

# CH161 : ETHIQUE EN CHIMIE

## I. OBJET ET JUSTIFICATION DU COURS

### 1. OBJET

- Ce cours traitera des problèmes éthiques propres à la pratique de la chimie.

### 2. JUSTIFICATION

- La chimie se trouve entre la théorie et la pratique. C'est une science concernée par des molécules de toutes tailles qui affectent directement la vie humaine.
- La synthèse des molécules constitue une activité centrale de la chimie.

Les chimistes inventent, découvrent, créent, composent ou fabriquent des milliers de nouvelles substances chaque année. Beaucoup sont bénéfiques, d'autres maléfiques. Depuis le développement de l'industrie chimique au XIX<sup>ème</sup> siècle, la chimie a contribué à réduire la pollution grâce à des procédés de recyclage de déchets divers mais a également contribué à la dégradation de l'environnement par de multiples activités industrielles.

De même, la chimie a contribué à améliorer la santé humaine par la production de médicaments, implants, réactifs, consommables ou matériels de tout genre, améliorant ainsi la santé humaine. En même temps elle a contribué à la production de substances telles que drogues, stupéfiants et d'objets dangereux pour la santé humaine.

## II. ENJEUX ETHIQUES IMPORTANTS AUXQUELS LES CHIMISTES SONT CONFRONTES

- Comment préserver et améliorer la santé et la sécurité de la planète grâce à la chimie?
- Quels sont les rôles et les conséquences des composés chimiques.
- Comment les composés chimiques sont-ils produits et gérés?
- Quelles responsabilités ont les chimistes en ce qui concerne la fabrication des produits tels que les armes et les drogues ?
- Quelles sont les bonnes pratiques de laboratoire qui devraient guider l'activité du chimiste pour une productivité optimale ?

## III. QUELQUES DÉFINITIONS

- **Science**: entreprise de recherche qui vise la connaissance. Elle cherche à décrire les phénomènes en identifiant les liens de cause à effet qui les unissent.
- **Technique** = activité de fabrication et de transformation: consiste à manipuler une matière pour produire un objet.
- **Technologie**: terme utilisé pour parler de certains domaines techniques spécifiques.
- **Technoscience**: terme matérialisant la dépendance entre science et technique.
- **Chimie**: science de la nature qui étudie la composition de la matière et ses transformations.
- **Synthèse chimique**: enchaînement de réactions chimiques mises en œuvre volontairement par un chimiste pour l'obtention d'un ou plusieurs produits finaux, parfois avec isolation de composés intermédiaires.

- **Ethique** (du grec: ethos) : réflexion argumentée en vue du bien agir. Elle propose de s'interroger sur les valeurs morales et les principes moraux qui devraient orienter nos actions dans différentes situations pour agir conformément à ceux-ci.

Il existe trois champs principaux dans lesquels l'éthique s'étend:

- ✓ **Ethique normative** ou **substantielle** (conséquentialiste, déontologique ou de la vertu)
- ✓ **Méta-éthique** = philosophie morale
- ✓ **Ethique appliquée** (par discipline), situations concrètes, soutien à la prise de décision

Pourquoi la santé a-t-elle besoin d'éthique? Aide médicale à mourir, Hydrocarbures

- **Morale** (du latin : mores= mœurs) : ensemble de valeurs différenciant le bien du mal, le juste de l'injuste, l'acceptable de l'inacceptable.
  - ✓ Elle est assimilée à l'éthique pour certains
  - ✓ Redonner à chacun ce qui lui revient de droit
  - ✓ **Morale chrétienne**: aime ton prochain comme toi-même
- **Déontologie**: ensemble de principes et règles éthiques qui gèrent et guident une activité

#### IV. COMMUNAUTES MORALES

1. Tous les chimistes appartiennent simultanément à plusieurs communautés et chacun a son propre ensemble de responsabilités (**Sinsheimer, 1990**).
2. Chacun d'entre nous est un citoyen d'une société nationale avec une histoire, des objectifs et des idéaux. D'où obligations.
3. Le chimiste est membre d'une profession soumise à la large éthique professionnelle de la science et aux codes d'éthique plus spécifiques de la chimie.
4. Presque tous les chimistes sont employés par une institution, un collègue ou une université, un gouvernement ou un laboratoire de recherche privé, un organisme gouvernemental ou une société. Chacun d'eux a sa propre culture et ses propres attentes. Parce qu'une grande partie des chimistes sont employés par l'industrie, l'influence de l'institution est un facteur plus important dans l'éthique de la chimie que pour presque n'importe quelle autre branche de la science.
5. Tous les chimistes sont membres de la communauté humaine et ont les mêmes obligations morales que tous les autres.

