

# MASTER TRANSPORT ET DEVELOPPEMENT DURABLE

## DURABLE



# Master ParisTech Fondation Renault "Transport et développement durable"

## **PRESENTATION DU MASTER**

### **Origines et objectif**

Face à l'importance des défis liés aux transports au XXI<sup>e</sup> siècle (aménagement du territoire, ségrégation dans l'espace urbain, problèmes de sécurité, de congestion, pollution atmosphérique locale, effet de serre, le tout dans un cadre d'explosion de la demande de transport), l'Ecole des Ponts ParisTech, MINES ParisTech et l'Ecole Polytechnique, réunies au sein de ParisTech et associées à la Fondation Renault ont créé en 2004 le diplôme national de Master "Transport et développement durable".

En apprenant à des étudiants à mobiliser des domaines de connaissances très variés (ingénierie, économie, sciences de l'environnement), l'objectif de ce Master est de vous permettre de resituer les différents aspects sur lesquels vous serez amenés à travailler dans une perspective globale (prise en compte des dimensions sociale, économique et environnementale, inscription des problématiques dans le long terme). A l'issue du Master, vous témoignerez d'une réelle aptitude à répondre à des enjeux concrets en manifestant une maîtrise pratique des outils (modélisation, analyse institutionnelle, management). Vous aurez également développé une capacité à rationaliser le débat sur les transport en étant à même :

- d'identifier, d'analyser et de prévoir les véritables déterminants de la demande de transport ;
- de déterminer les domaines de compétences des différents modes de transports, pris isolément ou combinés
- d'apporter des réponses opérationnelles crédibles aux enjeux de transports durables combinant des dimensions techniques, organisationnelles et comportementales.

L'imbrication rationnelle de ces solutions de différentes natures, associée au choix des leviers d'action, et la capacité à communiquer autour des enjeux et des réponses proposées comptent autant dans la réussite de l'entreprise que les modalités des solutions retenues. C'est pourquoi vous allez acquérir une connaissance pragmatique des outils à mettre en œuvre pour rendre cohérent la satisfaction des besoins de transport avec des objectifs de développement durable. Le Master œuvre ainsi à l'adoption généralisée de modes de gouvernance durables en formant aux enjeux du développement durable les futurs cadres mondiaux de la planification et de la conception des systèmes de transports.

## **Une véritable dimension internationale**

En cohérence avec le caractère international des enjeux du transport durable, la pluralité des nationalités représentées (10 en moyenne par promotion), réunies autour de la langue française, inscrit le Master dans une vraie dynamique d'ouverture.

Sélectionnés au sein des meilleures universités de leurs pays respectifs, les étudiants apportent à ce Master des cultures, des problématiques et des modes de raisonnement très divers dont la confrontation en constitue incontestablement une grande richesse.

Au moins titulaires d'un équivalent bac + 4, les étudiants qui composent le Master sont le plus souvent de jeunes ingénieurs, déjà titulaires d'un diplôme équivalent bac + 5 (diplôme d'école d'ingénieurs, Master...), désirant se spécialiser dans le domaine des transport dans le cadre d'une formation d'excellence proposée par les plus grandes écoles d'ingénieurs françaises.

Ces étudiants ont été sélectionnés suivant une grille de critères rigoureux, tenant compte de la qualité de leur cursus scolaire et universitaire (et de leur diplôme), de leur maîtrise de la langue française mais surtout de la cohérence de leur projet professionnel et de leur motivation personnelle.

## **Après le Master**

Cette formation ouvre à des carrières à l'étranger ou en France au sein d'entreprises ou d'organisations nationales ou internationales, ou bien au sein des pouvoirs publics nationaux, régionaux et municipaux. Equipementiers, constructeurs automobiles, gestionnaires de réseaux et d'infrastructures, et, plus généralement, tous les secteurs d'activité en interface forte avec le secteur des transport : tous les maillons des systèmes de transport sont concernés.

Les diplômés pourront en particulier être recrutés par :

- des entreprises d'équipement de transport et les constructeurs automobiles ;
- les entreprises gestionnaires des réseaux de transport passager ;
- les opérateurs logistiques ;
- des entreprises de service : régies de transports urbains, entreprises de locations des véhicules, taxis ;
- des organisations internationales : OCDE, AIE, CE, PNUE.....
- des bureaux d'étude et cabinets de conseils spécialisés dans l'aménagement du territoire, l'urbanisme, la gestion des infrastructures de transport.

