

**NS C12 L'industrie du chlore-alkali**

2 heures

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
C.12.1	Discuter de la production du chlore et de l'hydroxyde de sodium par électrolyse du chlorure de sodium.	3	Inclure les cellules d'électrolyse à cathode de mercure, à diaphragme et à membrane.
C.12.2	Résumer quelques utilisations importantes des produits obtenus par ce procédé.	2	
C.12.3	Discuter de l'impact des procédés utilisés pour l'électrolyse du chlorure de sodium sur l'environnement.	3	<b>Objectif global 8 :</b> inclure les raisons pour lesquelles la cellule à membrane a remplacé la cellule à cathode de mercure et la cellule à diaphragme, et émettre des réserves sur l'utilisation de solvants chlorés à cause de leurs effets sur la couche d'ozone.

## Option D – Les médicaments et les drogues (15/22 heures)

L'objectif de cette option est de fournir aux élèves une compréhension de la manière dont les drogues et les médicaments peuvent influencer le fonctionnement de l'organisme. Les élèves doivent être capables d'identifier les structures fondamentales et les groupements fonctionnels d'intérêt présents dans plusieurs classes de drogues et de médicaments (voir la liste ci-après ou le thème 10) et doivent pouvoir les distinguer. La mémorisation de formules complexes n'est pas utile. Cette option est l'occasion de mettre en évidence la contribution que la science a apportée (et continue à apporter) au maintien et à l'amélioration de la santé et du bien-être de la population mondiale. Dans cette option, les discussions portant sur l'objectif global 8 ont un rôle important.

**Tronc commun :** les sujets D1 à D7 constituent le tronc commun pour le NM et le NS (15 heures).

**Compléments :** les sujets D8 à D10 constituent les compléments pour le NS seulement (7 heures).

## D1 Les produits pharmaceutiques

2 heures

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.1.1	Énumérer les effets des drogues et des médicaments sur l'organisme.	1	D'une manière générale, un médicament ou une drogue est une substance chimique qui produit un ou plusieurs des effets suivants : <ul style="list-style-type: none"> <li>• modification de l'état physiologique, y compris de la conscience, du niveau d'activité ou de la coordination ;</li> <li>• modification des perceptions sensorielles ;</li> <li>• modification de l'humeur ou des émotions.</li> </ul> Mettre en évidence l'importance des processus naturels de guérison et l'effet placebo.
D.1.2	Résumer les étapes de la recherche, du développement et des essais de nouveaux produits pharmaceutiques.	2	Le cas de la Thalidomide est un exemple d'échec. Le recours à la chimie combinatoire ne sera pas évalué. Une discussion de techniques spécifiques ne sera pas évaluée. <b>TdC :</b> les scientifiques doivent-ils être tenus moralement responsables si les médicaments présentent des effets nocifs ?
D.1.3	Décrire les différentes méthodes d'administration des médicaments.	2	Ces méthodes doivent comprendre la voie orale, la voie parentérale (par injection), l'inhalation et la voie rectale. Les injections peuvent être pratiquées par voies intraveineuse, intramusculaire ou sous-cutanée.
D.1.4	Discuter des termes <i>intervalle thérapeutique, tolérance et effets secondaires</i> .	3	

## D2 Les antiacides

1 heure

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.2.1	Exprimer et expliquer comment l'excès d'acidité gastrique peut être réduit par l'utilisation de différentes bases.	3	Les exemples proposés doivent inclure les composés d'aluminium et de magnésium ainsi que l'hydrogencarbonate de sodium. Les élèves doivent être capables d'écrire les équations des réactions de neutralisation correspondantes. Ils doivent savoir que les antiacides sont souvent combinés à des alginates (qui forment une couche neutralisante destinée à empêcher l'acide gastrique de remonter dans l'œsophage où ils provoqueraient une sensation de brûlure) et à des agents empêchant la formation de mousse (comme le diméthicone).

