

Métatox : De l'évaluation à la gestion des risques toxicologiques pour la santé des écosystèmes et de l'Homme

MOTS CLES

One Health, Santé, Ecotoxicologie, Toxicologie (environnementale, alimentaire), Contaminants chimiques et physiques, Innocuité, Effets toxiques, Risques (sanitaires, environnementaux, professionnels), Biosurveillance, Réglementation, Evaluation des risques, Communication sur le risque, Gestion des risques, Préservation, Ecosystèmes

LIENS AUX DOMAINES D'AGROPARISTECH

Préférentiellement domaines *Gestion et ingénierie de l'environnement* (D3) et *Ingénierie et santé : Homme, bioproduits, environnement* (D4), mais les domaines *Productions durables, filières, territoires* (D1) et *Ingénierie des aliments, biomolécules et énergie* (D2) sont également possibles.

PARTENAIRES

Anses, Ineris

LOCALISATION

AgroParisTech (Palaiseau) et Anses (Maisons-Alfort)

RESPONSABLES DE LA FORMATION (DEPARTEMENT)

Valérie CAMEL (SPAB), Juliette FABURE (SIAFEE), François MARIOTTI (SVS)

EQUIPE PEDAGOGIQUE

AgroParisTech :

Valérie CAMEL, Mathieu CLADIERE (SPAB) ; Juliette FABURE, Claire-Sophie HAUDIN (SIAFEE) ; Pierre CALVEL, Florence CARPENTIER, François MARIOTTI, Naouel Tennoune, Ivan SACHE, Ksenia SEMENOVSKAYA (SVS) ; Sarah OUADAH ; Laure SANSONNET (MMIP) ; Caroline ORSET (SESG) ; Isabelle SEIGNOUR (Executive).

Partenaires :

Aurélie MATHIEU, Estelle CHECLAIR-WESTERBERG (Anses) ; Ineris.

INTERVENANTS

Interventions d'entreprises et de professionnels (INRAe, MNHN, EAWAG, Inserm, CEA, Santé Publique France, Ifremer, etc.).

CONTEXTE

Depuis plusieurs années, le constat d'une contamination généralisée de nos milieux de vie par une multitude de substances chimiques suscite l'inquiétude quant aux impacts à long terme de ces multi-expositions à des doses faibles. L'activité industrielle (en particulier lors de mise en place de nouvelles technologies) engendre constamment l'émission de nouvelles substances dont les dangers et les risques doivent être évalués. Le contexte réglementaire actuel traduit l'essor des préoccupations vis-à-vis de l'impact des activités anthropiques sur la santé humaine et sur les écosystèmes. Ces préoccupations sont désormais centrales pour les citoyens, les politiques, les gestionnaires et les entreprises. Aussi, l'évaluation de l'innocuité d'une substance, d'un produit ou procédé, envers l'Homme et les écosystèmes, est désormais au cœur des processus de formulation, fabrication ou mise sur le marché, ainsi que des démarches d'innovation.

Cette exigence sociétale actuelle de sécurité environnementale et sanitaire s'inscrit dans une approche intégrée des problématiques de santé (*One Health*) et se traduit par une évolution rapide des demandes ou exigences provenant de dispositions réglementaires, une réorganisation des filières de production et/ou de transformation, et plus globalement de tous les secteurs industriels qui doivent intégrer les conséquences de leurs activités sur l'environnement et la santé humaine. Cette approche *One Health* est également incontournable pour appréhender les effets du changement climatique sur l'Homme et les écosystèmes.

OBJECTIFS DE FORMATION

La dominante d'approfondissement (D.A.) Métatox vise à former de futurs diplômés capables d'investir des **métiers en charge des questions liées à l'innocuité** (c.-à-d. absence de toxicité et/ou d'écotoxicité) **des substances**. Pour cela, elle propose de développer chez les ingénieurs du vivant une **vision systémique et complète** de l'impact des contaminants sur les écosystèmes (écotoxicologie) et sur l'Homme (toxicologie environnementale et alimentaire) - celui-ci étant appréhendé à la fois comme une composante de l'écosystème et comme un objet central d'étude - y compris en termes socio-économiques et de gestion. **La D.A. Métatox s'inscrit dans la dynamique récente de l'approche One Health** (Une seule santé), basée sur une collaboration intersectorielle et interdisciplinaire, qui vise à renforcer les liens entre santé humaine, santé animale et gestion de l'environnement. En effet, les perturbations générées par la présence de contaminants sur les écosystèmes et sur l'Homme, qu'elles soient latentes, chroniques ou accidentelles, d'origine naturelle ou liées aux activités humaines, sont complexes. Elles nécessitent des approches intégratives et systémiques afin de mieux analyser les risques sanitaires et environnementaux et de déboucher sur des propositions de gestion efficaces et pérennes (sur le plan technique, mais aussi en ce qui concerne l'acceptabilité par les industriels et/ou la société civile). Celles-ci devront s'insérer dans le cadre réglementaire existant, ou contribueront à terme à une évolution possible des réglementations.

