

Domaine d'études : Mathématiques, sciences expérimentales, informatique Calcul médical – OSP SA	Nb de périodes hebdomadaires		
	1 ^{re} année	2 ^e année	3 ^e année
			2
	Total cursus		77 périodes

Objectifs généraux

De manière générale, le calcul médical est une nécessité dans le monde scientifique. Les éléments d'apprentissage tels que décrits par ce plan d'étude, ont pour objectif l'étude et la compréhension des calculs comme instrument de travail dans le monde du laboratoire et de la santé. De plus, il permettra à l'élève d'établir de manière autonome les liens existant entre l'enseignement théorique et ses propres observations de problématiques du laboratoire moderne.

Ce plan permet également aux élèves de prendre conscience de l'utilité des calculs pour résoudre des problèmes pratiques, leur donner des outils pour valider leur démarche, contextualiser les résultats obtenus et donc exercer un esprit critique lors de la démarche scientifique.

Enfin, au vu des changements actuels dans les avancées technologiques liées au monde du vivant, l'enseignement dispensé donnera aux élèves les outils pour qu'ils puissent comprendre les informations scientifiques et les innovations liées à la santé.

Le calcul médical étant une discipline interdisciplinaire par essence, ce plan d'étude favorise le transfert des compétences entre des domaines de compétences variés, tels que les mathématiques, la biologie, la chimie et la physique - pour n'en citer que quelques-unes. Dans ce but également, les élèves devront mener des travaux de groupes, élaborer des projets, rédiger des comptes rendus en lien avec ces travaux.

Remarques

Le sixième domaine propose des thèmes optionnels (non obligatoires) à choix pour permettre aux enseignantes et enseignants qui le souhaitent d'aborder d'autres thématiques.

Les prérequis suivant sont nécessaires

- Maîtriser les concepts fondamentaux de l'arithmétique (opérations dans l'ensemble des nombres réels, bases de calcul algébrique...)
- Maîtriser les concepts fondamentaux de la statistique (moyenne, médiane, écart type...)
- Maîtriser la stœchiométrie et l'équilibre des équations chimiques
- Connaître le matériel et la verrerie de base du laboratoire.

COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Les élèves sont capables, dans certains cas sans outils, de/d :

- Analyser, interpréter et expliquer des schémas et des graphiques à l'aide d'outils informatiques
- Accéder à des sources d'information et faire des recherches de manière autonome
- Comprendre un problème lié au monde de la santé et/ou du laboratoire
- Identifier et faire les calculs nécessaires associés à un protocole expérimental de manière autonome
- Analyser, interpréter et présenter les résultats d'une expérience sous forme de rapports en formulant une hypothèse adéquate en se basant sur ses observations
- Faire des liens entre les calculs étudiés et une vue d'ensemble sur le fonctionnement au sein d'un laboratoire
- Lire, comprendre un article scientifique contenant le vocabulaire technique associé au cours
- Tirer des lois générales à partir d'exemples particuliers
- Développer un esprit analytique et critique.

COMPÉTENCES TRANSVERSALES

Les élèves sont capables, dans certains cas sans outils, de/d :

Compétences en lien avec d'autres disciplines

- Faire preuve de curiosité et ouverture d'esprit face à de nouvelles connaissances ;
- Développer la capacité d'analyse et de réflexion ;
- Réaliser des expériences de manière autonome en suivant un protocole ;
- Capacités à présenter et interpréter les résultats d'une expérience, résultats présentés sous différentes formes ;
- Tirer des informations d'un problème/d'une problématique et les mettre en relation avec des savoirs acquis en classe ;
- Utiliser diverses représentations graphiques ;

- Distinguer un argument scientifique d'une croyance ;
- Développer la capacité de synthèse ;
- Utiliser son sens de l'observation ;
- Utiliser un vocabulaire scientifique dédié à bon escient.

Compétences et aspects en lien avec la culture numérique :

- Utiliser un logiciel de simulation ou d'analyse ;
- Interroger une base de données pour rechercher des informations ;
- Utiliser un moteur de recherche ;
- Utiliser un traitement de texte, un logiciel de présentation ;
- Partager des productions en ligne via une plateforme EEL (Ecole En Ligne) selon les consignes de format informatique préétablies.

Aspects en lien avec le développement durable et la biodiversité :

- Expliquer les effets de différents facteurs perturbants de l'équilibre homéostatique et la santé humaine ;
- Notion d'impact à court et long terme de l'empreinte de polluants sur la santé, sur les développements de pathologies.