L'appartenance simultanée à ces différentes communautés peut certainement donner lieu à des dilemmes moraux. Par exemple, à quel moment la responsabilité morale du chimiste en tant que membre de la communauté humaine a-t-elle préséance sur les obligations envers une institution ou un pays? Le paysage moral pourrait être encore compliqué par les croyances et les pratiques religieuses du scientifique. Parce que la chimie est une quête laïque, les exigences morales de traditions religieuses particulières ne seront pas considérées dans ce cours, mais il est important de se rappeler que les croyances religieuses peuvent fortement influencer certaines décisions morales.

## V. MODELE DE QUADRANT POUR LA RECHERCHE

		Consideration of Use?	
		No	Yes
Quest for fundamental understanding?	Yes	Pure fundamental research (Bohr)	Use-inspired basic research (Pasteur)
	No		Pure applied research (Edison)

**Figure 1** : Modèle quadrant de la recherche

- ❖ Dans les quadrants de Pasteur et d'Edison, la synthèse est motivée par une utilisation possible de la nouvelle substance. Il y a plusieurs questions éthiques.
- ❖ A quoi servira la nouvelle substance? Il y a au moins six grandes catégories de produits chimiques utilisés dans la société moderne.
  1. Les produits chimiques structuraux, les plastiques en vrac et les fibres synthétiques.
  2. Les produits agricoles, les pesticides, les herbicides et les engrais.
  3. Les médicaments.

4. Les produits chimiques de traitement, à la fois pour des utilisations industrielles et domestiques.
  5. Les produits de soins personnels tels que les savons et les cosmétiques.
  6. Les produits chimiques liés aux aliments. Ceux-ci incluraient les produits en vrac tels que le sel et le sucre, mais aussi les additifs alimentaires, tels que les arômes et les conservateurs.
- ❖ Au sein de ces grandes catégories, il existe une multitude de types de molécules qu'un chimiste pourrait essayer de fabriquer. Décision => considérations scientifiques, économiques et éthiques.

Ces trois facteurs seront pesés différemment si la recherche est effectuée dans un laboratoire universitaire ou gouvernemental où le chimiste a un contrôle considérable sur ce qu'il fait, ou dans un milieu industriel où le programme de recherche est largement déterminé par l'entreprise.

### **QUELQUES EXEMPLES**

- ❖ Un exemple historique utile est celui des fluides frigorigènes chlorofluorocarbonés. Au moment de leur introduction, ils ont été considérés comme une grande avancée car ils remplaçaient des substances toxiques telles que le chlorure de méthyle et le dioxyde de soufre ainsi que l'ammoniac liquide. Ce n'est que bien plus tard que les effets environnementaux négatifs des chlorofluorocarbones ont été découverts et qu'une recherche d'alternatives plus bénignes a été initiée. Ce qui était à l'origine considéré comme un grand avantage, la stabilité chimique, s'est avéré plus tard conduire à un problème environnemental important, la destruction de l'ozone dans la stratosphère. C'est une situation courante dans l'introduction de nouveaux produits chimiques. L'évaluation est basée sur ce qu'ils

remplaceront. Si la nouvelle substance présente des avantages significatifs et ne présente pas la plupart des inconvénients de ce qui est actuellement utilisé, elle est acceptée.

