
Diplôme d'établissement de l'ENS Paris-Saclay Année de Recherche en Intelligence Artificielle (ARIA)

Éléments de contexte : L'Intelligence Artificielle (IA) représente un enjeu majeur pour la société et l'économie, sur le plan aussi bien national qu'international. Cet ensemble de concepts et de technologies en pleine croissance rencontre des domaines d'usage nombreux : transport, santé, commerce, assistance personnelle, industrie, environnement, finance, défense. Ses applications sont multiples : traitement d'images et de vidéos, applications liées au langage, analyses prédictives sous conditions fluctuantes, automatisation, robots, bio-informatique, etc. L'IA est pour cela le croisement de multiples technologies : web crawling, data mining, data science, machine learning, deep learning, etc.

1. Présentation du diplôme

L'ENS Paris-Saclay propose, en formation initiale et continue, un diplôme Année de Recherche en Intelligence Artificielle (ARIA) ouvert à un public pluridisciplinaire ayant pour vocation de former des scientifiques maîtrisant ces outils et les concepts associés afin de les appliquer à différentes disciplines. Ce diplôme s'adresse à tous les normaliens et étudiants de l'Université Paris-Saclay, qu'il s'agisse d'étudiants issus de parcours scientifiques théoriques (mathématiques, informatique, ingénierie...) ou d'étudiants issus d'autres disciplines (biologie, physique, SHS, langues...) désireux de devenir des spécialistes-métier en complétant leur expertise disciplinaire par une compétence IA. Il pourra être ouvert plus largement à des publics variés en fonction de leur profil et de leur projet personnel et professionnel.

2. Durée

Ce diplôme présente un programme de formation intensif sur une année. Les étudiants désireux de se porter candidats à ce parcours doivent montrer une forte motivation et appétence pour l'IA et l'interface avec les domaines d'application, compte tenu de l'exigence de la formation proposée. La formation a lieu de mi-septembre à mi-juillet et est découpée en deux semestres. Les modules ARIA auront lieu de septembre à octobre, permettant aux étudiants de monter en compétence sur les thématiques IA, de travailler sur les mini-projets associés aux différents modules, et de mettre en place leur projet IA (cf section suivante). Les modules du MVA seront étalés sur le premier semestre, de septembre à janvier. Le projet IA a lieu de début novembre à fin janvier (3 mois) dans un laboratoire de l'ENS Paris Saclay. Le stage de recherche IA, d'une durée de 20 semaines minimum, a lieu de février à juillet

3. Pré-requis

Le programme de formation est ouvert à tous les étudiants de niveau M1 minimum ou équivalent sans pré-requis mais avec un projet de compléter sa formation disciplinaire par des compétences en IA.

4. Public cible

Dans un premier temps, le diplôme ARIA est proposé aux étudiants issus d'un M1 de l'ENS Paris Saclay ou de l'Université Paris-Saclay. C'est une année de formation complétant une expertise disciplinaire par une compétence IA, destinée à des étudiants de niveau préférentiellement M1 mais aussi M2 issus de formations diverses. La formation s'adresse également aux élèves d'écoles d'ingénieurs qui souhaitent compléter leurs parcours.

Dans le cadre du diplôme de l'ENS Paris Saclay, il contribue au parcours de recherche thématique en Intelligence Artificielle. Il se positionne en 3^{ème} année et permet de valider les compétences pluridisciplinarité et recherche.

Selon les disciplines d'origine des étudiants, les compétences visées pourront inclure :

- Savoir manipuler les concepts fondamentaux et les tâches de l'intelligence artificielle, et les appliquer dans sa discipline.
- Connaître les principaux outils d'intelligence artificielle, leurs cas d'application et les types de données auxquels ils sont adaptés.
- Savoir utiliser et/ou concevoir des algorithmes pour le traitement de données issues de sa discipline.

Les débouchés sont variés :

- Poursuite d'études en Master 2 ou en doctorat.
- Après un M2 ou une école d'ingénieur, le diplôme ARIA ouvre des opportunités vers les emplois de spécialistes-métier ayant des compétences en IA.

5. Programme

Le diplôme ARIA correspond à 200h de formation et 60 ECTS¹, répartis de la façon suivante :

- Au semestre 1 (200h de formation, 30 ECTS) :
 - 4 modules de Renforcement IA, correspondant chacun à 30h de formation (4 ECTS)
 - Un Projet IA au sein d'un laboratoire de l'ENS Paris Saclay, correspondant à 80h de projet et 14 ECTS
- Au semestre 2 (30 ECTS) :
 - Un stage de recherche d'une durée minimale de 20 semaines au sein d'un laboratoire ou d'une entreprise, en France ou à l'étranger.

