



## Appel à candidatures

pour le recrutement d'un enseignant responsable de module

### Défis sciences et outils pour la transition des villes et territoires : diagnostic

**Direction de l'enseignement**

*Département Ville, Environnement, Transport*

L'École nationale des ponts et chaussées crée un module « Défis sciences et outils pour la transition des villes et territoires ». Ce module relève du département Ville Environnement Transport (VET).

Le présent document précise les objectifs pédagogiques dans le but de lancer un appel à candidature permettant de recruter un responsable pour ce module.

## Contexte

---

Le département VET vise à former, au travers de cours et de projets, des ingénieurs de très haut niveau qui, à partir des connaissances scientifiques et techniques les plus pointues, planifieront, concevront, aménageront et géreront les villes et territoires de demain, notamment par l'invention de nouvelles solutions, pour répondre durablement aux grands objectifs sociétaux.

Dans un contexte marqué par le dépassement de plusieurs limites planétaires (climat, biodiversité, cycles biogéochimiques, artificialisation des sols, pollutions diffuses) et par l'interdépendance croissante des systèmes territoriaux, la formation des ingénieurs doit intégrer une capacité renforcée d'analyse systémique, de hiérarchisation des enjeux et d'explicitation des arbitrages socio-écologiques.

## Le module « Défis sciences et outils pour la transition des villes et territoires : diagnostic (DSOTV) »

---

### Public

Ce module s'adresse aux élèves de 2<sup>ème</sup> année de la formation ingénieur du département Ville, Environnement, Transport pour lesquels il est obligatoire. Il est proposé de manière optionnelle à tous les élèves de deuxième année. L'effectif attendu est compris entre 35 et 45 élèves.

### Positionnement pédagogique

Le module DSOTV (Défis, Sciences et Outils pour la Transition des Villes et des Territoires – Diagnostic) est un élément essentiel du tronc commun du département Ville, Environnement, Transport.

Il vise à former les étudiants à la production d'un diagnostic territorial systémique, fondé sur l'analyse conjointe :

- des fonctions essentielles des sociétés humaines (se nourrir, habiter, se déplacer, produire...)
- ;
- des systèmes techniques et écologiques qui les rendent possibles (eau, énergie, sols, mobilités, pollutions...);
- des conditions biophysiques de soutenabilité du vivant.

Le module propose une lecture des territoires comme des écosystèmes socio-environnementaux, dans lesquels les choix techniques et d'aménagement produisent des effets différenciés :

- sur les populations humaines,
- mais aussi sur les milieux, les ressources et les autres formes de vie.

Il développe ainsi une capacité à :

- analyser les systèmes urbains au-delà d'une lecture strictement sectorielle ou anthropocentrée ;
- expliciter les impacts socio-écologiques des choix techniques ;
- mobiliser des ordres de grandeur, des données et des outils d'analyse pour objectiver les enjeux ;
- interroger les conditions de soutenabilité et de justice des trajectoires territoriales.

Le module repose sur une alternance étroite entre :

- des cours magistraux de synthèse, qui mettent en cohérence les apports disciplinaires (ville, environnement, transport) ;
- des travaux dirigés de diagnostic appliqué, organisés autour de terrains contrastés.

Il prépare explicitement l'entrée dans chacun des parcours du département.

### **Emploi du temps**

36 heures sont réservées à ce cours dans l'emploi du temps des étudiants, soit 12 créneaux de 3 heures, au premier semestre (septembre à janvier), les vendredis de 12h30 à 15h30. Ces créneaux peuvent être consacrés à l'enseignement (cours et travaux dirigés) mais aussi à d'autres types d'activités pédagogiques (travaux pratiques, discussion et correction de travaux effectués à la maison, travaux de groupes tutorés ou non, etc.).

Le module repose sur une alternance de séances magistrales de cadrage scientifique et conceptuel et de séances actives de diagnostic territorial en groupes, avec confrontation critique et modération par l'enseignant.

Les examens et soutenances sont organisés dans ces créneaux.