Par une **approche interdisciplinaire et multi-objets**, cette formation entend prendre en compte les multiples facettes des questions de sécurité pour l'Homme et les écosystèmes, et former ainsi des cadres capables de relever les enjeux de sécurité présents et futurs pour l'Homme et les écosystèmes.

COMPETENCES ET ADAPTABILITE DES DIPLOMES

Compétences cœur de métier de la D.A. :

- Appréhender l'innocuité / la toxicité d'une substance chimique à différentes échelles biologiques (cellule, tissu, organe, individu, population, écosystème)
- Evaluer les risques associés à une substance chimique sur les écosystèmes et la santé de l'Homme par une approche systémique
- Apprécier les limites des méthodologies d'évaluation des risques
- Proposer des mesures de réduction des risques sanitaires et environnementaux combinant expertise technique et analyse des enjeux (économiques, réglementaires, sociétaux) et des acteurs, afin de protéger la santé de l'Homme et celle des écosystèmes
- Concevoir des dispositifs de communication sur les risques environnementaux et sanitaires adaptés aux différents interlocuteurs
- Connaitre et maîtriser la communication de crise
- Etre capable de gérer les incertitudes en vue de proposer des mesures de gestion des risques sanitaires.

Compétences génériques :

- Gérer un projet dans toutes ses dimensions (scientifique, technique, socio-économique, réglementaire)
- Capacité à travailler en équipe
- Réaliser une veille scientifique et/ou réglementaire
- Aptitude à communiquer et argumenter
- Capacité à analyser une situation complexe et proposer des solutions réalistes et réalisables
- Maîtrise de l'anglais scientifique et courant

Adaptabilité des diplômés :

La polyvalence des futurs diplômés leur permettra de s'adapter au marché de l'emploi. Capables d'appréhender une problématique sanitaire / environnementale complexe à différents niveaux d'échelle, de proposer des mesures de gestion en situation de crise, et de formuler des solutions innovantes et adaptées, ils pourront évoluer dans divers secteurs d'activité.

DEBOUCHES ET EMPLOIS

Débouchés :

Les débouchés concernent **tous les métiers où les questions d'innocuité des procédés et des produits sont centrales**. Le **secteur privé constitue une cible privilégiée d'emploi** dans ce domaine (entreprises des filières agroalimentaire, pharmaceutique, cosmétique, chimique, agrochimique ; bureau d'études, agences de conseil ; entreprises de traitement de l'eau et des déchets ; etc.). **Le secteur public est également un débouché** pour les futurs diplômés, qui disposeront de compétences recherchées par différentes agences sanitaires, administrations, instituts de recherche, etc

Secteurs d'activité ciblés :

- **Industries** : toutes les filières industrielles sont concernées, principalement chimique, agrochimique, agroalimentaire, cosmétique, pharmaceutique. Le secteur des biotechnologies et le secteur eau-environnement (traitement des déchets, eau potable, assainissement, etc.) sont aussi concernés.
- **Conseils et services** : conseil, audit, bureaux d'études et cabinets d'expertise en environnement, aménagement et développement durable, structure de gestion de concertation en aménagement (syndicats mixtes, PNR, etc.).
- **Organismes internationaux, humanitaires et d'appui au développement** : gestion et protection de l'environnement au sein d'organismes internationaux et d'organisations non gouvernementales, associations de protection des ressources naturelles et /ou d'éducation à l'environnement.
- **Administrations** : Etat et collectivités territoriales.
- **Enseignement et recherche** publics et privés

Profils de métiers visés :

Les futurs diplômés ont vocation à être des **ingénieurs généralistes polyvalents**, capables d'appréhender les problématiques d'impact des contaminants dans toute leur complexité et leurs dimensions. Selon le poste occupé, ils seront en prise directe avec l'innovation de produits ou procédés, le développement et la pérennisation de produits existants, la protection et la sécurité des travailleurs, etc.

Ils devraient s'insérer facilement sur le **marché du travail, principalement en entreprise, où les besoins de tels profils d'ingénieur sont réels**. La poursuite en doctorat est également possible pour les diplômés qui se destinent à une carrière dans la recherche publique ou privée.