Semestre 1 : Des renforcements apportant les concepts théoriques et outils fondamentaux associés à l'IA sont proposés sous forme de modules de Renforcement IA. D'autres workshops, séminaires, écoles d'été, ou modules d'enseignement pourront compléter cette formation.

- Module 1 *Fondements de l'Intelligence Artificielle et du Machine Learning (IA&ML)* : module obligatoire. Les 3 autres modules de renforcement sont choisis parmi l'offre suivante
- Module 2 – IA&ML pour la modélisation de séries temporelles et de signaux
- Module 3 - IA&ML pour la modélisation des réseaux
- Module 4 – IA&ML pour le traitement d'images et de la vidéo
- Module 5 – Fondements logiques de l'IA
- Module 6 – IA & ML pour la modélisation de séquences de symboles et de texte

A ces modules s'ajoutent les cours du semestre 1 du Master Mathématiques, Vision et Apprentissage (MVA). D'autres modules de renforcement pourraient être proposés en fonction des profils disciplinaires des

¹ Les crédits ne sont pas acquis dans le cadre de la préparation d'un diplôme national. Ils ne présentent pas les garanties de reconnaissance qui s'y attachent.

étudiants accueillis. Chacun de ces modules s'appuie sur des cours magistraux (10h) et des mises en situation pratiques sous forme de TD et/ou projets numériques encadrés (20h). Le choix des modules se fera en fonction du profil de l'étudiant et sera validé par l'équipe pédagogique. L'étudiant devra valider 3 modules en plus du module obligatoire, selon les règles suivantes :

- Deux modules au choix parmi les modules 2 à 6
- Un module supplémentaire, choisi soit parmi les modules 2 à 6, soit parmi les cours du semestre 1 du MVA

Semestre 2 : projet IA et stage.

Le projet IA a lieu dans un laboratoire de l'ENS Paris Saclay. Pour les normaliens, ce projet doit impérativement se dérouler dans un laboratoire ne relevant pas de leur Département d'origine.

Le projet IA constitue une première expérience de recherche sur des thématiques IA, et sera encadré par un tuteur de projet qui suit l'étudiant en stage, éventuellement épaulé d'un expert IA issu de l'équipe pédagogique du Parcours IA. Une réunion d'avancement à mi-parcours sera organisée mi-décembre afin de s'assurer du bon déroulement du projet. Cette réunion concerne l'étudiant, le tuteur de projet, le référent IA du département ainsi que l'éventuel expert IA.

L'UE projet IA sera évaluée sous deux aspects :

- Un rapport (50%) d'une vingtaine de pages, résumant et positionnant le travail effectué par rapport aux connaissances actuelles du domaine
- Une soutenance (50%) de 10 minutes (suivie de 5 minutes de questions), présentant de façon pédagogique et vulgarisée le travail réalisé

Ces projets pourront se réaliser en binômes, mais l'évaluation est individuelle.

Le stage de recherche IA a lieu en immersion dans un laboratoire ou en entreprise, en France ou à l'étranger sur un sujet IA validé au préalable par le conseil pédagogique du diplôme ARIA.

Les modalités de suivi et d'évaluation de l'UE stage sont :

- Réunion d'avancement à mi-parcours (mi-avril) avec l'étudiant, le tuteur de stage, le référent IA ainsi que l'éventuel expert IA.
- Rapport de stage (même modalités que le projet IA)
- Soutenance (même modalités que le projet IA)
- Fiche d'évaluation (non notée) du tuteur de stage

6. Modalités d'évaluation

Les modalités de validation dépendent des modules choisis, et peuvent consister en la lecture d'articles scientifiques ou la réalisation de projets numériques, qui peuvent être évalués soit par des rapports scientifiques, par des rendus de code source ou par des soutenances. Dans le cas des modules MVA, certains sont également validés par examen écrit.

Pour valider le diplôme, les étudiants doivent avoir :

- Une moyenne supérieure à 10/20 pour les modules de Renforcement IA
- Une moyenne supérieure à 10/20 pour le projet IA
- Une moyenne supérieure à 10/20 pour le stage IA

La note finale de l'année est une moyenne pondérée des notes obtenues dans chaque UE (coefficient de pondération lié au nombre d'ECTS).

