

<b>Domaine d'études : Mathématiques, sciences expérimentales, informatique</b> <b>Chimie - OSP SA</b>	Nb de périodes hebdomadaires		
	1 <sup>re</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année
		2	3
	Total cursus		192,5 périodes

### Objectifs généraux

L'enseignement de la chimie permet d'explorer le monde de la matière et mieux l'appréhender par l'abstraction. Les élèves prennent conscience qu'il est composé d'éléments chimiques et apprennent à les connaître. Dans cette perspective, ils acquièrent des connaissances en chimie et en sciences expérimentales au moyen d'approches et de méthodes de travail spécifiques, intègrent ces connaissances dans la vie de tous les jours et se forment une opinion à partir de faits, à réfléchir à l'aide de différents modèles et à acquérir une méthode de travail basée sur l'observation, l'expérience et l'interprétation. Ils apprennent à planifier et à réaliser des expériences en respectant les règles de sécurité, et à suivre un protocole et rédiger un rapport et analyser les résultats obtenus.

Les élèves constatent l'intervention de l'homme par des processus chimiques dans le cycle naturel et biologique de divers éléments ainsi que les modifications que cette intervention entraîne. Ils réfléchissent à la problématique du développement durable et cherchent des solutions. Pour trouver la réponse à des questions ouvertes concernant, par exemple, la société, ils apprennent à faire des recherches, à collaborer avec d'autres personnes et à penser de manière interdisciplinaire.

## Remarque générale

L'ordre dans lequel les domaines d'apprentissage seront traités est au libre choix de l'enseignante ou de l'enseignant.

Part à apprendre de manière autonome: L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 3-4 semaines sur toute l'année

## COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Les élèves sont capables de :

- Expliquer les états de la matière, le passage d'un état à l'autre et les phénomènes physiques, naturels liés à ces changements d'état;
- Décrire plusieurs mélanges et les procédés de séparation qui leur sont applicables;
- Partir du modèle atomique pour comprendre les théories fondamentales de la chimie;
- Décrire la constitution en particules élémentaires des éléments et des isotopes; de savoir exploiter les informations contenues dans le tableau périodique;
- Expliquer la matière par les liaisons covalentes, ioniques, et savoir représenter et/ou expliquer les différentes représentations moléculaires;
- Expliquer le processus de la dissolution et dissociation;
- Reconnaître et classer les molécules selon les familles de nomenclature;
- Équilibrer les équations chimiques;
- Identifier et de formuler les réactions de combustion et de les équilibrer;
- Identifier et de formuler les réactions acido-basiques et de les équilibrer;
- D'identifier les réactions d'oxydoréduction, de les analyser (demi-équation, oxydants/réducteur et nombres d'oxydation);
- D'identifier et de formuler les réactions de précipitation et de les équilibrer;
- Connaître les différents aspects de la chimie quantitative: la notion de mole, la masse molaire, calculer les relations entre les quantités de matière lors de réactions chimiques et le rendement, la notion de concentration (molarité et titre);
- Être capable de définir les termes endo- et exo-thermique
- Expliquer qualitativement la notion d'équilibre chimique dynamique;
- Savoir résoudre des problèmes de volumétrie et dilution;
- Faire des calculs et raisonner autour des pH des acides et bases fortes et d'analyser une courbe pH;
- Acquérir une vue d'ensemble de la chimie organique à partir de l'étude des hydrocarbures, des principaux groupes fonctionnels, de l'isomérisation et des réactions;
- Donner les noms et les formules de molécules organiques simples (hydrocarbures et groupes fonctionnels);
- Citer, expliquer et compléter les réactions organiques que peuvent faire les différents composés organiques;

## COMPETENCES TRANSVERSALES

Compétences et aspects en lien avec la culture numérique :

- Par exemple, présentation de divers sujets par les élèves au moyen de différents supports informatiques (powerpoint, word, excel, etc.), utilisation de quiz online pour l'auto-évaluation, utilisation de programme et/ou application de modélisation (réactions chimiques, molécules, etc.).

Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité :

- Induire le questionnement chez les élèves en utilisant les connaissances en chimie sur les problématiques environnementales (par exemple: cycle du carbone, émission du CO<sub>2</sub>, pluies acides, contamination des eaux, recyclage, énergies fossiles vs renouvelables, etc.).

Compétences et aspects étudiés de la langue française :

- Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.

Aspects en lien avec la culture scientifique :

- Identifier les liens entre la chimie, physique et biologie, à travers des exemples tels que: rôle des minéraux dans l'organisme, les isotopes comme traceur géographique ou utilisés pour la datation d'échantillons, isotopes et production d'électricité, imagerie nucléaire, etc.