Compétences et aspects étudiés de la langue française :

- Distinguer description, explication scientifique et argumentation ;
- Rédiger un rapport ou une présentation en utilisant un vocabulaire spécifique, éventuellement avec l'appui d'outils informatiques ;
- Communiquer oralement en utilisant un vocabulaire spécifique.

Programme cadre 3^e année

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
1. Grandeurs et unités	L'élève est capable de/d' :		8-10
	<ul style="list-style-type: none"> – identifier les grandeurs – associer les unités aux grandeurs – différencier les grandeurs intensives et extensives – présenter un résultat significatif – à partir d'une formule donnée, d'isoler une des variables – décomposer des grandeurs en utilisant les grandeurs de base – utiliser la verrerie ou le matériel adéquat en fonction d'une demande qualitative ou quantitative (et définition des unités). 	<ul style="list-style-type: none"> – grandeurs fondamentales, ordres de grandeur et niveaux d'organisation du vivant en écriture scientifique – système SI et unités validées par l'OMS – abréviations – unités dérivées, conversion d'unités, chiffres significatifs – verrerie qualitative/ quantitative, unités dérivées. 	
<p>Compétences transversales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Faire preuve de curiosité et ouverture d'esprit face à de nouvelles connaissances ; ○ Tirer des informations d'un problème / d'une problématique et les mettre en relation avec des savoirs acquis en classe ; ○ Utiliser son sens de l'observation ; ○ Utiliser un vocabulaire scientifique dédié à bon escient ; ○ Développer la capacité de synthèse ; ○ Réaliser des expériences de manière autonome en suivant un protocole. 			
<p>Compétences et aspects en lien avec la culture numérique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Utiliser un convertisseur ou programme de calcul pour vérifier ou faire un changement des unités ; ○ Utiliser des outils informatiques de représentation graphique et de calcul. 			
<p>Compétences et aspects étudiés de la langue française :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rédiger un rapport ou une présentation en utilisant un vocabulaire spécifique, éventuellement avec l'appui d'outils informatiques ; ○ Communiquer oralement en utilisant un vocabulaire spécifique. 			
<p>Part à apprendre de manière autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Préparation de TP et leçon à l'aide de ressources en ligne et/ou de documents ; ○ Suivi de consignes dans la rédaction d'un rapport de TP. 			

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
2. Concentrations	Les élèves sont capables à partir de cas cliniques de/d' :		12-14
	<ul style="list-style-type: none"> – calculer une concentration en explicitant clairement la démarche – comparer les évolutions des concentrations sanguines (% CO₂ et équilibre acido-basique) dans une situation donnée d'évolution en lien avec la respiration – calculer la masse volumique d'une solution – comprendre que certaines normes biologiques sont associées à des unités spécifiques qui peuvent, dans certains cas, être exprimées dans d'autres unités de concentration – préparer au laboratoire une solution en respectant les normes de sécurité, en faisant les calculs nécessaires (changement d'unités) et en utilisant le matériel adapté. 	<ul style="list-style-type: none"> – concentration molaire et massique, – pourcentage d'électrolytes dans une solution – masse volumique d'un soluté et d'une solution, – normes biologiques (cellules par mL, g/ml. mmol/L) – courbe de retour à la norme (homéostasie) – calcul du pH sanguin, – pourcentage d'électrolytes dans une solution, – concentration NaCl en % ou g/L, – comptage de cellules Giga, Terra,... par L – TP sur les acides faibles (Coca) 	
<p>Compétences transversales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Développer la capacité d'analyse et de réflexion ; ○ Réaliser des expériences de manière autonome en suivant un protocole ; ○ Capacités à présenter et interpréter les résultats d'une expérience, résultats présentés sous différentes formes ; ○ Tirer des informations d'un problème/d'une problématique et les mettre en relation avec des savoirs acquis en classe ; ○ Utiliser son sens de l'observation ; ○ Utiliser un vocabulaire scientifique dédié à bon escient. 			
<p>Compétences et aspects en lien avec la culture numérique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Utiliser des outils informatiques de représentation graphique et de calcul ; ○ Modéliser une expérience à l'aide d'un logiciel, par ex, pour calcul de la masse volumique ; ○ Créer un outil de vérification des calculs de concentration/titre ; ○ Utiliser un traitement de texte, un logiciel de présentation. 			
<p>Compétences et aspects étudiés de la langue française :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rédiger un rapport ou une présentation en utilisant un vocabulaire spécifique, éventuellement avec l'appui d'outils informatiques ; ○ Communiquer oralement en utilisant un vocabulaire spécifique. 			
<p>Part à apprendre de manière autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Préparation de TP et leçon à l'aide de ressources en ligne et/ou de documents ; 			