- ❖ Le problème des effets biologiques imprévus est compliqué par l'existence de la **chiralité**. Deux composés qui sont identiques à tous égards s'attendent à ce qu'ils soient des stéréoisomères peuvent avoir des effets significativement différents sur un organisme. L'exemple le plus familier est la triste histoire de la ( $\pm$ ) - thalidomide qui a été prescrite pour aider les femmes enceintes souffrant de nausées matinales entre 1957 et 1962, mais qui a été retirée du marché quand elle s'est révélée être un tératogène puissant causant plusieurs malformations congénitales. La thalidomide a été vendue comme un mélange racémique comme la plupart des médicaments à l'époque en raison du coût de la séparation des formes gauches et droites par rapport au manque de connaissances sur les différences dans les effets physiologiques des deux énantiomères. Les recherches effectuées après que le médicament a été retiré du marché suggèrent qu'un seul des énantiomères est tératogène, mais la situation est compliquée par le fait que l'énantiomère «inoffensif» se transforme en forme «nuisible» dans des conditions physiologiques. La tragédie de la thalidomide a conduit à une réglementation plus stricte sur les tests de médicaments et à la production accrue de médicaments énantiomères uniques (**Hoffmann, 1995, chapitre 27, DeCamp, 1989**). Bien que les médicaments et certains produits agricoles soient étroitement réglementés, la plupart des produits chimiques ne le sont pas. Il y a donc un risque important de conséquences imprévues pour chaque nouvelle substance.
- ❖ La **pureté** est un autre problème sérieux, en particulier dans les produits commerciaux. La plupart des réactions chimiques ne

donnent pas un produit 100% pur. Les produits secondaires non désirés sont généralement formés, et ils peuvent être difficiles et coûteux à enlever. Parfois, ces impuretés, même présentes à de très faibles concentrations, sont mortelles. L'exemple familier est la dioxine, un composé hautement toxique qui est un contaminant inévitable de l'herbicide 2, 4, 5-T, largement utilisé. La dioxine est présente à des concentrations variables dans toutes les préparations commerciales de l'herbicide. En principe, il peut être retiré, mais à quel prix? À des expositions suffisantes, la dioxine est un danger sérieux pour la santé, mais la question pratique est de savoir si le niveau de contamination est suffisamment important pour constituer un danger réel pour la santé publique.

## VI. QUE DOIVENT SYNTHÉTISER LES CHIMISTES ?

Devraient-ils synthétiser des molécules de nécessité pour les pauvres ou des molécules de loisir pour les riches?

- Les chimistes ont la responsabilité professionnelle de servir l'intérêt public et le bien-être et d'approfondir les connaissances scientifiques. Les chimistes devraient être activement concernés par la santé et le bien-être des collègues, des consommateurs et de la communauté. Les commentaires du public sur les questions scientifiques doivent être faits avec soin et précision, sans déclarations non fondées, exagérées ou prématurées (**American Chemical Society, 2012**).
- **Michael Davis** oppose cette affirmation à plusieurs des dispositions du code de déontologie des ingénieurs adoptées par le Conseil d'accréditation de l'ingénierie et de la technologie (ABET), qui s'applique vraisemblablement à tous les ingénieurs (**Davis, 2002**). L'un des principes fondamentaux du code ABET est le suivant: Les ingénieurs défendent et favorisent l'intégrité, l'honneur et la dignité

de la profession d'ingénieur en: 1. utiliser leurs connaissances et leurs compétences pour l'avancement du bien-être humain. Le premier "canon fondamental" du code ABET est le suivant: 2. Les ingénieurs doivent veiller à la santé, à la sécurité et au bien-être du public dans l'exercice de leurs fonctions professionnelles (**ABET, 1977**). Une déclaration identique est la première exigence du Code de déontologie de l'*American Institute of Chemical Engineers* (**AIChE, 2006**).

