermédiaire entre gaz et liquide), aux. A titre d’exemple le CO2 est utilisé comme substitut au tétrachlorométhane CCl4, composé très toxique, dans le procédé de décaféination. CO2 présente certains avantages : c'est un composé non-toxique, non-inflammable, renouvelable et bon marché.