7. Modalités de suivi

La construction de l'Année de Recherche en Intelligence Artificielle (ARIA) (choix des modules suivis, mise en œuvre du projet IA et de l'immersion en laboratoire/entreprise) se fait en relation avec la discipline et le projet individuel de l'étudiant.

Pour les normaliens, des référents IA dans chaque département sont présents pour les accompagner durant leur diplôme ARIA et pour la construction de leurs choix de formation et d'immersion. Ces éléments/projets de formation et d'immersion sont validés chaque année par le comité de suivi pédagogique.

Le comité de suivi pédagogique est constitué du responsable de l'année ARIA, du responsable pédagogique de l'année ARIA, d'un représentant de la vice-présidence formation, et des référents IA des différents départements de l'ENS.

Le comité de suivi pédagogique du parcours a en charge :

- La proposition du jury d'admission au diplôme pour la sélection des candidats
- Les modalités d'accompagnement des étudiants
- La validation des stages et projets de recherche proposés des étudiants
- L'accompagnement du parcours : bilan pédagogique, évolutions pédagogiques sur la base des évaluations des enseignements, des retours des enseignants, évolutions du fonctionnement.

Le jury de diplomation est constitué du responsable de l'année ARIA, du responsable pédagogique de l'année ARIA et d'un représentant de la vice-présidence formation.

8. Candidater : période de candidature définie chaque année

Le recrutement s'effectue en deux étapes : une première étape d'admissibilité sur dossier et une seconde étape d'admission sur entretien.

Étape d'admissibilité en dossier :

Pour l'admissibilité, le dossier de candidature doit comprendre les éléments suivants :

- curriculum vitae,
- lettre de motivation explicitant le projet du candidat
- relevés de notes de l'année précédente et de l'année en cours

Étape d'admission sur entretien :

Les candidats déclarés admissibles pourront être convoqués à un entretien d'admission en présentiel ou à distance.

Diplôme d'inter-établissement de l'ENS Paris-Saclay et de l'Université Paris-Saclay Année de Recherche en Technologie Quantique (ARTeQ)

1. Présentation du diplôme

ARTeQ est une formation opérée par l'ENS Paris-Saclay et l'Université Paris-Saclay qui s'inscrit dans le cadre du centre QUANTUM Paris-Saclay de l'Université Paris-Saclay et de l'Institut Polytechnique de Paris. Les enseignements ont pour objectif de placer les étudiants au cœur de la seconde révolution quantique et du développement des technologies quantiques.

2. Durée

La formation a lieu de mi-septembre à mi-juillet et est découpée en deux semestres.

Le premier semestre (mi-septembre à fin janvier) est découpé en six modules de formation aux technologies quantiques, selon une démarche pluridisciplinaire associant physique quantique et informatique.

Le deuxième semestre est consacré à un stage de recherche, effectué dans un laboratoire de recherche académique, dans un centre industriel de recherche-développement, ou pour le développement de produits au sein de start-ups.

3. Pré-requis

- Formation niveau master M1 en informatique, physique fondamentale, physique appliquée, chimie ou mathématiques
- Formation de base en mécanique quantique, connaissance d'outils de programmation informatique (par exemple python), capacité de travail autonome, maîtrise de l'anglais permettant de travailler sur des articles de recherche.

4. Public cible

Étudiants après un M1 disciplinaire en physique, physique appliquée, électronique-électrotechnique-automatique, informatique, chimie, mathématiques, élèves d'école d'ingénieur. La formation ARTeQ est proposée comme année spécifique de parcours pour les normaliens et se situe idéalement en 3^{ème} année du diplôme après l'année de M1, pour être ensuite complétée par un M2 disciplinaire et poursuivre en thèse sur un sujet lié aux technologies quantiques. Pour les élèves d'école d'ingénieur, cette césure est effectuée entre les deuxième et troisième année de scolarité.

5. Programme

Le premier semestre de l'année ARTeQ est découpé en six modules de formation, correspondant chacun à 30 h cours-TD.