- Bien que les deux codes soient similaires, il existe des différences importantes. Les chimistes sont censés être «activement préoccupés par la santé et le bien-être des collègues, des consommateurs et de la communauté» (**American Chemical Society, 2012**), mais les ingénieurs doivent «préserver la santé, la sécurité et le bien-être du public». En outre, les ingénieurs doivent faire progresser le bien-être humain, et ne pas se contenter d'y être activement impliqués. Comme Davis le fait remarquer, le code ACS énumère diverses responsabilités et ne donne aucune indication sur la façon de gérer les conflits. Si la responsabilité du chimiste pour le bien-être entre en conflit avec la responsabilité du chimiste envers un employeur, le code ne dit pas lequel devrait avoir la priorité. Pour l'ingénieur, les priorités sont claires. Prenez soin du public d'abord; tout le reste vient en second. Dans un monde où la santé publique et le bien-être sont menacés par les produits chimiques, notamment environnementaux, le code de déontologie devrait-il être révisé pour faire de la responsabilité du chimiste pour la santé et le bien-être du public et de l'environnement une priorité?. Les chimistes devraient-ils aussi être encouragés à utiliser leurs talents pour l'avancement du bien-être humain? La profession doit être maintenue à un niveau plus élevé et les codes d'éthique des chimistes doivent être révisés.

## VII. ETHIQUE ET BONNES PRATIQUES AU LABORATOIRE DE CHIMIE

### 1. ETHIQUE

- La chimie est ancrée dans le laboratoire où les idées, les connaissances et la technique se rencontrent.
- Faire fonctionner une réaction chimique de manière satisfaisante, dans un délai raisonnable et avec un bon rendement peut être délicat.
- Une analyse volumétrique classique nécessite une utilisation soigneuse de la verrerie: flacons volumétriques, pipettes et burettes. Le pesage précis est une partie essentielle de la chimie.
- L'un des principes fondamentaux de la science, et une règle morale importante, est de décrire complètement et soigneusement les procédures expérimentales afin qu'une autre personne puisse reproduire les résultats, chose difficile. Parfois, une expérience ne peut pas être reproduite parce que cela ne s'est pas réellement passé ainsi; les résultats sont fabriqués. Habituellement, cependant, les raisons n'impliquent pas d'inconduite scientifique. Souvent, les détails expérimentaux sont omis involontairement en raison de la négligence ou parce qu'ils semblent évidents ou font partie de la routine habituelle d'un groupe de recherche particulier ou en raison de la mauvaise tenue des dossiers.
- Une raison plus intéressante d'un point de vue éthique est que certaines personnes réussissent mieux à faire des expériences que d'autres. Ils sont plus prudents ou semblent juste avoir un talent pour faire fonctionner les choses. Par exemple, apparemment, la seule personne qui pouvait faire fonctionner correctement la pompe à air de Robert Boyle était l'homme qui l'avait fabriqué, Robert

Hooke (**Shapin, 2010**). En chimie, certaines personnes ont des «mains magiques» (**Stemwel, 2006**).

- La question éthique difficile est la suivante. Pouvons-nous appeler une expérience reproductible si les seules personnes qui peuvent la faire fonctionner correctement sont celles qui ont des mains magiques? Quelle est la responsabilité du groupe de recherche original pour s'assurer que la procédure peut être reproduite par un chimiste moyen? C'est un problème dans toute la science de laboratoire, mais c'est peut-être le plus important en chimie qui implique autant d'art que de science.

## **2. BONNES PRATIQUES DE LABORATOIRE (BPL)**

Les BPL constituent un système de qualité qui s'intéresse au processus organisationnel et aux conditions dans lesquelles les études non cliniques sur la santé et la sécurité environnementale sont planifiées, exécutées, surveillées, enregistrées, archivées et signalées.

### **2.1. Principes de Bonnes pratiques de laboratoire**

Les principes des BPL ont été formulés par l'Organisation de coopération et de développement économiques (**OCDE**) en 1981. Les BPL servent à faciliter le commerce et la coopération entre les pays.