Le cours est crédité de 3 crédits ECTS, correspondant à un volume total de travail situé entre 75 et 90 heures. Le travail hors séance est calibré à environ 43 heures et comprend :

- lectures dirigées,
- préparation des diagnostics,
- travaux de groupe,
- préparation des restitutions.

Le cours est crédité de 3 crédits ECTS (European credit transfer system)<sup>1</sup> ce qui correspond à un volume total de travail par étudiant (présence en cours et travaux personnels ou de groupe hors séances) situé entre 75 et 90 heures. Le travail à effectuer hors des créneaux inscrits à l'emploi du temps doit donc être calibré pour 43 heures environ.

### **Objectifs**

Ce module a pour objectifs de permettre aux élèves :

- d'acquérir une compréhension structurée des territoires comme systèmes socio-environnementaux interdépendants ;
- d'identifier les interactions entre systèmes techniques, dynamiques territoriales et cycles biophysiques (eau, carbone, nutriments, biodiversité) ;

---

<sup>1</sup> Un crédit ECTS correspond à un temps de travail total d'un étudiant de 25 à 30 heures, comprenant la présence en cours et le travail personnel ou en groupe hors cours. Une année scolaire comporte typiquement 60 crédits ECTS pour environ 1650 heures de travail.

- de maîtriser des ordres de grandeur relatifs aux flux (eau, énergie, matières, pollutions), à l'échelle individuelle (dans les contextes étudiés) et mondiale ;
- de mobiliser des outils d'analyse (indicateurs, cartographie, bilans, données) pour construire un diagnostic argumenté ;

**À l'issue du module, les élèves seront capables de :**

- analyser un territoire selon une approche multi-flux et multi-échelle ;
- mobiliser le cadre des limites planétaires pour qualifier les pressions exercées localement par les systèmes urbains ;
- hiérarchiser les enjeux à partir d'ordres de grandeur argumentés ;
- expliciter les arbitrages entre objectifs environnementaux, sociaux et techniques ;
- comprendre les enjeux des cours spécifiques à chaque parcours du département ;
- identifier les incertitudes et limites des indicateurs mobilisés dans l'analyse des transitions urbaines.

Ce module doit contribuer au développement des compétences clés de l'école suivantes : (i) Comprendre les réalités physiques, techniques et humaines : analyser, modéliser, diagnostiquer, (ii) Appréhender et gérer la complexité des systèmes.

**Contenus et éléments de programme**

Le module devra aborder les points suivants :

1. Cadres conceptuels

- Interdépendances entre humains et non-humains
- Métabolisme territorial et analyse des flux (eau, énergie, matières, pollutions)
- Limites planétaires et perturbation des cycles biogéochimiques
- Effets rebond, non-linéarités, seuils critiques et vulnérabilités systémiques
- Justice environnementale et redistribution des impacts
- Analyse critique des solutions techniques (effets induits, dépendances, déplacements de pressions)

2. Fonctions essentielles et systèmes associés

Le candidat structurera les cours magistraux à partir des fonctions essentielles des sociétés (notamment : se nourrir, habiter, se déplacer, produire), en analysant pour chacune :

- les systèmes techniques et écologiques mobilisés ;
- les ressources consommées (eau, énergie, sols, matières) ;
- les ordres de grandeur associés ;
- les impacts sur les milieux (air, eau, sols, biodiversité, climat) ;
- les interactions avec les autres fonctions.

À titre indicatif, les fonctions suivantes pourront être abordées :

- Se nourrir : systèmes agricoles et alimentaires, dépendances aux sols, à l'eau et à l'énergie, impacts sur les milieux ;
- Habiter (bâtiment, énergie et formes urbaines) : consommations de ressources, formes urbaines, impacts climatiques et territoriaux ;
- Se déplacer : infrastructures, flux, accessibilité, impacts sur la qualité de l'air et les milieux ;
- Produire : systèmes productifs, chaînes de valeur, flux de matières et dépendances globales.

Le candidat pourra proposer d'autres entrées ou reformulations, à condition de préserver une approche systémique, multi-flux et critique des impacts socio-écologiques.