Aspects en lien avec les sciences humaines :

- Être en mesure de comprendre et interpréter le lien entre les grandes découvertes scientifiques ou événements dans leur contexte historique et/ou socio-économique (par ex: découverte des éléments, le tableau périodique, le nombre d'Avogadro, etc.).

## Programme cadre 2<sup>e</sup> année

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
1. Constitution de l'atome	L'élève est capable de/d' :		6-8
Tableau périodique	– exploiter les informations contenues dans le tableau périodique des éléments (TPE).	– nombre de masse (A), Electronégativité, Nombre d'oxydation (NO), Z, couche, ligne, structure électronique, couche externe.	
Atome	– représenter l'atome à l'aide du modèle de Bohr – connaître sa structure.	– électron, neutron, proton, composition, couche électronique, structure de lewis, orbitale (représentation).	
Ions	– expliquer ce qu'est un ion simple, décrire sa structure et sa composition en particules élémentaires – connaître les termes anions-cations, formation des ions.	– règle de l'octet, prédiction de la formation des cations et anions stables, structure électronique.	
Isotopes	– expliquer ce que sont les isotopes, leur structure et leur composition – déterminer la masse atomique moyenne d'un élément à l'aide de l'abondance des différents isotopes.	– isotopes, composition, abondance naturelle, masse atomique moyenne, notation isotopique ( <sup>A</sup> X).	
Compétences transversales (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ions: Lien avec biologie (rôle des minéraux dans l'organisme)</li> <li>○ Isotopes: Lien avec physique (production d'électricité, imagerie nucléaire), lien avec biologie (traceur géographique, datation carbone 14)</li> <li>○ Métaux nobles : lien avec les sciences humaines (enjeux géopolitiques et environnementaux).</li> </ul>			
Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Application de modélisation des structures électroniques (de l'atome au ion)</li> <li>○ Discussion autour des limites des modèles en lien avec l'outil numérique utilisé.</li> </ul>			
Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pollution des milieux aquatiques par les ions métalliques.</li> </ul>			
Compétences et aspects étudiés de la langue française :			

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.</li> </ul>			
Part à apprendre de manière autonome : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 3-4 semaines sur toute l'année.</li> </ul>			
2. Liaisons	L'élève est capable de/d' :		
Développement des molécules	<ul style="list-style-type: none"> <li>– représenter la molécule (à 2 éléments) à l'aide du modèle de Lewis</li> <li>– reconnaître le type de liaisons, compléter les charges et donner les ions dissociés en ayant la formule développée déjà dessinée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– développement uniquement de molécules à 2 éléments, charges complètes, charges partielles, ions par dissociation, nom des liaisons.</li> </ul>	8-10
Nombre oxydation	<ul style="list-style-type: none"> <li>– savoir ce que le NO représente et être capable de le déterminer pour différents éléments au sein d'une molécule.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nombre oxydation, charge partielle et complète.</li> </ul>	
Valence	<ul style="list-style-type: none"> <li>– savoir ce que la valence représente et être capable de la déterminer pour différents éléments au sein d'une molécule.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– valence, nombre de liaisons.</li> </ul>	
Electronégativité	<ul style="list-style-type: none"> <li>– savoir ce que l'électronégativité représente</li> <li>– déterminer un type de liaison à partir de leur différence d'électronégativité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– électronégativité, en lien avec le TPE.</li> </ul>	
Liaisons chimiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>– connaître les caractéristiques des différents types de liaisons ( l. covalente pure, l. covalente polaire, l. ionique)</li> <li>– savoir les différencier dans une molécule.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– liaisons ioniques, covalentes polaires et pures.</li> </ul>	
Formules brutes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– savoir donner la formule brute d'une molécule à partir d'éléments donnés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– formules brutes: règles de formation, développement, indice vs coefficient.</li> </ul>	

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- savoir représenter avec le modèle de Lewis une molécule (2 éléments) à partir d'une formule brute</li> <li>- donner la formule brute à partir de la représentation d'une molécule.</li> </ul>		
<p>Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Application de modélisation des liaisons chimiques (densité électronique, formule brute, formule développée)</li> <li>o Discussion autour des limites des modèles en lien avec l'outil numérique utilisé.</li> </ul>			
<p>Compétences et aspects étudiés de la langue française :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.</li> </ul>			
<p>Part à apprendre de manière autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 3-4 semaines sur toute l'année.</li> </ul>			
3. Classification des composés minéraux	L'élève est capable de/d' :		4-6
Classification et reconnaissance des différentes familles de nomenclature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reconnaître les familles</li> <li>- classer les molécules (sous forme de formule brute)</li> <li>- décrire les caractéristiques des familles (formule brute, quelques propriétés et particularités)</li> <li>- former (formule brute) des molécules appartenant aux familles à partir des éléments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corps purs simples, oxydes de métaux et non-métaux, acides: oxacides et hydracides, hydroxydes, sels, charges des ions complexes.</li> </ul>	
<p>Compétences transversales (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Biologie: exemples de molécules avec un impact environnemental (par ex: phosphate/nitrate-&gt; eutrophisation), avec un impact sanitaire (par ex: conservateurs, colorants alimentaires)</li> <li>o Sciences humaines: législations européennes autour de ces diverses molécules.</li> </ul>			