Intitulé du module	Enseignants
Éléments de physique pour les technologies quantiques	Alain Aspect (LCF), Philippe Grangier (LCF) et Jean-François Roch (LUMIN)
Éléments d'informatique pour les technologies quantiques	Pablo Arrighi et Titouan Carette (LMF)
Regards croisés informatique-physique sur l'information quantique	Benoît Valiron (LRI) et Romain Alléaume (Telecom ParisTech, LTCl)
Quantum hardware, lumière et matière	Pascale Senellart (C2N) et Jean-Damien Pillet (Ecole Polytechnique, PMC)

Ingénierie neuromorphique et quantum machine learning	Julie Grollier, Danijela Markovic et Alice Mizrahi (UMR CNRS-Thales)
Matière quantique	Jacqueline Bloch (C2N) et Marc-Olivier Goerbig (LPS)

La formation académique est complétée par une journée de réflexion sur le développement industriel des technologies quantiques et le lien entre science et technologies, ainsi qu'un séminaire de trois jours pour la formation à l'entrepreneuriat.

Des rappels de physique quantique et d'électromagnétisme sont proposés au début de la formation, sous la forme de crash-courses illustrés par des travaux pratiques.

6. Modalités d'évaluation et de validation

Les modules du premier semestre sont évalués en contrôle continu intégral, avec pour certains d'entre eux une présentation de travaux récents de recherche. Le stage de recherche est évalué par l'appréciation du tuteur de stage et par la présentation d'une affiche décrivant le sujet de recherche, son contexte et les résultats obtenus.

La formation débouche sur un diplôme inter-établissement délivré par l'ENS Paris-Saclay et l'Université Paris-Saclay.

7. Candidater : période de candidature définie chaque année

Pièces justificatives demandées pour le dossier de candidature :

- Curriculum vitae
- Lettre de motivation
- Résultats obtenus en 1^e (pré-master, licence) et 2^e année (M1), ou années de scolarité en école ingénieur

Diplôme d'inter-établissement de l'ENS Paris-Saclay et de l'Université Paris-Saclay

Année de Recherche en Recherche-Création (ARRC)

1. Présentation du diplôme

L'Année de Recherche en Recherche-Création (ARRC) est une formation d'une année à l'interface entre arts, sciences et technologies conduisant actuellement à l'obtention d'un diplôme d'établissement de l'ENS Paris-Saclay. Elle constitue un pilier essentiel du volet « formation » de la Scène de recherche située à l'ENS Paris-Saclay. Les enseignements ont pour objectif l'acquisition de nouvelles méthodologies, le développement de l'autonomie, de la créativité, du travail collectif, et de la gestion de projet chez de futurs scientifiques, artistes professionnels ou administrateurs du monde de la culture. L'ARRC permet également le développement d'une réflexion critique sur le rôle des sciences et des technologies dans les sociétés contemporaines. La formation ARRC ouvre droit à un diplôme inter-universitaire (ENS Paris-Saclay / Université Paris-Saclay).

2. Durée :

La formation dure une année, a lieu de mi-septembre à mi-juillet, et est découpée en 2 semestres.

- Le 1er semestre (mi-septembre à fin janvier) est structuré en 4 axes. Il regroupe des enseignements pratiques et théoriques ainsi que la réalisation d'un projet collectif de recherche-création. Les enseignements seront dispensés principalement à l'ENS Paris-Saclay et à la Scène de Recherche. Des expéditions sur le terrain sont prévues sur Paris (Centre Pompidou, Centre Borelli, C2RMF), à Nantes (Festival Les Utopiales)...
- Le 2nd semestre est consacré à un stage, à partir de mi-janvier d'une durée de 4 à 6 mois. Il pourra par exemple être réalisé dans un laboratoire scientifique, un atelier d'artiste, une compagnie artistique, une institution culturelle, une association de vulgarisation scientifique, un centre de culture scientifique et technologique, etc.

3. Pré-requis :

Le programme de formation est ouvert à tous les étudiants de niveau M1 minimum ou équivalent sans pré-requis. Une expérience (académique ou personnelle) croisant sciences, technologies et arts sera appréciée.

4. Public cible :

- Normaliens : année spécifique de parcours idéalement en 3e année du diplôme après l'année de M1.
- Étudiants après un M1 ou un M2 de formation scientifique (sciences fondamentales, d'ingénieur, ou humaines et sociales). Les étudiantes et étudiants issus de formations scientifiques (sciences fondamentales, d'ingénieur, ou humaines et sociales) développeront des compétences nécessaires aux métiers de demain : ouverture, créativité, pratique de l'interdisciplinarité.
- Étudiants après un M1 ou un M2 de formation culturelle
- Les futures administratrices ou futurs administrateurs de la culture. Ils/elles pourront y mettre en œuvre une pratique de gestion de projets en recherche-création, et expérimenter des rencontres entre artistes et scientifiques en s'impliquant dans des processus de création.
- Élèves d'écoles d'art et de design (l'ARRC peut être validée comme un diplôme universitaire, en plus de leur cursus). Ils pourront y acquérir une connaissance approfondie des sciences et des technologies indispensables à la réalisation de projets à l'interface entre arts et sciences.