Pour chacun de ces thèmes, seront explicités :

- les concepts clés ;
- les ordres de grandeur structurants ;
- les outils et données mobilisables ;
- les interactions avec les autres systèmes ;
- des applications sur des cas territoriaux.

### 3. Méthode de diagnostic territorial

Les étudiants, organisés en groupes, travailleront tout au long du module sur quatre situations territoriales contrastées :

- France (territoire métropolitain urbain dense)
- France (territoire rural ou peu dense)
- Chine (urbanisation rapide, économie planifiée)
- Pays du Sud (ex : Brésil ou Nigeria)

Chaque groupe développera un diagnostic progressif reposant sur :

- l'identification des fonctions essentielles et des systèmes associés ;
- la mobilisation de données et d'outils d'analyse ;
- la cartographie des flux et des interdépendances ;
- l'analyse des pressions sur les limites planétaires ;
- l'identification des vulnérabilités et inégalités d'exposition ;
- l'explicitation des arbitrages socio-écologiques.

Les restitutions intégreront une dimension comparative entre terrains, permettant d'identifier invariants, divergences et conditions de transférabilité.

## Indications pédagogiques spécifiques à ce module

Le module reposera sur une articulation forte entre apports théoriques et mise en pratique :

- cours magistraux (environ 40%) : centrés sur les concepts, les ordres de grandeur et la mise en cohérence des approches disciplinaires ;
- travaux dirigés et travail de groupe (environ 60%) : centrés sur la production progressive d'un diagnostic territorial.

Les TD constitueront le cœur du module : chaque séance donne lieu à une production intermédiaire, contribuant à un diagnostic final intégré.

Les enseignements visent à :

- favoriser l'implication active des étudiants dans leur apprentissage ;
- développer leur autonomie dans l'analyse de données et la production de diagnostics ;
- renforcer leur capacité à travailler en groupe sur des situations complexes ;
- articuler connaissances théoriques, outils d'ingénierie et cas concrets.

Le module mobilisera des données réelles, des outils d'analyse et des ordres de grandeur, afin de garantir un positionnement d'ingénierie rigoureux. Le recours à une pédagogie en classe inversée pourra être envisagée.

Une attention particulière sera portée à la mise en relation avec les cours de spécialité.

## Indications pédagogiques spécifiques à ce module

Le module proposera à la fois des séances théoriques et des mises en application pratiques des concepts vus en cours dans le cadre de séances de TD et du travail personnel des étudiants. L'aspect pratique occupera autour de 50% des heures de cours.

## Informations complémentaires

### Contacts

Cécilia Cruz Directrice Académique du département Ville Environnement Transport	<a href="mailto:Cecilia.cruz@enpc.fr">Cecilia.cruz@enpc.fr</a> 01 64 15 39 74
---	--

### Rôle du responsable de module

Le responsable de module est chargé de constituer et d'animer son équipe d'enseignants : intervenants ponctuels, chargés d'enseignement, chargés de TD. Des intervenants extérieurs peuvent donc être envisagés pour assurer certaines séances, prendre en charge des groupes de TD, assurer un tutorat en présence ou à distance. Le responsable de module doit cependant faire preuve d'une disponibilité suffisante pour la durée de l'enseignement. Il est le garant de l'unité du cours et de la qualité de l'ensemble du cours.

La responsabilité du module inclut l'envoi, à l'administration de l'Ecole, de toutes les informations permettant de dimensionner et de réserver les moyens logistiques (salles, logiciels, visites, rémunérations des intervenants...).

Le responsable de module veille à l'exactitude du descriptif en ligne de son module (cf. <http://gede.enpc.fr>) ; il informe par écrit étudiants et responsables de formation de tout changement significatif en cours d'année, en particulier en cas de modification des modalités d'évaluation des acquis.

Il est soucieux de l'amélioration continue de son cours. Il participe à la commission d'évaluation qui met en dialogue, à la fin de chaque édition du cours, un délégué étudiant, le responsable de module (accompagné s'il le souhaite d'enseignants de son équipe), le responsable de formation et un conseiller pédagogique ; il informe son équipe des conclusions de la commission.