Les principes BPL incluent :

1. **Organisation et gestion du personnel** c'est-à-dire les responsabilités des Bailleurs de fonds, Directeur de projet, Investigateur principal et Personnel de l'étude doivent être spécifiées.
2. **Programme d'assurance qualité** : Personnel d'assurance qualité

3. **Installations** : Installations pour les systèmes d'analyses
4. **Équipement, réactifs et matériels**
5. **Systèmes d'analyses** : ils peuvent être physiques, chimiques ou Biologiques
6. **Analyses et termes de référence**
7. **Procédures opérationnelles standard**

Une procédure opérationnelle standard, ou POS, est un ensemble d'instructions étape par étape compilées par une organisation pour aider les travailleurs à effectuer des opérations de routine complexes. Les POS visent à atteindre l'efficacité, la qualité de la production et l'uniformité des performances, tout en réduisant les problèmes de communication et le non-respect des réglementations de l'industrie.
8. **Suivi du plan d'étude** : Conduite de l'étude
9. **Présentation des résultats**
10. **Archivage** : Stockage des dossiers et des rapports

**NB** : Les BPL guident l'activité de tous les acteurs du laboratoire et permettent d'augmenter sa performance et constituent le socle fonctionnel de l'éthique dans la pratique de la chimie.

## **2.2. Procédures opérationnelles standard**

Le Conseil international pour l'harmonisation (CIH) définit les POS comme des «**instructions écrites détaillées visant à assurer l'uniformité de la performance d'une fonction spécifique**». Les POS sont généralement appliquées dans le traitement pharmaceutique et pour des études cliniques connexes. L'accent est toujours mis sur l'application répétée de processus et de procédures inchangés et sur sa documentation, ce qui favorise la séparation des origines, des causes et des effets. Une autre application est le triage, lorsque des ressources

limitées sont utilisées selon une évaluation du classement, de l'urgence et des possibilités de dotation. Le directeur du projet est principalement responsable des SOP. L'unité d'assurance qualité est composée de personnes chargées de vérifier si le rapport d'étude et les tests satisfont aux POS. Les POS peuvent également fournir aux employés une référence aux pratiques commerciales courantes, aux activités ou aux tâches. Les nouveaux employés utilisent le document POS pour répondre aux questions sans avoir à interrompre les superviseurs pour demander comment une opération est effectuée. La norme de qualité internationale ISO 9001 exige essentiellement la détermination des processus (documentés comme des procédures opérationnelles standard) utilisés dans tout processus de fabrication qui pourrait affecter la qualité du produit.

### **2.3. Santé et sécurité**

Les procédures sont largement utilisées pour aider à travailler en toute sécurité. Ils sont parfois appelés déclarations de méthodes de travail sécurisées ou *safe work methods statements* (SWMS). Ils sont généralement précédés de diverses méthodes d'analyse des tâches ou des tâches à exécuter dans un lieu de travail, y compris une approche appelée analyse de la sécurité du travail, dans laquelle les risques sont identifiés et leurs méthodes de contrôle décrites. Les procédures doivent être adaptées aux niveaux d'alphabétisation de l'utilisateur, et dans ce cadre, la lisibilité des procédures est importante.