5. Programme

Le premier semestre de l'ARRC est construit selon 4 axes, correspondant chacun à environ 50h de formation

- Axe 1 : Paysages de la recherche-création (Epistémologie, Histoire, Institutions)
- Axe 2 : Interfaces (Corps et Robots, Sensations et Technologies, Sciences et Fictions)
- Axe 3 : Pratiques et projets (méthodologie de la recherche-création, atelier de création art-technologie, régie son et lumière, initiation Fablab, workshops...)
- Axe 4 : Expéditions (explorations, rencontres, médiations)

Axe 1: Paysages de la recherche-création (Epistémologie, Histoire, Institutions)

- Introduction aux Science and Technology Studies
- Fictions climatiques : liens entre mythes, environnement et techniques
- Interactions Scènes et Technologies
- Art-Science et recherche-création

Axe 2 : Interfaces (Corps et Robots, Sensations et Technologies, Sciences et Fictions)

- Sensations et symbolisations
- Interfaces et hybridations
- Penser d'autres mondes pour penser le monde autrement

Axe 3 : Pratiques et projets (méthodologie, outils, créations)

- Projet et méthodologies de la recherche-création
- Introduction aux outils de la recherche-création
- Atelier d'écriture trans-média

Axe 4 : Expéditions (explorations, rencontres, médiations)

- Expéditions sur le terrain
- Rencontres avec les artistes de la Scène de recherche

6. Modalités d'évaluation

Les modules du premier semestre sont évalués en contrôle continu intégral, avec la réalisation de divers travaux, selon les modules, et, en fin de premier semestre, la présentation d'un projet de recherche-création à la Scène de recherche.

Il est à noter que la présence à l'ensemble des enseignements est obligatoire afin de valider le diplôme.

Le stage de recherche est évalué par un rapport et une soutenance devant l'équipe pédagogique de l'ARRC.

7. Candidater : période de candidature définie chaque année

Le recrutement s'effectue en deux étapes : une première étape d'admissibilité sur dossier et une seconde étape d'admission sur entretien.

 tape d'admissibilité en dossier :

Pour l'admissibilité, le dossier de candidature doit comprendre les éléments suivants :

- curriculum vitae,
- lettre de motivation explicitant le projet du candidat
- relevés de notes de l'année précédente et de l'année en cours

 tape d'admission sur entretien :

Les candidats déclarés admissibles pourront être convoqués à un entretien d'admission en présentiel ou à distance.

Diplôme d'inter-établissement de l'ENS Paris-Saclay et de l'Université Paris-Saclay Année de Recherche en Sciences pour les transitions écologiques (AREco)

1. Présentation du diplôme

L'objectif de la formation est de rapprocher différentes cultures pour répondre aux questions environnementales. Le diplôme « Année de Recherche en Sciences pour les Transitions écologiques » propose un socle de connaissances conférant un très bon niveau en Sciences pour les transitions écologiques qui conduit les apprenants vers une connaissance la plus large possible des données scientifiques actuelles des enjeux écologiques. Ainsi, la formation permet de répondre aux questions : Que nous disent les scientifiques ? et Quelles sont les formes de politiques publiques pour répondre aux enjeux de la transition ?

De façon à préserver un caractère disciplinaire de haut niveau, la formation propose une spécialisation disciplinaire avec une orientation vers l'écologie. En ce sens, le socle commun est complété par 2 grands axes disciplinaires qui s'appuient sur les compétences des départements et laboratoires de l'école : Flux de matières et d'énergie – interaction avec l'environnement ; Sciences humaines et sociales pour la transition écologique.

2. Durée

La formation a lieu de mi-septembre à mi-juillet et est découpée en deux semestres.

Le premier semestre (mi-septembre à fin janvier) s'articule autour d'un socle commun de compétences et d'une UE disciplinaire à choix à valider

Le deuxième semestre est consacré à un stage de recherche disciplinaire.