Les étudiants sont amenés à exercer rapidement des métiers à hautes responsabilités managériales ou d'ingénieurs, entre autres les fonctions de :

- **Concepteur de véhicule et de services de mobilité durables** au sein des acteurs traditionnels (constructeur, gestionnaire de réseaux) comme des entreprises issues des technologies de l'information
- **Gestionnaire de projet de transport et de mobilité** au sein des entreprises de génie civil et des bureaux d'étude et d'ingénierie
- **Opérateur / exploitant**, d'infrastructure ou de service de transport, impliqué dans la production opérationnelle du transport
- **Auditeur et responsable de la politique de développement durable** d'une entreprise de service de transport

## FONCTIONNEMENT DU MASTER

Le Master est composé d'un tronc comme d'environ 510 heures et de trois voies de spécialisation de 130 heures :

- **Eco-CONception des Véhicules et des Infrastructures de transport (ECОВI)** : mobilisant les compétences initiales des étudiants prioritairement issus du génie mécanique et du génie civil, cette spécialisation prépare plus spécifiquement à des emplois au sein des constructeur et équipementiers automobile et des entreprises et bureau d'étude en infrastructures de transport. Du tronc commun du Master cette spécialisation mobilise les éléments d'ingénierie, d'évaluation des impacts environnementaux et de calculs économiques et financiers. Ces apports sont renforcés en ingénierie des matériaux et éco-conception mais également par des cours plus appliqués en ingénierie du trafic, signalisation et exploitation des réseaux.
- **Design de Services de Mobilités (DSM)** : cœur de cible du Master, cette spécialité prépare aux métiers émergents dans la sphère publique comme privée de gestionnaire de mobilité et développeurs de services innovants. S'appuyant sur la dimension holistique du Master dans la compréhension des enjeux, les apports spécifiques portent sur les modèles économiques et d'affaires, sur l'innovation et le digital. Les nouvelles approches économiques (économies fonctionnelles, collaboratives, sociales et solidaires en particulier) renforce la pertinence des profils visés par cette spécialisation.

- **Logistique et Transport de Fret (LTF)** : s'appuyant sur les apports du tronc commun en termes de systèmes de transport de marchandises, ce parcours offre un complément en génie industriel et notamment en *Supply Chain*, en gestion de plateforme et en logistique urbaine afin de préparer aux métiers de la Green Supply Chain et du développement de nouveaux services de logistique en ville.

**Pour obtenir le diplôme, il faut :**

- **avoir validé 60 ECTS<sup>1</sup> dont au moins 3 ECTS de langue et au moins 54 ECTS de cours scientifiques et techniques**
- avoir validé votre **mission professionnelle de fin d'étude** (note supérieure ou égale à 10/20 permettant l'acquisition de 30 ECTS supplémentaires).
- avoir une **moyenne supérieure ou égale à 12/20** sur les 90ECTS qui composent le Master.

---

<sup>1</sup> Dans le cadre du processus de Bologne qui vise à uniformiser les pratiques dans l'enseignement supérieur en Europe, le Système européen de transfert et d'accumulation de crédits ECTS, (*European Credits Transfer System*) est utilisé pour de faciliter la lecture et la comparaison des programmes d'études des différents pays européens. Chaque année permet l'acquisition de 60 ECTS. Une licence (3 ans après le Bac) correspond à l'acquisition de 180 ECTS et un Master à 120 ECTS de plus, soit 300 ECTS en tout. Le Master International Transport et Développement durable permet l'acquisition de 90 ECTS. Il faut donc valider au moins 60 ECTS durant la partie académique du Master (semestres 1 et 2) puis valider la mission professionnelle de fin d'étude (semestre3), ce qui permet l'acquisition de 30 ECTS supplémentaires.

Globalement, un ECTS correspond à 25 à 30 heures de travail, réparti entre présence en cours et travail personnel. La quantité de travail personnel n'étant pas uniquement corrélée à la durée de présence en cours, les ECTS attribués à chaque module du Master ne dépendent directement du nombre d'heures de présence associées à ce module, notamment pour les cours centrés sur la réalisation d'un projet.