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Quizz interactif.</li> </ul>			
Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Enjeux climatiques sur les émissions de CO<sub>2</sub>, des oxydes de non-métaux (par ex: pluies acides, acidification des milieux aquatiques etc.).</li> </ul>			
Compétences et aspects étudiés de la langue française : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.</li> </ul>			
Part à apprendre de manière autonome : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Exemple d'activité autonome: recherche de produits du quotidien contenant des molécules minérales</li> <li>○ La classification des molécules minérales se prête bien à un tutoriel de classe inversée</li> <li>○ L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 3-4 semaines sur toute l'année.</li> </ul>			
4. Réactions chimiques	L'élève est capable de/d' :		18-22
Equilibrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>– équilibrer une équation chimique complète.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– réactif, produit, coefficient stoechiométrique.</li> </ul>	
Réactions de dissociation	<ul style="list-style-type: none"> <li>– écrire/compléter et équilibrer la dissociation des électrolytes dans l'eau</li> <li>– expliquer la différence entre dissociation et dissolution au niveau moléculaire à l'aide d'exemples</li> <li>– maîtriser et définir les termes liés au processus de dissociation et dissolution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– dissolution, dissociation, électrolytes, passage du courant</li> <li>– soluté, solvant, solution</li> <li>– indice des états physiques dans l'équation chimique</li> <li>– labo/démo: Mise en évidence d'une solution électrolyte.</li> </ul>	
Réactions de neutralisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>– identifier l'hydroxyde et l'acide (expérimentalement avec indicateurs et papier pH et avec la formule brute)</li> <li>– définir un acide et un hydroxyde</li> <li>– écrire/compléter et équilibrer une équation de neutralisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– point équivalent, échelle de pH</li> <li>– labo/démo : mise en évidence d'une solution acide, basique, neutre à l'aide d'indicateur coloré</li> <li>– labo/démo : mise en évidence du point équivalent lors d'une neutralisation</li> </ul>	

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- indiquer quelles sont les espèces présentes (ions et molécules) au point équivalent, avant et après.</li> </ul>		
Réactions de précipitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- écrire/compléter et équilibrer une équation de précipitation</li> <li>- en supposant que les réactifs sont en proportions stoechiométriques, indiquer quelles sont les produits obtenus (espèces ioniques et moléculaires)</li> <li>- prédire quel sera le précipité en utilisant le tableau de solubilité</li> <li>- utiliser le tableau de solubilité et les expériences témoins pour identifier les ions présents dans un mélange.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- précipité, solubilité, espèces ioniques et moléculaires</li> <li>- rappel des méthodes de séparation pour récupérer le précipité (filtration, filtrat, filtre)</li> <li>- labo/démo : mise en évidence de ions par précipitation sélective.</li> </ul>	
Réactions de combustion (exemple concret de redox)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- écrire/compléter et équilibrer une réaction de combustion complète</li> <li>- donner le nombre d'oxydation de tous les éléments de la réaction</li> <li>- identifier l'oxydant et le réducteur</li> <li>- écrire les <math>\frac{1}{2}</math> équations correspondantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oxydation, réduction, oxydant, réducteur, <math>\frac{1}{2}</math> équations (ou équations partielles), équilibre des électrons</li> <li>- labo/démonstration maître : synthèse d'un oxyde par combustion.</li> </ul>	
Réactions redox	<ul style="list-style-type: none"> <li>- identifier l'oxydant, le réducteur</li> <li>- écrire les demi-équations (sans équilibrer la réaction).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oxydation, réduction, oxydant, réducteur, <math>\frac{1}{2}</math> équations (ou équations partielles), équilibre des électrons</li> <li>- labo/démonstration maître : mise en évidence d'une réaction de redox.</li> </ul>	
Réactions thermiques :	<ul style="list-style-type: none"> <li>- définir et expliquer les termes endo/exo thermique d'un point de vue purement qualitatif.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- démo/labos : mise en évidence de réactions exo/endo-thermiques</li> </ul>	
Compétences transversales (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Informatique: création/adaptation de logiciels pour représenter les réactions chimiques</li> </ul>			



DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Environnement: précipitation des chlorures dans eaux minérales, réactions de combustion incomplètes de la vie courante, etc.</li> <li>○ Biologie: exemples de réactions dans les processus biologiques (respiration cellulaire, photosynthèse, transport du CO<sub>2</sub> dans le sang, digestion, etc.).</li> </ul>			
Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Application de modélisation pour représenter les réactions chimiques</li> <li>○ Discussion autour des limites des modèles en lien avec l'outil numérique utilisé.</li> </ul>			
Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Réactions mises en jeu dans une station d'épuration.</li> </ul>			
Compétences et aspects étudiés de la langue française : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré, développer un raisonnement logique et la capacité d'abstraction, développer une attitude critique par rapport aux problèmes d'environnement.</li> </ul>			
Part à apprendre de manière autonome : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 3-4 semaines sur toute l'année.</li> </ul>			
5. Quantitative	L'élève est capable de/d' :		14-18
Mole, masse molaire et nombre d'Avogadro  Calcul de masse	<ul style="list-style-type: none"> <li>– comprendre et utiliser en calculs la notion de mole, masse molaire et nombre d'Avogadro</li> <li>– expliquer la notion de conservation de la masse</li> <li>– résoudre des problèmes liés aux calculs de masse <b>en passant par la résolution des moles</b></li> <li>– expliquer le réactif limitant et le réactif en excès (sans détermination par calcul de l'excès et du limitant), calculer le nombre de moles du limitant</li> <li>– expliquer et calculer un rendement (pour une réaction totale).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mole, nombre d'Avogadro, masse molaire</li> <li>– Calcul de masse en lien avec exemples concrets</li> <li>– Labo/démo: Calcul de rendement par réaction de précipitation.</li> </ul>	
Compétences transversales (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biologie/environnement : exemples concrets d'application des calculs des masses (dosage des molécules/ions dans un milieu aqueux)</li> <li>○ Sciences humaines : Découverte de la mole, du nombre Avogadro et de la masse molaire dans leur contexte historique et/ou socio-économique.</li> </ul>			

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Simulation/application pour les calculs de masse (réactif limitant et excès)</li> <li>○ Outils de vérification de la conservation de la masse.</li> </ul>			
Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Exemples écologie : mise en évidence d'un métal toxique dans un échantillon d'eau.</li> </ul>			
Compétences et aspects étudiés de la langue française : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré, développer un raisonnement logique et la capacité d'abstraction, développer une attitude critique par rapport aux problèmes d'environnement.</li> </ul>			
Part à apprendre de manière autonome : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 3-4 semaines sur toute l'année.</li> </ul>			
6. Équilibre chimique	L'élève est capable de/d' :		2-4
Equilibre chimique Catalyseur Déplacement de l'équilibre	<ul style="list-style-type: none"> <li>– modéliser ce qu'est un équilibre dynamique (pas d'équation de vitesse de réaction)</li> <li>– interpréter le graphique de la concentration des produits et réactifs</li> <li>– distinguer une réaction dite "totale" d'une réaction atteignant un équilibre dynamique</li> <li>– expliquer le rôle d'un catalyseur et interpréter le graphique énergétique correspondant</li> <li>– prédire qualitativement un déplacement de l'équilibre (Le Châtelier): concentration, température.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– réaction complète vs à l'équilibre, vitesse de réaction, représentation graphique de la consommation/production des réactifs/produits</li> <li>– catalyseur, énergie d'activation et représentation graphique</li> <li>– Le Châtelier (concentration et température)</li> <li>– labo/démo: mise en évidence des facteurs influençant l'équilibre.</li> </ul>	
Compétences transversales (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biologie : catalyseurs enzymatiques.</li> </ul>			
Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Application/modélisation informatique de l'équilibre dynamique.</li> </ul>			

<b>DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS</b>	<b>SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES</b>	<b>CONTENUS</b>	<b>Nbre périodes</b>
<p>Compétences et aspects étudiés de la langue française :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.</li></ul>			
<p>Part à apprendre de manière autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 3-4 semaines sur toute l'année.</li></ul>			

