

ANNEXE : PRINCIPES FONDATEURS DE LA CHIMIE VERTE ET EXEMPLES

1- Prévenir la pollution : « *La limitation de la pollution à la source en évitant la production de résidus plutôt que de devoir traiter et éliminer les déchets* ».

2- Mettre en place l'économie d'atomes et d'étapes : « *L'économie d'atomes et d'étapes qui permet de réaliser, à moindre coût, l'incorporation de fonctionnalités dans les produits recherchés tout en limitant les problèmes de séparation et de purification* ».

3- Appréhender, concevoir des synthèses moins dangereuses : « *La conception de synthèses moins dangereuses grâce à l'utilisation de conditions douces et la préparation de produits peu ou pas toxiques pour l'homme et l'environnement* ».

4- Élaborer des produits chimiques moins toxiques : « *La conception de produits chimiques moins toxiques avec la mise au point de molécules plus sélectives et non toxiques impliquant des progrès dans les domaines de la formulation et de la vectorisation des principes actifs et des études toxicologiques à l'échelle cellulaire et au niveau de l'organisme* ».

5- Minimiser l'utilisation de solvants organiques et d'auxiliaires de synthèse : « *La recherche d'alternatives aux solvants polluants et aux auxiliaires de synthèse* ».

6- Favoriser l'emploi d'énergies renouvelables : « *La diminution des besoins énergétiques des procédés chimiques en choisissant, dès que possible, des méthodes de synthèse qui peuvent être réalisées à température ambiante et à pression atmosphérique. La limitation des dépenses énergétiques avec la mise au point de nouveaux matériaux pour le stockage de l'énergie et la recherche de nouvelles sources d'énergie à faible teneur en carbone* ».

7- Utiliser des matières premières dites renouvelables : « *L'utilisation de ressources renouvelables à la place des produits fossiles. Les analyses économiques montrent que les produits issus de la biomasse représentent 5 % des ventes globales de produits chimiques et pourraient atteindre 10 à*

20 % en 2010. Plus de 75 % de l'industrie chimique globale aurait alors pour origine des ressources renouvelables ».

8- Réduire le nombre de dérivés susceptibles de créer des déchets qu'il faudra gérer : « *La réduction du nombre de dérivés en minimisant l'utilisation de groupes protecteurs ou auxiliaires* ».

9- Préférer les procédés catalytiques aux procédés stoechiométriques : « *L'utilisation des procédés catalytiques de préférence aux procédés stoechiométriques avec la recherche de nouveaux réactifs plus efficaces et minimisant les risques en termes de manipulation et de toxicité. La modélisation des mécanismes par les méthodes de la chimie théorique doit permettre d'identifier les systèmes les plus efficaces à mettre en œuvre (incluant de nouveaux catalyseurs chimiques, enzymatiques et/ou microbiologiques)* ».

10- Concevoir des produits non persistants dans l'environnement : « *La conception des produits en vue de leur dégradation finale dans des conditions naturelles ou forcées de manière à minimiser l'incidence sur l'environnement* ».

11- Élaborer des moyens d'analyse en temps réel pour lutter contre la pollution : « *La mise au point des méthodologies d'analyses en temps réel pour prévenir la pollution, en contrôlant le suivi des réactions chimiques. Le maintien de la qualité de l'environnement implique une capacité à détecter et, si possible, à quantifier la présence d'agents chimiques et biologiques réputés toxiques à l'état de traces (échantillonnage, traitement et séparation, détection, quantification)* ».

12- Réduire le risque d'accidents, en misant sur des pratiques sécurisées : « *Le développement d'une chimie fondamentalement plus sûre pour prévenir les accidents, explosions, incendies et émissions de composés dangereux* ».

EXEMPLES :

1): L'acide adipique est initialement produit à partir de benzène, à l'aide de catalyseurs au Nickel et au Cobalt. La synthèse est aujourd'hui effectuée à partir du D – glucose avec l'aide de la bactérie *Escherichia coli* et d'une hydrogénation finale catalysée au Platine.

2): Le Green Process : l'activation par micro-ondes. Les microondes sont de plus en plus utilisées dans les laboratoires. Tous les laboratoires de recherche possèdent désormais un appareil micro-ondes. Les premières réactions effectuées avec cette technique l'ont été avec un four microonde ménager. Désormais il existe des fours spécifiques à la chimie possédant des sondes internes et pilotés par ordinateur. L'appareillage va permettre de créer une agitation moléculaire ce qui permettra d'économiser de l'énergie pour l'activation des molécules.