**Tableau 1 : Valeurs éthiques pour évaluer l'utilisation des produits chimiques**

Valeurs	Description
<b>Autonomie</b>	Toute personne a droit à l'autodétermination tant qu'elle n'empêche pas les autres de faire valoir son droit à l'autodétermination. L'autonomie peut être déduite de l'impératif catégorique de Kant: Personne ne doit être traité uniquement comme un moyen et non comme un but en soi. <b>Sûreté et sécurité</b> Tout le monde a le droit d'être protégé contre les dommages, et protégé contre la maladie, la faim, les accidents et autres dangers. Cette valeur englobe la protection contre les événements indésirables. Parfois, une distinction est faite entre sûreté et sécurité lorsque la sécurité se réfère au droit d'être protégé contre un dommage involontaire, et la sûreté se réfère au droit à la protection contre les dommages intentionnels (par exemple du terrorisme).
<b>Justice</b>	Nous incluons deux définitions différentes: (1) les actions sont à générer le plus grand bénéfice pour les membres les moins avantagés de la société. (2) Tout le monde doit être traité selon le mérite et l'effort; deux personnes ne peuvent être traitées différemment que si leurs mérites ou leurs efforts sont différents. La discrimination et la stigmatisation sont en conflit direct avec la valeur éthique de la justice.
<b>Utilité</b>	Cette valeur éthique a les conséquences prévisibles et indique que l'action éthique correcte est celle qui génère le bien-être maximal pour le plus grand nombre de personnes. Le bien-être peut être défini de différentes manières: comme le sentiment du plaisir hédoniste, la réalisation du potentiel personnel, une vie prospère, etc.
<b>Humilité</b>	Cette valeur éthique est l'antithèse de l'orgueil. On commet l'orgueil quand on perd le contact avec la réalité et surestime ses propres compétences, n'écoute pas la critique et pense de façon unidimensionnelle sans prendre en considération les alternatives. Selon le mythe grec, on sera puni par Nemesis si l'on commet un orgueil. On est humble quand on est auto destructeur.
<b>Stabilité sociale</b>	Cette valeur éthique se concentre sur la façon dont les différentes parties de la société s'assemblent et s'efforce d'établir l'équilibre en équilibrant différents aspects et intérêts, et en dernier recours forçant les idées extrêmes et les individus en désaccord avec l'opinion populaire.
<b>Principe de précaution</b>	Ce principe stipule qu'une action ne devrait pas être entreprise s'il existe des motifs raisonnables de préoccupation, même sans aucune preuve scientifique d'effets de danger sur l'environnement, les humains, les animaux ou la santé des plantes.
<b>Gestion responsable de l'environnement</b>	Cette valeur éthique affirme que les humains sont responsables du monde et sont donc obligés d'en prendre soin en façonnant des trajectoires de changement socioécologique aux échelles locales à mondiales pour améliorer et équilibrer la résilience (endurance) des écosystèmes et le bien-être humain.
<b>Respect de la nature</b>	Selon cette valeur, toutes les formes de vie ont une valeur intrinsèque ou inhérente et doivent être respectées pour elles-mêmes. Les humains font partie de la nature et le bien-être et l'épanouissement des êtres humains ne sont pas considérés comme plus importants que le bien-être et l'épanouissement des autres formes de vie. La diversité des différentes formes de vie contribue au bien-être de tous les êtres vivants. Cette valeur découle de la notion de droits environnementaux.

## VIII. RESPONSABILITES ETHIQUES

- Tout au long de son histoire, la chimie a apporté des contributions significatives au progrès humain mais ces succès ont eu des problèmes, en particulier des problèmes de pollution de l'environnement. Les produits chimiques synthétiques sont devenus une partie importante de nos vies. Les circonstances du monde d'aujourd'hui fournissent à la fois des défis scientifiques et éthiques pour la chimie. Dans ce cours, sont décrits plusieurs de ces défis avec accent sur les questions éthiques qui découlent de la nature unique de la chimie en tant que science.
- Les questions éthiques les plus importantes impliquent la **synthèse chimique**. Lorsqu'une nouvelle substance est créée, les chimistes doivent réfléchir aux effets à long terme de ce composé. Si la substance est commercialisée, nous devons développer des méthodes de production «**plus écologiques**» qui préservent les ressources non renouvelables et minimisent les effets sur l'environnement. Sur un plan plus large, nous devons examiner les problèmes du monde actuel et travailler sur des problèmes qui amélioreront la condition humaine, en particulier la vie de ceux qui vivent dans les pays sous-développés.
- Les chimistes doivent également réfléchir soigneusement à leur rôle dans la préservation de la santé et de la sécurité de la planète, y compris leur rôle dans la création d'armes.
- Plus que les autres sciences, la chimie est centrée dans le laboratoire, il est donc important que la pratique de laboratoire adhère aux normes professionnelles et éthiques les plus élevées. Enfin, la profession chimique à travers les sociétés professionnelles a besoin de réexaminer les codes d'éthique pour s'assurer qu'ils répondent aux défis pratiques et éthiques du monde d'aujourd'hui

dans lequel les produits chimiques synthétiques touchent essentiellement chaque partie de notre vie quotidienne.

- Les chimistes font face aux mêmes défis éthiques que tous les autres scientifiques, et en fait tous les êtres humains doivent affronter. Notre avenir dépend de notre volonté de poser et de répondre à ces questions éthiques cruciales.