## Programme cadre 3e année

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
1. Quantitative masse	L'élève est capable de/d' :		12-16
Mole, masse molaire et nombre d'Avogadro Calcul de masse Gravimétrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– comprendre et utiliser en calculs la notion de mole, masse molaire et nombre d'Avogadro</li> <li>– expliquer la notion de conservation de la masse</li> <li>– résoudre des problèmes liés aux calculs de masse <b>en passant par la résolution des moles</b></li> <li>– expliquer le réactif limitant et le réactif en excès (sans détermination par calcul de l'excès et du limitant), calculer le nombre de moles du limitant</li> <li>– expliquer et calculer un rendement (pour une réaction totale)</li> <li>– déterminer la masse et le pourcentage initial d'une substance dans un mélange par précipitation sélective (gravimétrie)</li> <li>– déterminer le but d'une expérience et d'en expliquer les étapes</li> <li>– maîtriser des gestes techniques, le nom du matériel et le vocabulaire en lien avec le laboratoire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mole, nombre d'Avogadro, masse molaire</li> <li>– calcul de masse en lien avec exemples concrets</li> <li>– labo/démo : mise en évidence du réactif limitant (par ex. avec vinaigre, bicarbonate et ballon de baudruche) et détermination de la masse/pourcentage initial d'une substance contenue dans un mélange par des réactions de précipitation</li> <li>– gestes techniques : sécurité au laboratoire, récupération des déchets, filtration sur büchner ou gooch.</li> </ul>	
Compétences transversales (exemples) :			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biologie/environnement: exemples concrets d'application des calculs des masses (dosage des molécules/ions dans un milieu aqueux)</li> <li>○ Sciences humaines: Découverte de la mole, du nombre Avogadro et de la masse molaire dans leur contexte historique et/ou socio-économique.</li> </ul>			
Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) :			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Autovalidation des changements d'unités (mole, g, atomes) et travail sur l'ordre de grandeurs</li> <li>○ Simulation/application pour les calculs de masse (réactif limitant et excès)</li> <li>○ Outils de vérification de la conservation de la masse.</li> </ul>			

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité (exemples) : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Exemples écologie: mise en évidence d'un métal toxique dans un échantillon d'eau.</li> </ul>			
Compétences et aspects étudiés de la langue française : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré, développer un raisonnement logique et la capacité d'abstraction, développer une attitude critique par rapport aux problèmes d'environnement.</li> </ul>			
Part à apprendre de manière autonome : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 5-6 semaines sur toute l'année.</li> </ul>			
2. Quantitative solution	L'élève est capable de/d' :		14-18
Concentration molaire/molarité	<ul style="list-style-type: none"> <li>– comprendre et utiliser en calculs les notions de molarité/concentration molaire, titre/concentration massique de solutions composées d'un soluté ionique ou moléculaire</li> <li>– calculer la concentration en ions dans une solution de molarité/titre connus et inversement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– molarité, concentration molaire/massique, titre, soluté, solvant, solution.</li> </ul>	
Concentration massique/titre			
Dilution	<ul style="list-style-type: none"> <li>– comprendre et utiliser en calculs les notions de dilution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– dilution.</li> </ul>	
Volumétrie/Titrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>– comprendre et utiliser en calculs les notions de volumétrie et titrage</li> <li>– déterminer expérimentalement le point équivalent (PE)</li> <li>– donner les ions/molécules présents à chaque étape du titrage (avant PE, au PE, après PE)</li> <li>– déterminer le but d'une expérience et d'en expliquer les étapes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– volumétrie, titrage, point équivalent, indicateurs colorés</li> <li>– labo/démo: détermination de la concentration d'une solution par titrage</li> <li>– gestes techniques : préparation d'une solution, préparation d'une dilution, réalisation d'un titrage.</li> </ul>	

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– maîtriser des gestes techniques, le nom du matériel et le vocabulaire en lien avec le laboratoire.</li> </ul>		
<p>Compétences transversales (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biologie/environnement: exemples concrets d'application (par exemples enzymes/substrats).</li> </ul>			
<p>Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Exemples écologie : mise en évidence des polluants dans un échantillon d'eau.</li> </ul>			
<p>Compétences et aspects étudiés de la langue française :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.</li> </ul>			
<p>Part à apprendre de manière autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 5-6 semaines sur toute l'année</li> <li>○ Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.</li> </ul>			
3. pH	L'élève est capable de/d' :		18-22
<p>Acide fort-base forte</p> <p>Calcul de pH</p> <p>Courbe de pH</p> <p>pH-métrie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– définir les termes associés au chapitre</li> <li>– expliquer la différence entre un acide/base faible et un acide/base fort.e basé (lien avec le chapitre des équilibres 2OS)</li> <li>– écrire les équations de protolyse d'un acide et d'une base dans l'eau</li> <li>– écrire l'équation d'autoprotolyse de l'eau</li> <li>– écrire et utiliser dans les calculs le produit ionique de l'eau</li> <li>– comprendre et utiliser en calculs les notions de pH d'un acide fort ou d'une base forte</li> <li>– analyser une courbe pH d'une neutralisation d'un acide fort par une base forte et inversement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– acide et base selon Brönsted</li> <li>– ampholyte</li> <li>– produit ionique de l'eau <math>K_e</math></li> <li>– pH, concentration molaire et massique</li> <li>– courbe de pH et effet qualitatif d'une dilution</li> <li>– labo/démo: détermination de la concentration d'une solution par pH-métrie, identification du milieu de la solution</li> <li>– gestes techniques : réalisation d'une pH-métrie, calibration des électrodes.</li> </ul>	