Liste des cours 2015-2016

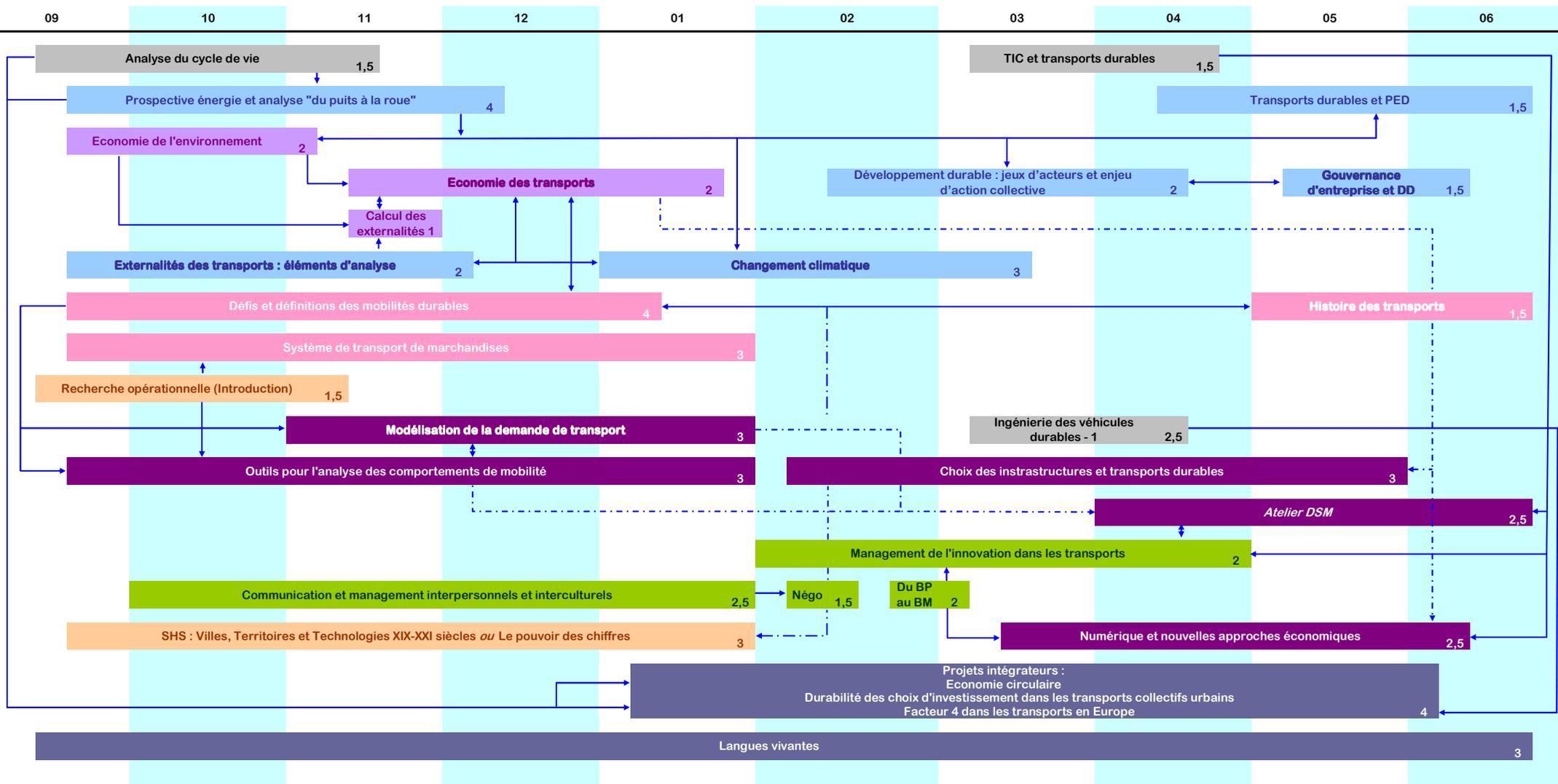
**Tronc commun**

Module	Responsable(s) du module	Laboratoire / Entreprise / Institution	Nombre d'heures	ECTS	Approf.	Semestre	Descriptif
<b><i>Transports et du développement durable : les enjeux</i></b>			<b>161</b>	<b>14</b>			
Changement climatique	H. Le Treut C. Guivarch E. Fortin	LMD Cired Ecole des Ponts	35	3	1,5	S1	p.14
Externalités des transports : éléments d'analyse	Y. Roustan	CEREA	22,5	2	3	S1	p.17
Prospective énergétique et bilan du puits à la roue	P. Rivière A. Benoist	CES CIRAD	45	4		S1	p.19
Transports durables pour les PED	K. Danaradjou	MEDDE	19,5	1,5		S2	p.21
Le développement durable : jeu d'acteurs et enjeu d'action collective	T. Hommel		21	2	1	S2	p.22
Gouvernance d'entreprise et développement durable	H. Teulon	Laboratoire d'économétrie	18	1,5	1	S2	p.23
<b><i>Analyse de la demande de transport et de la durabilité des modes</i></b>			<b>96,5</b>	<b>8,5</b>			
Défis et définitions des mobilités durables	M-H. Massot	LVMT	36,5	4		S1	p.25
Systèmes de transports de marchandises	C. Blanquart & P. Niérat	IFSTTAR	39	3		S1	p.26
Histoire des transports	V. Guigueno	MEDDE	21	1,5	1	S2	p.27
<b><i>Ingénierie des transports durables</i></b>			<b>33</b>	<b>3</b>			
Analyse du cycle de vie	H. Teulon	Laboratoire d'économétrie	18	1,5		S1	p.30
TIC et transports durables	V. Aguilera	LVMT	15	1,5		S2	p.31
<b><i>Economie des transports durables</i></b>			<b>48,5</b>	<b>5</b>			
Economie de l'environnement	E. Fortin	Ecole des Ponts	20	2		S1	p.34
Economie des transports	P. Ayoun	DGAC	20	2	1	S1	p.35
Calcul des externalités	A. Rabl	CEP	8,5	1		S1	p.37
<b><i>Management des projets de transports durables</i></b>			<b>134,5</b>	<b>11</b>			
Management de l'innovation en transport			27,5	2		S2	p.38
Du <i>business plan</i> au <i>business model</i>	M. Guérineau	CRG	21	2		S2	p.39
Communication et management interpersonnels et interculturels	B. Pelletier		29	2,5		S1	p.41
Négociation	P. Hardier	GT Conseil	18	1,5		S2	p.42
Langue			39	3		S1	
<b><i>Projet intégrateur "Transport et développement durable"</i></b>			<b>35</b>	<b>4</b>			
Economie circulaire ou	E. Fortin	Ecole des Ponts	35	4		S2	p.43
Facteur 4 dans les transport en Europe ou	L. Fauchoux	CIREN					p.43
Durabilité des choix d'investissement dans les transports urbains	R. Foot	LATTS					p.45