## D3 Les analgésiques

3 heures

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.3.1	Décrire et expliquer les différentes manières dont les analgésiques combattent la douleur.	3	<p>Les analgésiques légers agissent en court-circuitant le stimulus douloureux à la source, souvent en interférant avec la production de substances (comme les prostaglandines) qui déterminent la sensation douloureuse, l'inflammation ou la fièvre.</p> <p>Les analgésiques puissants fonctionnent en se fixant de manière temporaire sur les récepteurs cérébraux, empêchant ainsi la transmission de l'influx douloureux sans déprimer le système nerveux central.</p> <p><b>TdC :</b> une discussion de la perception de la douleur peut être reliée à la discussion plus générale de la perception comme mode de la connaissance en TdC.</p>
D.3.2	Décrire l'utilisation de dérivés de l'acide salicylique comme analgésiques légers et comparer les avantages et inconvénients de l'aspirine et du paracétamol (acétaminophène).	2	<p>L'aspirine s'est montrée utile pour prévenir la récurrence d'accidents cardiaques et d'accidents vasculaires cérébraux. Parmi les inconvénients de l'aspirine, on signalera le fait qu'elle puisse induire un ulcère de l'estomac et des hémorragies gastriques, des réactions allergiques et, chez les enfants, le syndrome de Reye (une atteinte hépatique et cérébrale qui peut se révéler fatale).</p> <p>Le paracétamol (acétaminophène) utilisé modérément, s'avère sans danger, mais peut, dans de rares cas, provoquer des anomalies sanguines et des troubles rénaux. Le surdosage peut conduire à des atteintes graves du foie et du cerveau susceptibles d'entraîner la mort.</p>
D.3.3	Comparer la structure de la morphine, de la codéine et de la diacétylmorphine (l'héroïne, un opiacé semi-synthétique).	3	Insister sur le fait qu'une simple modification de la structure de la morphine conduit à la diacétylmorphine (héroïne), une drogue semi-synthétique.
D.3.4	Discuter des avantages et des inconvénients d'utiliser la morphine et ses dérivés comme analgésiques puissants.	3	Inclure les conséquences sociales aussi bien que les effets physiologiques de l'utilisation à court et à long terme de ces drogues.

## D4 Les dépresseurs

3 heures

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.4.1	Décrire les effets des dépresseurs.	2	À faible dose, un dépresseur peut exercer un effet minime, voire nul. À doses modérées, il peut induire une sédation (effet calmant, anxiolytique). À des doses plus élevées, il provoque l'endormissement et à des doses très fortes, il peut causer la mort. Les dépresseurs sont souvent qualifiés d'antidépresseurs parce qu'ils soulagent la dépression.
D.4.2	Discuter des conséquences sociales et physiologiques de la consommation et de l'abus d'alcool (éthanol).	3	Inclure les effets sur la famille, les coûts pour la société et les effets à court et à long terme sur la santé.
D.4.3	Décrire et expliquer les techniques utilisées pour détecter l'éthanol dans l'haleine, dans le sang et dans l'urine.	3	Inclure l'utilisation du dichromate(VI) de potassium dans l'alcotest, l'analyse de sang et d'urine par chromatographie ainsi que l'absorption dans l'infrarouge ou l'utilisation d'une cellule à combustible dans l'éthylomètre.
D.4.4	Décrire les effets synergiques de l'éthanol avec d'autres drogues.	2	Parmi les exemples, mentionner l'augmentation du risque d'hémorragie gastrique lors de la prise concomitante d'aspirine et les risques accrus de sédation profonde lors de la prise de tout médicament à effet sédatif sur le système nerveux central.
D.4.5	Identifier d'autres dépresseurs couramment utilisés et décrire leur structure.	2	Seule l'utilisation du diazépam (Valium®), du nitrazépam (Mogadon®) et du chlorhydrate de fluoxétine (Prozac®) sera évaluée.

## D5 Les stimulants

2 h 30

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.5.1	Énumérer les effets physiologiques des stimulants.	1	
D.5.2	Comparer les amphétamines à l'épinéphrine (adrénaline).	3	Les amphétamines et l'épinéphrine (adrénaline) sont des analogues chimiques en ce sens qu'elles dérivent de la structure de la phényléthylamine. Les amphétamines produisent les mêmes effets que l'épinéphrine (adrénaline) et sont qualifiées de drogues sympathomimétiques.
D.5.3	Discuter des effets à court et à long terme liés à la consommation de nicotine.	3	Les effets à court terme comprennent l'élévation du rythme cardiaque et de la tension artérielle, la réduction de la diurèse et des effets stimulants. Les effets à long terme comprennent l'augmentation du risque de cardiopathies, de thrombose coronaire et d'ulcères peptiques. Inclure également les propriétés d'accoutumance de la nicotine et les autres risques liés à la consommation de tabac.