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– déterminer un point équivalent par la méthode des tangentes.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– effectuer des calculs en lien avec une pH-métrie</li> <li>– déterminer le but d'une expérience et d'en expliquer les étapes</li> <li>– maîtriser des gestes techniques, le nom du matériel et le vocabulaire en lien avec le laboratoire</li> </ul>		
Compétences transversales (exemples) :			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mathématique: définition d'un point d'inflexion et d'une tangente à une courbe, résolution d'équations logarithmiques.</li> </ul>			
Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) :			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utilisation d'Excel pour représentation des courbes de pH.</li> </ul>			
Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité (exemples) :			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Exemples écologie: mise en évidence des polluants dans un échantillon d'eau par dosage pH-métrique.</li> </ul>			
Compétences et aspects étudiés de la langue française :			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.</li> </ul>			
Part à apprendre de manière autonome :			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 5-6 semaines sur toute l'année.</li> </ul>			
4. Organique	L'élève est capable de/d' :		16–20
Représentation/écriture	<ul style="list-style-type: none"> <li>– reconnaître et nommer les différentes représentations des molécules organiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– formules : développée, semi-développée, condensée</li> </ul>	
Hydrocarbures	<ul style="list-style-type: none"> <li>– définir, comprendre et utiliser les termes relatifs au chapitre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– hydrocarbure: alcane, alcène, alcyne, cyclique, aromatique (benzène)</li> </ul>	
Fonctions	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nommer les hydrocarbures à partir de la représentation et inversement à l'aide d'un formulaire commun</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– saturé, insaturé, ramification, radicaux, cycle</li> </ul>	
Isomérisation		<ul style="list-style-type: none"> <li>– chaîne de carbone entre C1 et C10</li> </ul>	

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reconnaître les différentes fonctions organiques</li> <li>- nommer des molécules contenant des fonctions organiques à partir de la représentation et inversement à l'aide d'un formulaire commun.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ramification : méthyle, éthyle, éthényle, propyle, isopropyle, butyle, phényle et benzyle</li> <li>- fonctions organiques: alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- définir le terme isomère et savoir les reconnaître et les dessiner à partir d'une formule brute.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- isomérisation: Isomères de constitution, introduction aux énantiomères (exemples d'application)</li> <li>- démonstration des molécules à l'aide des modèles moléculaires en plastique ou modélisation numérique.</li> </ul>	
<p>Compétences transversales (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Biologie/médecine: présentation de molécules diverses et variées pour montrer l'application commune et quotidienne des molécules organiques.</li> </ul>			
<p>Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Utilisation de programme de représentation des molécules.</li> </ul>			
<p>Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Présentation du cycle du carbone et les conséquences de l'augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (impact sur les milieux aquatiques, sur la flore et la faune terrestre...). Discussion du rôle humain dans ce déséquilibre.</li> </ul>			
<p>Compétences et aspects étudiés de la langue française :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.</li> </ul>			
<p>Part à apprendre de manière autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 5-6 semaines sur toute l'année.</li> </ul>			
5. Réactions organiques	L'élève est capable de/d' :		16-20



DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
Esterification/hydrolyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- écrire/compléter et équilibrer l'équation d'estérification à partir de l'acide carboxylique et de l'alcool correspondant</li> <li>- écrire/compléter et équilibrer l'équation d'hydrolyse d'un ester</li> <li>- expliquer qualitativement comment déplacer l'équilibre de la réaction</li> <li>- calculer le rendement de la réaction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réaction de condensation</li> <li>- rôle et définition d'un catalyseur.</li> </ul>	
Oxydation/réduction	<ul style="list-style-type: none"> <li>- définir une réaction d'oxydation et de réduction (gain/perte H/O)</li> <li>- écrire/compléter et équilibrer l'équation d'oxydation d'un alcool primaire en aldéhyde , puis en acide carboxylique (et sa réduction correspondante)</li> <li>- écrire/compléter et équilibrer l'équation d'oxydation d'un alcool secondaire en cétone (et sa réduction correspondante).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nombre d'oxydation des carbones.</li> </ul>	
Substitution/addition/élimination	<ul style="list-style-type: none"> <li>- écrire/compléter et équilibrer l'équation de réaction de substitution d'un dihalogène sur un alcane</li> <li>- écrire/compléter et équilibrer l'équation de réaction d'addition de H<sub>2</sub>, H-X, X<sub>2</sub> ou H<sub>2</sub>O sur un alcène (X=halogène) et les réactions inverses d'élimination.</li> </ul>		
Combustion des hydrocarbures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- écrire/compléter et équilibrer l'équation de réaction de combustion complète en connaissant l'hydrocarbure de départ.</li> </ul>		
Saponification	<ul style="list-style-type: none"> <li>- représenter une molécule de savon et définir les termes hydrophile et hydrophobe</li> <li>- expliquer le fonctionnement du savon sur les taches de gras au niveau moléculaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- micelle, micelle inverse, savon dur et liquide</li> <li>- labo/démo: Synthèse organique (suivi autonome d'un protocole, méthode de séparation...)</li> </ul>	