Exemples d'emplois / fonctions :

Manager Qualité Sécurité Environnement (QSE) en industrie / animation de sites logistiques dans les démarches de sécurité
Ingénieur Développement Produit / développement de produits et implémentation à l'échelle industrielle – constitution d'une base de données sécurité sanitaire (matières premières + produits)
Spécialiste Matière Première / évaluation environnementale de molécules entrant au portefeuille de l'entreprise
Ingénieur chargé d'études environnement / réalisation d'études d'impact sanitaire de rejets d'industries ou de centrales nucléaires – évaluation de l'impact des pratiques agricoles sur la santé de l'Homme (dont travailleurs agricoles) et/ou celle des écosystèmes
Responsable Stewardship / Environnement : évaluation approfondie des risques pour la santé humaine et l'environnement, des phases R&D jusqu'à l'utilisation finale des produits
Responsable Réglementaire substances ou produits : constitution des dossiers d'homologation de substances ou produits, veille réglementaire, application de la réglementation
Responsable FDS et étiquetage substances ou produits : constitution des fiches de données de sécurité (FDS) de substances ou produits, et proposition de classification et d'étiquetage
Ingénieur Conseil en performance et maîtrise des risques / accompagnement de projets innovants – soutien à l'innovation
Ingénieur Conseil en Santé – Environnement / accompagnement de projets innovants – soutien à l'innovation
Coordinateur scientifique / coordination de l'expertise scientifique en évaluation des risques sanitaires et/ou environnementaux

RECRUTEMENT

Effectifs et mode de candidature

La dominante d'approfondissement accueille jusqu'à 20 étudiants par an.

En **formation initiale**, le recrutement a lieu en fin de 2^{ème} année du cursus ingénieur AgroParisTech. Des étudiants d'autres écoles d'ingénieurs dépendant du ministère en charge de l'Agriculture, de l'Ecole Polytechnique ou d'une autre école partenaire d'AgroParisTech, intéressés par ces thématiques sont également bienvenus après examen de leur motivation et de la qualité de leur dossier académique par les responsables de la D.A.

La formation est également ouverte au titre de la **formation continue** ou post-master ; dans ce cas elle donne lieu à un diplôme d'AgroParisTech (Certificat de Spécialité) sous réserve de la validation des crédits durant l'année.

Pré-requis éventuels

Le niveau de formation est celui d'un M2.

Des cours en "podcast" sont mis à disposition des étudiants pour une mise à niveau sur les notions de base utiles pour la D.A.

abordées dans les enseignements de socle commun des domaines 3 et 4 de la formation ingénieur AgroParisTech.

CONTENU ACADEMIQUE, STRUCTURE ET MODALITES PEDAGOGIQUES

La formation se déroule sur un an avec (i) un **tronc commun** qui couvre l'ensemble des champs identifiés pour mener à bien une démarche d'analyse (évaluation, communication, gestion) des risques sanitaires et environnementaux liés aux contaminants chimiques et physiques, (ii) **des unités optionnelles** pour affiner la formation selon l'orientation professionnelle envisagée, (iii) un **projet d'ingénieur** qui consiste en un travail en petit groupe d'élèves-ingénieurs mis en situation pré-professionnelle pour répondre à une commande d'un opérateur du domaine, et enfin (iv) un **stage de fin d'études (6 mois)**. Des cours de langues (anglais) sont également assurés, en lien avec la formation.

Le déroulé annuel de la formation est illustré sur la *figure 1*.