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
<ul style="list-style-type: none"> ○ Suivi de consignes dans la rédaction d'un rapport de TP. 			
3. Dilutions	Les élèves sont de/d' :		10-12
	<ul style="list-style-type: none"> – déterminer le volume à prélever d'une solution mère pour faire une solution fille – déterminer la concentration du soluté dans la solution fille ou mère (selon l'énoncé) – calculer le coefficient de dilution – fabriquer les solutions diluées au laboratoire – écrire le protocole opératoire (avec le vocabulaire technique) pour préparer les solutions par dilution – exploiter une droite d'étalonnage (absorbance) pour vérifier la concentration d'une solution ou de déterminer d'une concentration inconnue. – réaliser en pratique de laboratoire des dilutions successives pour obtenir une solution fille et mettre en lien les séries géométriques vues au cours de mathématiques 3e. 	<ul style="list-style-type: none"> – conservation de la matière, – dilutions arithmétiques, – coefficient de proportionnalité (coefficient de dilution) – utilisation de la droite étalonnage (absorbance/concentration) comme outil de vérification de la concentration de la solution préparée ou de détermination d'une concentration inconnue – détermination par expérimentation de la longueur d'onde de la couleur complémentaire à l'échantillon (maximum d'absorbance pour avoir un signal fort, seuil de détection, limites) – en fonction du temps à disposition, aborder le calcul d'erreur, – expression d'un composant A par gramme de solution – pourcentages (proportionnalité) – expression d'un composant A par gramme de solution en concentration massique (g/L), molaire, % volumique, % massique – dilutions géométriques. – Exemples d'applications: <ul style="list-style-type: none"> ○ Absorbance ○ Test ELISA (colorimétrie) ○ Dénombrement de levures dans des boîtes de Pétri ○ Utilisation des lames de KOVA (dilutions en séries) 	
<p>Compétences transversales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Faire preuve de curiosité et ouverture d'esprit face à de nouvelles connaissances ; ○ Développer la capacité d'analyse et de réflexion ; ○ Réaliser des expériences de manière autonome en suivant un protocole ; 			

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
<ul style="list-style-type: none"> ○ Capacités à présenter et interpréter les résultats d'une expérience, résultats présentés sous différentes formes ; ○ Tirer des informations d'un problème/d'une problématique et les mettre en relation avec des savoirs acquis en classe ; ○ Utiliser diverses représentations graphiques ; ○ Développer la capacité de synthèse ; ○ Utiliser son sens de l'observation ; ○ Utiliser un vocabulaire scientifique dédié à bon escient. 			
<p>Compétences et aspects en lien avec la culture numérique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Utiliser des outils informatiques de représentation graphique et de calcul ; ○ Modéliser une expérience à l'aide d'un logiciel ; ○ Créer un outil de vérification des calculs de dilution ; ○ Utiliser un traitement de texte, un logiciel de présentation. 			
<p>Compétences et aspects étudiés de la langue française :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rédiger un rapport ou une présentation en utilisant un vocabulaire spécifique, éventuellement avec l'appui d'outils informatiques ; ○ Communiquer oralement en utilisant un vocabulaire spécifique. 			
<p>Part à apprendre de manière autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Préparation de leçon à l'aide de ressources en ligne et/ou de documents ; ○ Suivi de consignes dans la rédaction d'un rapport de TP. 			
4. Calcul de débit	Les élèves sont capables de/d' :		6-8
	<ul style="list-style-type: none"> – définir ce qu'est un débit (compréhension des unités, modéliser le débit à l'aide d'une droite passant par l'origine ou d'une fonction linéaire) – déterminer la quantité administrée en connaissant le débit et la concentration du soluté dans la solution – déterminer le débit à utiliser pour délivrer une quantité donnée de soluté en un temps donné – déterminer l'autonomie d'une bouteille de gaz 	<ul style="list-style-type: none"> – connaissance des différentes unités de débit (volume/unité de temps, masse de soluté/unité de temps, etc.) – conversion des unités possibles pour un débit (ex. gouttes/h en mL/h) – connaissance des différents perfuseurs ou transfuseurs (régulateurs de débit, etc.) – démonstration ou laboratoire pour déterminer expérimentalement un débit à l'aide d'un perfuseur ou d'une bouteille de gaz. – Présentation de l'intérêt clinique de faire varier un débit (en bolus ou par perfusion lente ou rapide) – TP sur gaz et liquides 	