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– écrire/compléter et équilibrer la réaction de saponification à partir d'un triglycéride donné.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gestes techniques: Manipulation d'une ampoule à décanter, filtration, montage d'un chauffage à reflux, montage d'une distillation, récupération des déchets organiques.</li> </ul>	
<p>Compétences transversales (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biologie : les graisses, esters naturels</li> <li>○ Environnement : obtention du PET par estérification</li> <li>○ Biochimie : métabolisation des fonctions dans le corps.</li> </ul>			
<p>Compétences et aspects en lien avec la culture numérique (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modélisation d'une réaction avec et sans catalyseur</li> <li>○ Modélisation des paramètres à modifier et impact sur l'équilibre chimique (Le Chatelier)</li> <li>○ Modélisation des molécules de savon.</li> </ul>			
<p>Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité (exemples) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Synthèse organique : naturel vs artificiel</li> <li>○ Catalyseur et conditions optimales à température élevée: énergie de production à l'échelle industrielle.</li> </ul>			
<p>Compétences et aspects étudiés de la langue française :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Développement de l'esprit de synthèse, de la capacité d'abstraction, du raisonnement logique et de la hiérarchisation des informations. Rédaction d'un rapport de laboratoire structuré.</li> </ul>			
<p>Part à apprendre de manière autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'enseignante ou l'enseignant peut choisir un ou plusieurs domaines d'apprentissage et/ou savoir-faire/compétences spécifiques à faire travailler en autonomie d'une durée d'approximativement de 5-6 semaines sur toute l'année.</li> </ul>			

## Modalité de l'évaluation la discipline OSP 2<sup>e</sup> année et de l'examen de certificat OSP 3<sup>e</sup> année

### 2e année

#### Epreuve écrite

**Durée** : 120 minutes

**Domaines** : constitution de l'atome, liaisons, classification des composés minéraux, réactions chimiques, chimie quantitative, équilibre chimique.

**Contenus évalués** : tous les objectifs et contenus de ces domaines, développement de la pensée scientifique, maîtrise des gestes techniques en lien avec l'expérimentation, utilisation et application des contenus enseignés, extraction des informations pertinentes d'un texte scientifique (par exemple consigne de question, articles, sujets d'actualité etc...), schématisation des phénomènes étudiés et des montages expérimentaux utilisés, rigueur scientifique et mathématique, utilisation correcte du vocabulaire spécifique, orthographe

**Type de questions ou d'exercices** : QCM, questions ouvertes et de développement, situations-problèmes, questions en lien avec les travaux pratiques.

**Documents autorisés** : tableau périodique, tables communes de chimie (résumé de nomenclature minérale et organique et tables de solubilité)

**Barème** : fédéral

### 3<sup>e</sup> année :

#### Examen écrit

**Durée** : 160 minutes

**Domaines** : quantitative, pH, chimie organique

**Contenus évalués** : tous les objectifs et contenus de ces domaines, développement de la pensée scientifique, maîtrise des gestes techniques en lien avec l'expérimentation, utilisation et application des contenus enseignés, extraction des informations pertinentes d'un texte scientifique (par exemple consigne de question, articles, sujets d'actualité etc...), schématisation des phénomènes étudiés et des montages expérimentaux utilisés, rigueur scientifique et mathématique, utilisation correcte du vocabulaire spécifique, orthographe.