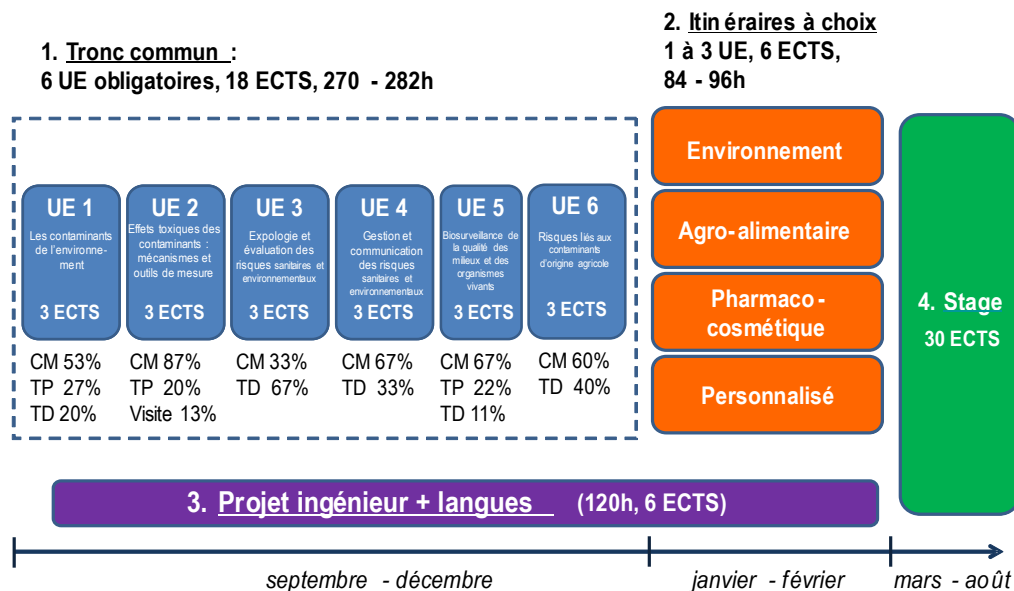


Figure 1 : Schéma du déroulé annuel de la formation Métatox (cursus classique).

Tronc commun

Le tronc commun (septembre – décembre / 18 ECTS au total) comprend 6 unités d'enseignement (UE) et couvre l'ensemble des champs identifiés pour mener à bien une démarche d'analyse des risques sanitaires et environnementaux liés aux contaminants chimiques et physiques :

UE 1 (48 h – resp. M. Cladière, C-S. Haudin) : Les contaminants de l'environnement

UE 2 (48 h – resp. J. Faburé, S. Ouadah) : Effets toxiques des contaminants : mécanismes et outils de mesure

UE 3 (48 h – resp. A. Mathieu, E. Checlair-Westerberg, V. Camel) : Expologie et évaluation des risques sanitaires et environnementaux liés à des substances chimiques

UE 4 (48 h – resp. C. Orset, I. Seignour) : Gestion et communication des risques sanitaires et environnementaux (mutualisation partielle avec le Mastère Spécialisé ALISÉE)

UE 5 (30 h – resp. J. Faburé, F. Carpentier) : Biosurveillance de la qualité des milieux et des organismes vivants (proposée également dans le M2 *Toxicologie, Environnement, Santé* (TES)).

UE 6 (48 h – resp. I. Sache, K. Semenovskaya) : Risques sanitaires et environnementaux liés aux contaminants d'origine agricole

Enseignement optionnel

Les étudiants construisent un itinéraire de formation en concertation avec l'équipe pédagogique de la D.A. et en fonction de leur projet professionnel. Ils choisissent différents enseignements optionnels (janvier-février) proposés dans le cadre de la D.A. Métatox (UE Modélisation) ou d'autres D.A. d'AgroParisTech (D.A. IDEA, D.A. Biotech, D.A. CDP, D.A. NUTRI). Le volume horaire correspondant doit être au moins égal à 84 h (6 ECTS).

L'objectif de ces enseignements est d'apporter des compétences spécifiques des différents secteurs d'activité envisageables par les étudiants pour compléter leur formation en analyse des risques

sanitaires et environnementaux. Il s'agira notamment d'apports complémentaires sur les activités, procédés, traitements ou filières susceptibles de réduire ou d'éviter le rejet de contaminants dans l'environnement.

Les itinéraires pré-identifiés répondent à différents secteurs d'activité susceptibles d'être visés par l'étudiant : "Environnement", "Pharmaco-cosmétique", et "Agro-alimentaire". Le choix des UE est libre à l'intérieur de ces itinéraires pré-identifiés. Les étudiants peuvent aussi construire leur propre itinéraire (itinéraire "Personnalisé") en fonction de leur projet professionnel, en panachant des choix d'UE dans ces itinéraires pré-identifiés.

UE spécifique de la D.A Métatox

UE Modélisation et risques liés aux contaminants – 72 h (obligatoire pour le cursus apprentissage sur 1 an)

Itinéraire « Environnement »

UE Remédiation des sites et sols pollués – 21 h

UE Gestion et traitement de l'eau – 42 h

UE Gestion et traitement des déchets – 42 h

UE Energies renouvelables – 21 h

UE Biomolécules, biomatériaux, bioénergies – 48 h

UE Comprendre le Droit – 48 h

UE Ecologie comportementale : approfondissements – 20 h

UE Conservation *ex situ* – 30 h

Itinéraire « Pharmaco-cosmétique »