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
Compétences transversales : <ul style="list-style-type: none"> ○ Développer la capacité d'analyse et de réflexion ; ○ Réaliser des expériences de manière autonome en suivant un protocole ; ○ Capacités à présenter et interpréter les résultats d'une expérience, résultats présentés sous différentes formes ; ○ Tirer des informations d'un problème/d'une problématique et les mettre en relation avec des savoirs acquis en classe ; ○ Utiliser son sens de l'observation ; ○ Utiliser un vocabulaire scientifique dédié à bon escient. 			
Compétences et aspects en lien avec la culture numérique : <ul style="list-style-type: none"> ○ Utiliser des outils de modélisation. 			
Compétences et aspects étudiés de la langue française : <ul style="list-style-type: none"> ○ Rédiger un rapport ou une présentation en utilisant un vocabulaire spécifique, éventuellement avec l'appui d'outils informatiques ○ Communiquer oralement en utilisant un vocabulaire spécifique. 			
Part à apprendre de manière autonome : <ul style="list-style-type: none"> ○ Préparation de TP et leçon à l'aide de ressources en ligne et/ou de documents ○ Suivi de consignes dans la rédaction d'un rapport de TP. 			
5. Calcul de dose	Les élèves sont capables de/d' :		8-10
	<ul style="list-style-type: none"> – déterminer la quantité administrée (dose) en connaissant la concentration de la substance au départ – déterminer la quantité à administrer en tenant compte de divers paramètres liés au patient (masse, âge, genre, etc.) – déterminer le volume d'une solution mère de médicament à utiliser pour arriver à une concentration fille dans un volume donné (lien avec le chapitre 4). – connaître différents types d'injections 	<ul style="list-style-type: none"> – lecture d'une étiquette sur un médicament et détermination de la dose – connaissance des différents types de perfuseurs ou transfuseurs (régulateur de débit, ect.) – calcul de dose à administrer, en liant aux paramètres biologiques – Exemples d'applications <ul style="list-style-type: none"> ○ visite d'une pharmacie HUG ○ intervention d'infirmières ou infirmiers ○ intervention bio-informatique 	
Compétences transversales : <ul style="list-style-type: none"> ○ Développer la capacité d'analyse et de réflexion ; ○ Réaliser des expériences de manière autonome en suivant un protocole ; 			

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
<ul style="list-style-type: none"> ○ Capacités à présenter et interpréter les résultats d'une expérience, résultats présentés sous différentes formes ; ○ Tirer des informations d'un problème/d'une problématique et les mettre en relation avec des savoirs acquis en classe ; ○ Utiliser son sens de l'observation ; ○ Utiliser un vocabulaire scientifique dédié à bon escient. 			
Compétences et aspects en lien avec la culture numérique : <ul style="list-style-type: none"> ○ Utiliser des outils de modélisation. 			
Compétences et aspects étudiés de la langue française : <ul style="list-style-type: none"> ○ Rédiger un rapport ou une présentation en utilisant un vocabulaire spécifique, éventuellement avec l'appui d'outils informatiques ; ○ Communiquer oralement en utilisant un vocabulaire spécifique. 			
Part à apprendre de manière autonome : <ul style="list-style-type: none"> ○ Préparation de la visite de la pharmacie des HUG. 			
6. Thèmes optionnels (non obligatoires)	Les élèves sont capables de/d':		8-10
Pharmacocinétique	<ul style="list-style-type: none"> – interpréter l'évolution de la pharmacocinétique chez un patient en fonction du type d'administration. (Oralement, intraveineuse, transfusion) 	<ul style="list-style-type: none"> – déduction du type d'administration en fonction de l'aspect de la courbe. – modélisation de la pharmacocinétique par une décroissance exponentielle. – Résolution des équations exponentielles pour déterminer la constante de dégradation ou le temps. – demi-vie d'un médicament. – zone d'efficacité, inefficacité et potentiellement toxique (administration répétée). 	
Principe de la PCR	<ul style="list-style-type: none"> – comprendre le principe d'une PCR et amplifier une séquence d'ARN ou d'ADN à l'aide d'une machine à PCR en utilisant les réglages pertinents. 	<ul style="list-style-type: none"> – calcul de l'efficacité de la PCR (R^2) – contamination d'un échantillon, principe du faux positif et faux négatif. – moyenne, médiane, variance, écart type 	