3. Pré-requis

Le programme de formation est ouvert à tous les étudiants de niveau M1 minimum ou équivalent sans pré-requis mais ayant un fort intérêt pour les enjeux écologiques, et le projet de compléter leur formation disciplinaire par des compétences en Sciences pour les transitions écologiques.

4. Public cible

Le diplôme *AREco* est proposé aux étudiants issus d'un M1 de l'ENS Paris Saclay ou de l'Université Paris-Saclay. C'est une année de formation complétant une expertise disciplinaire par une compétence en Sciences pour les transitions écologiques, destinée à des étudiants de niveau préférentiellement M1 mais aussi M2 issus de formations diverses (Universités, écoles d'ingénieurs, établissements d'ESR, etc). Il est également ouvert en formation continue.

Dans le cadre du diplôme de l'ENS Paris Saclay, il contribue au parcours de recherche thématique en Sciences pour les transitions écologiques. Il se positionne en 3^{ème} année et permet de valider, a minima, les compétences pluridisciplinarité et recherche.

Selon les disciplines d'origine des étudiants, les compétences visées sont :

- Maîtriser les données scientifiques fondamentales des sciences écologiques contemporaines
- Maîtriser les cadres d'action des politiques publiques environnementales à différentes échelles
- Développer une pensée autonome et réflexive sur les enjeux des transitions écologiques
- Approfondir ses savoirs et savoir-faire disciplinaires dans le domaine des sciences pour les transitions écologiques
- Savoir mener un travail interdisciplinaire pour comprendre les problèmes écologiques contemporains

- Conduire un travail collaboratif visant à inscrire les apports des sciences expérimentales et sociales dans la conception de politiques publiques nouvelles.

Les débouchés sont variés :

- Poursuite d'études en Master 2 ou en doctorat.
- Différentes fonctions dans les services de recherche pour l'Etat, les collectivités territoriales, les associations, et/ou les entreprises, allant de la conception/mise en œuvre de politiques publiques à des projets de recherche ou des programmes d'actions participatives, autour de projets écologiques.

5. Programme

L'année est organisée en deux semestres.

- Le Semestre 1 se compose de :
 - Un socle commun de connaissances :
 - Deux Unités d'Enseignement (UE) communes : UE1 = Contraintes physiques ; UE2 = Gouverner l'environnement- Institutions et Instruments
 - un projet interdisciplinaire collectif
 - Une UE *Apprendre, concevoir, transmettre* : suivi de MOOC/SPOC, mise en place d'actions de sensibilisation/formation/médiation, mise en place de conférences, etc
 - Des UEs de spécialisation disciplinaire à choix :
 - Flux de matière et d'Energie – interaction avec l'environnement
 - Sciences Humaines et Sociales pour les transitions écologiques

Socle commun de connaissances – Que nous disent les scientifiques ? Quelles sont les formes de politiques publiques pour répondre aux enjeux de la transition écologique ?				Projet – 80h
UE1 – 25 à 30h Contraintes physiques du système Terre – Guillaume Barhole et Olivier Villain	UE2 – 26h Gouverner l'environnement, institutions et instruments – Jean Bérard		UE complémentaire - <i>Apprendre, concevoir, transmettre</i>	
Spécialisation				
Flux de matière et d'Energie - interaction avec l'environnement Choix de 2 UE parmi celles-ci-dessous et 1 UE libre		SHS pour les transitions écologiques Choix de 2 UE parmi celles-ci-dessous et 1 UE libre		
Ville résiliente (Enseignement par projets)			James Auger et Cédric Giry	
Des matériaux constructifs à la performance thermique des bâtiments	Caroline De Sa Gatuingt	Sustainable development economics	Vincent Martinet Mutualisée avec M2	
Eco-matériaux	Martin Poncelet	Histoire écologique du capitalisme	Jean Bérard Mutualisée avec M2	
Mobilité écologique	Javier Ojeda et François Louf	Introduction à la philosophie et la sociologie des sciences	Volny Fages Mutualisée avec M2	
Le solaire, du nano au bâtiment	Anthony Juton Emmanuelle Deleporte	Ressources humaines et transition environnementale	Pauline De Becdelièvre	
Stockage/conversion d'Energie	Sylvain Franger	Philosophie environnementale, éthique animale et normativités juridiques	Pierre Thévenin Mutualisée M2	
		Sociologie politique du développement durable	D. Placidi-Frot Mutualisée avec M2	