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.5.4	Décrire les effets de la caféine et comparer sa structure à celle de la nicotine.	3	La caféine est un stimulant respiratoire. Lorsqu'elle est consommée en grande quantité, elle peut causer anxiété, irritabilité et insomnie. C'est un diurétique léger. La caféine et la nicotine contiennent l'une et l'autre un groupe amine tertiaire.

## D6 Les agents antibactériens

2 heures

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.6.1	Résumer les étapes historiques de la mise au point des pénicillines.	2	Inclure la découverte de Fleming et le développement ultérieur des pénicillines par Florey et Chain. <b>TdC</b> : quel rôle joue le hasard dans les découvertes scientifiques ?
D.6.2	Expliquer le mode d'action des pénicillines et discuter des effets qu'entraîne une modification de la chaîne latérale.	3	Les pénicillines agissent en interférant avec les substances chimiques dont la bactérie a besoin pour synthétiser sa membrane cellulaire. La modification de la chaîne latérale conduit à des pénicillines qui sont plus résistantes à l'action de l'enzyme pénicillinase.
D.6.3	Expliquer en quoi il est important que le patient respecte le traitement et discuter de l'effet d'une prescription abusive de pénicilline.	3	<b>Objectif global 8</b> : une conformité rigoureuse à un schéma thérapeutique est nécessaire pour l'efficacité des médicaments contre la tuberculose (plusieurs médicaments sont souvent utilisés en association). L'utilisation des pénicillines dans la nourriture animale contribue également au problème dû à la résistance.

## D7 Les agents antiviraux

1 h 30

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.7.1	Exprimer en quoi les virus se distinguent des bactéries.	1	
D.7.2	Décrire les différents modes d'action des antiviraux.	2	Les drogues antivirales peuvent agir en altérant le matériel génétique de la cellule de manière telle que le virus ne puisse plus l'utiliser pour se multiplier. Elles peuvent aussi empêcher la multiplication du virus par blocage de l'activité enzymatique dans la cellule hôte.

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.7.3	Discuter des difficultés liées à la résolution du problème du SIDA.	3	<p><b>Dimension internationale :</b> des protéines spécifiques du rétrovirus VIH se fixent sur des récepteurs de certains types de globules blancs (lymphocytes T). Du fait que le VIH est sujet à des mutations et du fait que son métabolisme est intimement lié à celui de la cellule, un traitement efficace par des drogues antivirales est très difficile, au même titre que la mise au point d'un vaccin.</p> <p>La maîtrise et le traitement du VIH sont compliqués par le prix élevé des antirétroviraux et les enjeux socioculturels.</p>

## NS D8 L'action des drogues

2 h 30

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.8.1	Décrire l'importance de l'isomérisation géométrique dans l'activité des drogues.	2	Les élèves doivent savoir que l'isomérisation <i>cis-</i> et <i>trans-</i> peut se manifester dans des complexes inorganiques et que les deux isomères peuvent avoir des effets pharmacologiques différents. Le Cisplatine®, un agent antinéoplasique, constitue un bon exemple.
D.8.2	Discuter de l'importance de la chiralité dans l'activité des drogues.	3	Les deux énantiomères du mélange racémique d'une drogue peuvent avoir des effets complètement différents ; c'est le cas de la Thalidomide. L'un des énantiomères de la Thalidomide soulage les nausées matinales chez la femme enceinte, tandis que l'autre est responsable des malformations des membres chez le fœtus.
D.8.3	Expliquer l'importance du cycle bêta-lactame dans l'activité de la pénicilline.	3	La réactivité élevée du groupe amide au sein de la structure cyclique à quatre atomes est due à la tension dans le cycle. Le cycle s'ouvre de sorte que la pénicilline forme une liaison covalente avec l'enzyme qui synthétise les parois cellulaires de la bactérie, ce qui bloque l'activité enzymatique.
D.8.4	Expliquer la puissance accrue de la diacétylmorphine (héroïne) comparée à celle de la morphine.	3	Les groupes hydroxyle polaires dans la morphine sont remplacés par des groupes ester non polaires, ce qui facilite le transport dans l'environnement non polaire du système nerveux central.