**Type de questions ou d'exercices** : QCM, questions ouvertes et de développement, situations-problèmes, questions en lien avec les travaux pratiques

**Documents autorisés** : tableau périodique, tables communes de chimie (résumé de nomenclature minérale et organique et tables de solubilité)

**Barème** : fédéral

## Documents, livres et matériel

- ARNAUD Paul, *Si la chimie m'était contée*, Paris, Belin, 2002.
- ATKINS Peter, *Chimie générale*, Paris, InterEditions, 1992.
- ATKINS Peter, & JONES Loretta, *Chimie, molécules, matière, métamorphoses, Traduction de la 3<sup>e</sup> édition américaine*, Bruxelles, De Boeck, 1998.
- AVANZI Paul, KESPY Alain, PERRET-GENTIL Jacques, & Pfistner Daniel, *Physique, Chimie, Sciences expérimentales*, Lausanne, L.E.P, 2001.
- AYADIM Mohamed, *QCM de chimie générale, 1<sup>er</sup> cycle des études médicales*, Bruxelles, De Boeck, 2010.
- AYADIM Mohamed, *QCM de chimie organique, 1<sup>er</sup> cycle des études médicales*, Bruxelles, De Boeck, 2010.
- BARLET Roger, RICHE Françoise, FABRY Pierre, BAHARMAST Bahman, DECOUT Jean-Luc, & DU MOULINET D'HARDEMARE Amaury, *De l'atome à la réaction chimique*, Grenoble, EDP Sciences, 2004.
- BELLOSTA Véronique, Chataigner Isabelle, Couty François, Garcia Ludivine, Harrison-Marchand Anne, Lasne Marie-Claire, Rouden Jacques, *Chimie Organique, tout le cours en fiches, Licence-PACES-CAPES, 2<sup>e</sup> éd.* Malakoff, Dunod, 2013.
- BENSAUDE-VINCENT Bernadette, & STENGERS Isabelle, *Histoire de la chimie*, Paris, Editions la Découverte, 1993.
- BERG Linda R., HASSENZAHN David M., & RAVEN HAMILTON Peter, *Environnement*, Bruxelles, De Boeck, 2009.
- BONIN Julien & MARCHAL Damien, *La chimie générale en 1001 QCM, PAES, 2<sup>e</sup> éd.* Paris, Ellipses, 2010.
- BOUDES Lionel, *QCM UE1, Chimie organique, PAES, 1<sup>re</sup> année*, Malakoff, Foucher, 2012.
- BOUILLON Jean-Philippe, & ESTOUR François, *QCM de chimie organique, UE1, PACES*. Paris, Ellipses, 2011.
- BRUICE Paula, *Chimie Organique, 2<sup>e</sup> éd.* Montreuil, Pearson, 2010.
- CAMARA Christian & GASTON Claudine, *ABC du BAC, SVT TermS spécifique & spécialité*, Paris, Nathan, 2012.
- Collectif, *Le grand guide des minéraux*. Paris, Sand, 2003.
- COSANDEY M., *Chimie, mes 10 premières séances de travaux pratiques*, CRC Press, 2006.
- ATLANI Robert & COUDERT E, *Chimie générale et organique, QCM et QROC, 450 questions corrigées et commentées, Cahiers du PCEM*, Boulogne, ERA, 2007.
- DE VECCHI Gérard & GIORDAN André, *L'enseignement scientifique. Comment faire pour que "ça marche ?"*, Paris, Delagrave Edition, 2002.
- DEFRANCESCHI Mireille, *La chimie au quotidien*, Paris, Ellipses, 2006.
- GRAY Théodore, *Atomes, une exploration visuelle de tous les éléments connus dans l'univers*, Place des Victoires, Paris, 2010.
- KOTZ John C., & TRECHEL Jr Paul M., *Chimie des solutions*, Bruxelles, De Boeck, 2005.
- KOTZ John C., & TRECHEL Jr Paul M., *Chimie Générale*, Bruxelles, De Boeck, 2006.
- MONTANGERO Marc, *La chimie pour les Nuls*, Aigle, Editions Farga sàrl, 2011.
- REBSTEIN Martine & SOERENSEN Chantal, *Chimie, préparation au bac et à la maturité, 2<sup>e</sup> éd. revue et augmentée*, Lausanne, PPUR, 2010.
- REBSTEIN Martine & SOERENSEN Chantal, *Chimie avancée, préparation au bac et à la maturité*, Lausanne, PPUR, 2011.
- RODIER Jean, *L'analyse de l'Eau*, Paris, Dunod, 2005.

SEVIN Alvin, DÉGARNAUD DANDINE Christine, & PIEM, *Des molécules et des hommes ... liaisons chimiques, liaisons humaines*. Paris, Ellipses, 2008.  
TAYLOR Barbara, OXLADE Chris, FARNDOR John, & GRAHAM Ian, *Le Monde de la Science*. Bath, UK, Parragon, 2004.  
VALTER Karel & ARRIZABALAGA Philippe, *Designer Drugs Directory*. Londres, Elsevier science & technology, 1998.  
VOLLHARDT Peter K. C., & SHORE Neil, *Traité de Chimie Organique, 2e ed*. Bruxelles, De Boeck, 1995.