<b>Total</b>	<b>Tronc commun</b>	<b>Semestre 1</b>	312,5	28,0		S1	
		<b>Semestre 2</b>	196	17,5		S2	

## Spécialisation et options

Module	Responsable(s) du module	Laboratoire / Entreprise / Institution	Nombre d'heures	ECTS	Option	Semestre	Descriptif
<b>Parcours Eco-conception des véhicules et des infrastructures de transport</b>			<b>125</b>	<b>12,5</b>			
Modélisation de la demande de transport	F. Leurent	LVMT	27,5	3	1,5	S1	p.28
Ingénierie des véhicules respectueux de l'environnement - 1	P. Rivière	CES	28	2,5		S2	p.31
Ingénierie du trafic	S. Cohen	IFSTTAR	32,5	3		S1	p.52
ou Exploitation des transports ferroviaires et guidés	P. Akin & L. Bouillaut					S2	p.53
Ingénierie des véhicules respectueux de l'environnement - 2	P. Rivière	CES	27	3		S2	p.54
ou Choix des infrastructures de transport et durabilité	D. Meunier	MEDDE				S2	p.32
Eco-conception			10	1		S2	
<b>Parcours Design des services de mobilités</b>			<b>132</b>	<b>13,5</b>			
Modélisation de la demande de transport	F. Leurent	LVMT	27,5	3	1,5	S1	p.28
Ingénierie des véhicules respectueux de l'environnement - 1	P. Rivière	CES	29	2,5		S2	p.31
Outils pour l'analyse des comportements de mobilité	V. Boutueil	LVMT	32,5	3		S1	p.55
ou Choix des infrastructures de transport et durabilité	D. Meunier	MEDDE	27			S2	p.32
Numérique et nouvelles approches économiques			25	5		S2	p.40
Atelier	V. Boutueil	LVMT	18			S2	
<b>Parcours Logistique et transport de fret</b>			<b>122,5</b>	<b>11,5</b>			
Les lieux et les modes du transport de marchandises : de la logistique urbaine au transport international de marchandises	C. Blanquart & P. Niérat	IFSTTAR	65	6		S2	p.47
ou Conception et exploitation des systèmes logistiques et transport	P. Wieser		26	3		S1	p.48
et Ingénierie des infrastructures logistiques	F. Mondou		32,5	3		S2	p.49
Numérique et nouvelles approches économiques			25	2,5		S2	p.40
Supply Chain Management	M. Fender		39	3			p.50
<b>Option</b>			<b>39</b>	<b>3</b>		S1	
Villes, Territoires et Technologies XIX-XXI siècles	A. Picon	LATTS	32,5		3	S1	p.57
ou Le pouvoir des chiffres	G. Jeannot						p.57
Recherche opérationnelle (Introduction)	E. Thisse		18		1,5	S1	
<b>Total</b>	<b>ECOVI</b>		633,5	58,0	Au moins 2 ECTS		
	<b>DSM</b>		640,5	59,0	Au moins 1 ECTS		
	<b>LTF</b>		631	57,0	Au moins 3 ECTS		