**NS D9 La conception des drogues et des médicaments**

2 h 30

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.9.1	Discuter de l'utilisation d'une « bibliothèque » de composés dans la mise au point des drogues.	3	De façon traditionnelle, un grand nombre de composés apparentés sont synthétisés individuellement et leurs propriétés biologiques sont évaluées. Cette méthode prend beaucoup de temps et est coûteuse.
D.9.2	Expliquer le recours à la chimie combinatoire et à la chimie parallèle pour synthétiser de nouvelles drogues.	3	La chimie combinatoire est utilisée pour synthétiser un grand nombre de composés différents et les tester sur le plan de l'activité biologique. Cette méthode conduit à la constitution d'une « bibliothèque combinatoire ». La synthèse parallèle peut également produire des bibliothèques plus petites, mieux ciblées. Les élèves doivent être informés de l'importance de la chimie en phase solide.
D.9.3	Décrire de quelle manière les ordinateurs sont utilisés dans la mise au point des drogues.	2	Des modèles tridimensionnels des drogues peuvent être créés <i>in silico</i> (par voie informatique) et des logiciels de modélisation moléculaire peuvent être utilisés pour la mise au point et l'évaluation virtuelles de nouvelles drogues.
D.9.4	Discuter de la manière dont la polarité d'une molécule peut être modifiée pour augmenter sa solubilité dans l'eau et de quelle manière cette modification facilite sa distribution dans l'organisme.	3	Les élèves doivent connaître la capacité des groupes acides (acide carboxylique) et basiques (amine) à former des sels ioniques, par exemple, l'aspirine soluble et le chlorhydrate de fluoxétine (Prozac®).
D.9.5	Décrire l'utilisation d'intermédiaires chiraux pour la synthèse d'un énantiomère déterminé.	2	Un intermédiaire chiral permet de convertir une molécule non chirale en l'énantiomère souhaité, ce qui évite de devoir séparer les énantiomères d'un mélange racémique. Il agit en se fixant sur la molécule non chirale, créant ainsi des conditions stéréochimiques qui obligeront la réaction à évoluer dans un sens déterminé. Une fois la nouvelle molécule formée, l'auxiliaire réactionnel peut être récupéré (recyclé) et l'on obtient l'énantiomère attendu. Un exemple est fourni par la synthèse du Taxol, un médicament contre le cancer.

**NS D10 Les drogues psychotropes**

2 heures

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.10.1	Décrire les effets de la diéthylamide de l'acide lysergique (LSD), de la mescaline, de la psilocybine et du tétrahydrocannabinol (THC).	2	

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
D.10.2	Discuter des analogies et des différences entre le LSD, la mescaline et la psilocybine.	3	Les élèves doivent connaître les similitudes des trois drogues et les comparer au noyau indole.
D.10.3	Discuter des arguments favorables et des arguments opposés à la légalisation du cannabis.	3	<b>Objectif global 8 :</b> les arguments en faveur de la légalisation incluent la capacité du cannabis à soulager les symptômes de certaines maladies. Les arguments contre la légalisation incluent les effets nocifs possibles et la possibilité pour les usagers du cannabis de passer à des drogues dures.

## Option E – Chimie de l'environnement (15/22 heures)

Les activités humaines nécessitent une utilisation intensive de ressources limitées puisées dans l'air, l'eau et le sol. Beaucoup de ces activités produisent des déchets qui s'accumulent dans l'environnement et génèrent une pollution dont les effets locaux et mondiaux ne cessent de s'accroître. La compréhension d'un tel phénomène est essentielle dans une perspective qui dépasse le cadre strict de l'étude de la chimie. Cette option présente de nombreuses occasions de discussion pour l'objectif global 8 et la dimension internationale.

**Tronc commun :** les sujets E1 à E8 constituent le tronc commun pour le NM et le NS (15 heures).

**Compléments :** les sujets E9 à E12 constituent les compléments pour le NS seulement (7 heures).

### E1 La pollution de l'air

2 heures

	Énoncé d'évaluation	Obj. spéc.	Notes pour les enseignants
E.1.1	Décrire les sources principales de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ), d'oxydes de soufre (SO <sub>x</sub> ), de particules et de composés organiques volatils (COV) dans l'atmosphère.	2	Inclure les sources naturelles et les sources d'origine humaine. Dans la mesure du possible, les équations des réactions rencontrées doivent être utilisées.
E.1.2	Évaluer les méthodes actuelles de réduction de la pollution de l'air.	3	Les exemples envisagés incluent : <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO – convertisseurs catalytiques ;</li> <li>• NO<sub>x</sub> – convertisseurs catalytiques, contrôle du rapport air-combustible ;</li> <li>• SO<sub>x</sub> – épuration alcaline, lits fluidisés à base de calcaire ;</li> <li>• particules – précipitation électrostatique ;</li> <li>• COV – convertisseurs catalytiques.</li> </ul>