UE Biologie cellulaire et santé - 96 h

UE Biomolécules, biomatériaux, bioénergies – 48 h

UE Arômes et parfums : formulation et mise en œuvre - 48 h

UE Production de biomolécules : bioprocédés et dimensionnement – 45 h

UE Stratégies d'extraction et de séparation dans les bio-industries: évolutions et innovations - 48 h

UE Genèse d'un médicament : de sa conception à sa commercialisation - 24 h

UE De la plante au médicament – Substances naturelles d'intérêt biologique et écologique – 21 h

Itinéraire « Agro-alimentaire »

UE Approches expérimentales en nutrition humaine - 48 h

UE Arômes et parfums : formulation et mise en œuvre - 48 h

UE Production de biomolécules : bioprocédés et dimensionnement – 45h

UE Stratégies d'extraction et de séparation dans les bio-industries: évolutions et innovations - 48h

UE Conception et formulation d'aliments fonctionnels – 48 h

UE Comprendre le Droit – 48 h

UE Alimentation et lutte contre la malnutrition – 48 h

Itinéraire « Personnalisé »

UE à choisir librement parmi les UE proposées dans les trois autres itinéraires sous réserve de satisfaire à un volume horaire total au moins égal à 84 h (6 ECTS).

Projet

Le projet d'ingénieur constitue une part importante de la formation ; il débute dès la mi-septembre. Il s'agit d'un travail réalisé en petits groupes (3 à 5 étudiants) sur un sujet proposé par une entreprise ou un organisme partenaire. Les étudiants devront traduire la demande du commanditaire en une ou plusieurs questions concrètes, définir les différentes étapes permettant de réaliser le projet (bibliographie, enquêtes, éventuellement expérimentations, traitement et analyse des données, réflexion et confrontation avec

les différents aspects scientifiques, techniques mais aussi socio-économiques et réglementaires du sujet, proposition de solutions), et s'organiser collectivement pour y répondre.

Le projet est validé sur la base d'un rapport écrit et d'une soutenance orale (en présence du commanditaire si possible) effectuée en anglais fin février (4 ECTS au total, alloués au projet).

Anglais

Un enseignement de soutien en anglais est prévu en articulation avec le projet d'ingénieur dont la soutenance doit être réalisée en anglais ; un résumé de quelques pages explicitant les objectifs et conclusions du projet sera aussi rédigé en anglais.

Stage de fin d'étude

Le stage (6 mois) peut être réalisé en entreprise (phytosanitaire, pharmaceutique, cosmétique, traitement de l'eau, environnement, conseil, etc.), chez un partenaire de la formation (Anses, Ineris) ou en institut de recherche (public ou privé), en France ou à l'étranger. Le sujet traité doit aborder la problématique de l'impact des contaminants chimiques ou physiques sur la santé humaine et/ou l'environnement.

Le stage est évalué par la rédaction d'un mémoire et une soutenance orale en septembre.

Projet personnel et professionnel

L'UE Projet personnel et professionnel (PPP) est vivement recommandée pour tous les étudiants de la D.A. Métatox n'ayant pas suivi l'UE projet professionnel en 2^{ème} année, et conseillée pour les étudiants se sentant en difficulté ou en questionnement important dans leur projet professionnel et personnel, ou dans la communication orale de celui-ci.

Modalités d'évaluation

Chaque unité d'enseignement donne lieu à une évaluation spécifique – il n'y a aucune compensation entre UE. Un total de 60 ECTS est requis pour valider la formation.

Pour le cursus classique, cela correspond à 30 ECTS pour les enseignements académiques et 30 ECTS pour le stage de fin d'études.

Pour le **cursus apprentissage sur 2 ans ou plus**, des périodes d'alternance ayant été réalisées antérieurement, le cursus reste le même que le cursus classique (la période en entreprise concerne les 6 mois de stage de fin d'études).

Pour le **cursus apprentissage sur 1 an ou le contrat professionnalisant sur 1 an**, des périodes d'alternance sont requises. Il y a 22 ECTS pour les enseignements académiques (UE1 à UE5 = 15 + UE Modélisation = 4 + UE Anglais = 3), 30 ECTS pour le mémoire de fin d'études et 8 ECTS validés par le maître d'apprentissage.

PLUS D'INFORMATION

Page web

<http://www.agroparistech.fr/Metatox-De-l-evaluation-a-la.html>

Présentation détaillée de la DA Métatox

<https://ecampus.paris-saclay.fr/course/view.php?id=24876>

Nous suivre sur LinkedIn

<https://www.linkedin.com/in/formation-metatox-60301814b/>

Contact mail

metatox@agroparistech.fr