Il participe autant que possible aux rencontres d'enseignants qui lui seront proposées, conseils de département et journée des enseignants notamment, et s'intéresse aux différents aspects de la formation de ses étudiants (cursus auquel appartient le cours, autres cours du cursus, projets d'étudiants, stages...).

Tout responsable de module est appelé à accompagner des élèves en stage, en projet de fin d'études ou en thèse professionnelle, dans son domaine de compétence, en tant que tuteur école. Cet accompagnement fait l'objet d'une rémunération spécifique.

## Indications pédagogiques communes à l'École des Ponts

### Alignement des objectifs pédagogiques et de l'évaluation des acquis

Le plus important n'est pas ce qui a été enseigné mais ce que l'étudiant a appris. Les objectifs pédagogiques sont l'expression de ce que l'étudiant doit avoir acquis à la fin du module, de ce qu'il doit savoir et de ce qu'il doit savoir faire. Les objectifs pédagogiques sont la base du contrat pédagogique qui lie le responsable de formation, l'enseignant responsable de module et l'étudiant. C'est pourquoi il vous est demandé de reformuler ces objectifs dans votre proposition. Après validation, les objectifs vous serviront de base pour construire votre dispositif d'évaluation des acquis (comment vais-je m'assurer que les étudiants ont, plus ou moins, acquis ce qu'ils devaient acquérir ?) et ils nous serviront de base pour évaluer la qualité cours (ce cours atteint-il les objectifs qui lui sont assignés pour la grande majorité des étudiants ?).

Les étudiants expriment souvent leur besoin de comprendre le sens des activités qui leur sont demandées pour leur formation. Ce sens se trouve dans la bonne articulation des activités de formation (ce que font les étudiants dans le module), des objectifs pédagogiques (ce qu'ils doivent savoir et savoir-faire à la fin du module) et des objectifs de formation (les compétences professionnelles au développement desquelles contribue ce module).

### Implication et autonomie des étudiants

L'École est attentive à l'implication des étudiants dans leurs apprentissages et au développement de leur autonomie. Il est donc attendu des enseignants qu'ils favorisent le travail autonome des étudiants, travail personnel ou en groupe. Le travail attendu hors séances devra être explicité, accompagné le cas échéant, et évalué. Sont encouragées les pédagogies :

- Qui incitent les étudiants à se mettre très tôt au travail et les placent en position d'acteurs de leurs apprentissages ;
- Qui renvoient régulièrement des informations aux étudiants sur la qualité de leur travail ;
- Qui sont fondées sur des situations réelles et permettent aux étudiants de faire le lien entre les connaissances ou savoir-faire acquis et leur futur exercice professionnel ;
- Qui utilisent les outils numériques pour favoriser la continuité entre le travail en séance et hors séance ; on attend au minimum la mise à disposition des supports de cours au format numérique sur la plateforme educnet.enpc.fr.

**En formation d'ingénieur :** Pour un cours de 13 séances, au moins 2 séances<sup>2</sup> devront offrir des modalités pédagogiques qui renforcent ou provoquent le travail autonome des étudiants (classe inversée, accompagnement de projet, réponse aux questions posées sur un forum, évaluations formatives, tutorat à la demande, office hours, apprentissage par problème, etc.). Selon la modalité choisie, l'encadrement pourra être renforcé ou absent, en présence ou à distance, mais dans tous les cas le travail des étudiants devra être vérifié et évalué. Ces modalités sont à organiser en concertation avec les responsables de formation.

### Correction des travaux d'étudiants

Tout devoir doit donner lieu à une correction (quelle qu'en soit la forme : écrite ou orale, individualisée ou collective) qui permette aux étudiants de savoir où ils en sont de leurs apprentissages et de s'appuyer sur cette information pour progresser. A fortiori, les travaux notés doivent faire l'objet d'une correction qui permette aux étudiants de comprendre leur note. S'il s'agit d'un contrôle intermédiaire, la correction doit être donnée avant l'examen final. Une modalité de rattrapage devra être prévue pour les étudiants n'ayant pas validé le module. Les copies d'examen sont remises à l'École après correction.