- Le Semestre 2 se compose d'un stage de recherche disciplinaire

Spécialisation flux de matière et d'énergie – interaction avec l'environnement

L'analyse de flux de matières et d'énergie, qui s'appuie sur une approche comptable des flux et sur les principes de conservation de masse et d'énergie, est un des outils permettant d'évaluer les impacts environnementaux des organisations (entreprises, administrations, collectivités, associations...) et des territoires (villes, régions, pays...). Il est aussi possible de la décliner de manière transversale pour la réalisation de l'étude du cycle de vie d'un produit par exemple. L'Analyse de flux de matières et d'énergie a ainsi un large spectre de typologies d'application - évaluation des impacts environnementaux, optimisation des processus, étude de la dispersion de la matière, identification des ressources – ce qui lui donne toute sa place parmi les outils de gouvernance des organisations et des territoires.

Spécialisation SHS pour les transitions écologiques

Ce parcours s'inscrit dans le développement des recherches en humanités environnementales, qui d'une part veulent rendre compte du rôle des processus naturels dans les dynamiques politiques, sociales et culturelles et, d'autre part voient dans la nature le produit de forces historiques tout en mobilisant, dans le même temps, des approches scientifiques atemporelles. Les enseignements proposés visent deux finalités : offrir une diversité d'ancrages disciplinaires, de l'histoire à la sociologie en passant par l'épistémologie des sciences ; et permettre d'articuler des démarches de compréhension avec l'appropriation d'instruments normatifs d'action, par le biais du droit. L'étudiant devra choisir au moins 2 UE parmi les 6 proposées, incluant Ville résiliente.

Le projet est structuré autour du croisement, sur un cas d'étude concret, des apports de recherche en sciences expérimentales et en sciences sociales, pour a) mesurer l'intérêt d'une telle approche inter ou pluridisciplinaire à la compréhension d'un enjeu écologique et b) réfléchir à ce que pourrait être, sur cet enjeu, un horizon d'actions souhaitables pour la transformation écologique, qu'il s'agisse de pistes de recherche, de politiques publiques, de structuration associative, de mobilisation sociale. Le projet peut s'appuyer sur les initiatives participatives des étudiants, sur des questions de recherche initiées par les enseignants, sur des projets soumis par des personnes extérieures à l'ENS. Le projet sera accompagné :

- D'aspects méthodologiques dispensés durant le semestre
- De périodes de restitution commune des différents projets pour favoriser les regards croisés

Le projet est mené en groupes pluridisciplinaires avec un accompagnement assuré par les enseignants responsables.

Le projet sera évalué sous deux aspects a minima :

- Un rapport ou une production écrite (cahier des charges à définir en début de projet)
- Une soutenance par groupe

Le stage de recherche, d'une durée de 20 semaines minimum, a lieu entre février et juillet en immersion dans un laboratoire ou en entreprise, ou dans des organismes publics, du type collectivités territoriales, ADEME, CEREMA, Ministère de la Transition Ecologique, etc, en France ou à l'étranger sur un sujet autour des Sciences pour les transitions écologiques validé au préalable par le conseil pédagogique du diplôme.

Les modalités de suivi et d'évaluation de l'UE stage sont :

- Réunion d'avancement à mi-parcours avec l'étudiant et le tuteur de stage.
- Rapport de stage (modalités à définir)
- Soutenance (modalités à définir)
- Fiche d'évaluation du tuteur de stage

6. Modalités d'évaluation

Les modalités de validation dépendent des modules choisis, et peuvent consister en la lecture d'articles scientifiques ou la rédaction de rapports. Certains sont également validés par examen écrit.

Pour valider le diplôme, les étudiants doivent avoir :

- Une moyenne supérieure à 10/20 pour le semestre 1
- Une moyenne supérieure à 10/20 pour le stage

La note finale de l'année est une moyenne pondérée des notes obtenues dans chaque UE (coefficient de pondération lié au nombre d'ECTS).

7. Candidater : période de candidature définie chaque année

Le recrutement s'effectue en deux étapes : une première étape d'admissibilité sur dossier et une seconde étape d'admission sur entretien.

Étape d'admissibilité en dossier :

Pour l'admissibilité, le dossier de candidature doit comprendre les éléments suivants :

- curriculum vitae,
- lettre de motivation explicitant le projet du candidat
- relevés de notes de l'année précédente et de l'année en cours

Étape d'admission sur entretien :

Les candidats déclarés admissibles pourront être convoqués à un entretien d'admission en présentiel ou à distance.