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
Etude clinique d'un composant pharmaceutique	<ul style="list-style-type: none"> – comprendre les étapes et l'investissement (temporel et économique) pour mettre un médicament sur le marché et d'en expliquer la procédure 		
Lecture scientifique	<ul style="list-style-type: none"> – interpréter les résultats statistiques d'une revue statistique concernant un médicament donné lors des différentes phases du développement clinique. – lire un article concernant le développement préclinique d'un médicament 	<ul style="list-style-type: none"> – détermination des étapes de conceptions d'un médicament, acteurs impliqués, processus, coûts, etc. – présentation d'une étude clinique au reste de la classe 	
Calcul d'énergie (Kcal, système digestif, respiration cellulaire)	<ul style="list-style-type: none"> – savoir utiliser des formules de dépense énergétique et interpréter les résultats. Distinguer les éléments important contenu dans une étiquette de produit alimentaire et leur apport au niveau biologique 	<ul style="list-style-type: none"> – calcul d'énergie pour le corps humain. – calcul de nutriscore et autres applications d'information aux consommateurs (yuka, eco-score, nova-score...) 	
Thème libre	<ul style="list-style-type: none"> – en fonction du thème choisi par l'enseignante ou l'enseignant 	<ul style="list-style-type: none"> – en fonction du thème choisi par l'enseignante ou l'enseignant 	
<p>Compétences transversales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Faire preuve de curiosité et ouverture d'esprit face à de nouvelles connaissances ; ○ Développer la capacité d'analyse et de réflexion ; ○ Capacités à présenter et interpréter les résultats d'une recherche, résultats présentés sous différentes formes ; ○ Tirer des informations d'un problème/d'une problématique et les mettre en relation avec des savoirs acquis en classe ; ○ Distinguer un argument scientifique d'une croyance ; ○ Développer la capacité de synthèse ; ○ Utiliser un vocabulaire scientifique dédié à bon escient. 			
<p>Compétences et aspects en lien avec la culture numérique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Comprendre l'interface informatique d'une machine PCR ; ○ Utiliser des outils informatiques de représentation graphique et de calcul ; ○ Utiliser un traitement de texte, un logiciel de présentation. 			
<p>Compétences et aspects étudiés de la langue française :</p>			

DOMAINES D'APPRENTISSAGE/ SAVOIRS	SAVOIR-FAIRE/ OBJECTIFS DÉTAILLÉS/ COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES	CONTENUS	Nbre périodes
<ul style="list-style-type: none"> ○ Rédiger un rapport ou une présentation en utilisant un vocabulaire spécifique, éventuellement avec l'appui d'outils informatiques ; ○ Communiquer oralement en utilisant un vocabulaire spécifique. 			
<p>Part à apprendre de manière autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Préparation de TP et leçon à l'aide de ressources en ligne et/ou de documents ; ○ Suivi de consignes dans la rédaction d'un rapport de TP. 			

Modalité de l'évaluation de la discipline - 3^e année

3^e année

Type :	sommative, travaux pratiques
Durée :	de 45 min à 90 min
Domaines :	voir plan d'étude ci-dessus
Contenus évalués :	plan d'étude et TP
Type de questions ou d'exercices :	calculs de base liés aux différents chapitres du plan d'étude, résolution de problèmes en lien avec le domaine, développement d'une stratégie scientifique d'analyse et/ou analyse par représentation graphique en réponse à une problématique donnée.
Documents autorisés :	Aucun
Barème :	fédéral

Documents, livres et matériel :

Moyens numériques institutionnels et dédiés à la branche (IPADs, tablettes numériques, ordinateurs portables) et logiciels de simulation.

STEPHENSON Frank H., *Calculations for Molecular Biology and Biotechnology*, Third Edition • 2016.

AGORITSAS Athanasie, DELAY Arlette, MIÉVILLE Pascal, *Calcul professionnel au laboratoire de chimie et de biologie*, Le Mont-sur-Lausanne, LEP Loisirs et pédagogie, 2017.