### Enseignement en anglais

Les étudiants devront être capables de travailler aussi bien en français qu'en anglais. **En formation d'ingénieur :** Pour faciliter l'acquisition de l'anglais scientifique et professionnel, tout module doit comprendre au moins une activité en anglais : cours, conférence, lecture d'article... Pour les cours à

---

<sup>2</sup> 2 séances pour un cours de 13 séances ; 1,5 séance pour un cours de 10 séances ; 1 séance pour un cours de 6 ou 7 séances. Il est bien sûr possible d'offrir ce type de modalités pédagogiques sur l'ensemble d'un module. Les modalités de mise en œuvre et les légitimes variations d'un cours à l'autre peuvent être discutées avec le responsable académique du département d'enseignement.

gros effectifs, pour lesquels il y a plusieurs petites classes, on veillera à ce qu'une petite classe au moins soit enseignée en anglais, dans la mesure du possible par un enseignant anglophone.

Si vous êtes anglophone, un enseignement totalement en anglais peut être envisagé.

### Supports de cours

Les enseignants sont encouragés à produire un polycopié structuré et rédigé et à le distinguer des supports visuels de leurs présentations orales (diapositives). Contrairement aux diapositives qui n'ont pas habituellement vocation à être imprimées, le polycopié pourra être tiré par le service de reprographie. Il peut aussi être diffusé, en un ou plusieurs blocs, sur la plateforme d'enseignement de l'École des Ponts, <https://educnet.enpc.fr>. Il est fortement recommandé de mettre à disposition des étudiants tous les supports de cours, en format numérique, sur la plateforme educnet.

Il est souvent utile de produire un syllabus qui reprend le descriptif normé du cours, tel qu'il se trouve en internet sur notre catalogue des enseignements <http://gede.enpc.fr>, et de le compléter avec des indications plus précises sur ce qui est attendu des étudiants. Par exemple : le détail des lectures ou travaux à effectuer avant chaque séance, la précision de ce qui constitue le cœur de l'apprentissage et de ce qui est donné à titre informatif ou culturel, le détail des modalités d'évaluation, les dates de rendus, etc.

D'autres formes de supports peuvent être créées avec le soutien du Service ingénierie et innovation pédagogique (S2iP). Par exemple : capsules vidéo (cours magistral, corrections d'exercices, expériences en laboratoire), quizz d'auto-positionnement ou d'auto-évaluation, wikis, forums. Le développement du e-learning ouvre de nouvelles possibilités d'enrichissement des cours et de travail autonome des étudiants que les enseignants sont encouragés à explorer. Si cela vous semble pertinent, un enseignement partiellement ou totalement à distance peut être envisagé.

Il est aussi possible d'utiliser des supports préexistants : livres et manuels, sites internet... Le service documentaire est à votre disposition pour vous aider à trouver ces ressources.

## Soutien apporté par l'École

Les départements d'enseignement et responsables de formation sont les premiers interlocuteurs des enseignants pour ce qui touche aux contenus d'enseignement et aux étudiants inscrits au cours.

Le Service ingénierie et innovation pédagogique (S2iP) accompagne les enseignants à la demande. Il peut accompagner la conception pédagogique (rédaction du descriptif de module et du syllabus, réflexion sur l'évaluation des acquis), faciliter la prise en main des outils numériques (plateforme educnet, boitiers de vote électronique, tableaux numériques) et coproduire des ressources de formation destinées à l'apprentissage autonome (vidéos, quizz). Contact : [contact-s2ip@enpc.fr](mailto:contact-s2ip@enpc.fr).

"Un site internet dédié à la pédagogie, <https://pedagotheque.enpc.fr>, informe les enseignants sur les outils à leur disposition, met en valeur des initiatives pédagogiques intéressantes, propose des temps de rencontres entre enseignants (midi pédagogiques, ateliers thématiques, formations). Un guide de l'enseignant est à votre disposition : [ICI](#).