# Présentation globale : Parcours Design des Services de Mobilité

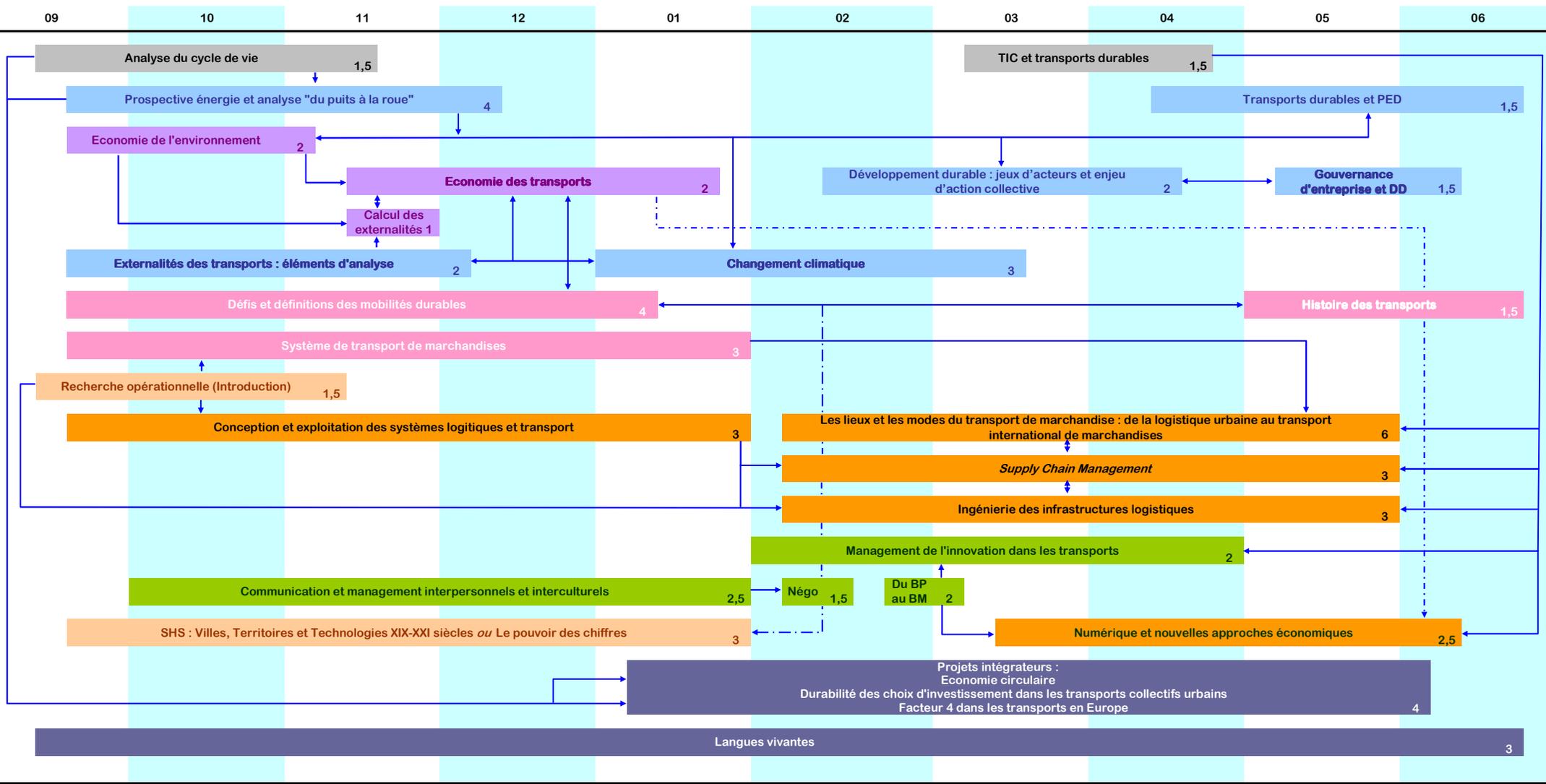


Transports et du développement durable : les enjeux
Analyse de la demande de transport et de la durabilité des modes
Ingénierie des transports durables
Economie des transports durables
Management des projets de transports durables
Parcours Design des Services de Mobilité

En gras : cours donnant lieu à des approfondissements

Option

# Présentation globale : Parcours Logistique et Transport de Fret

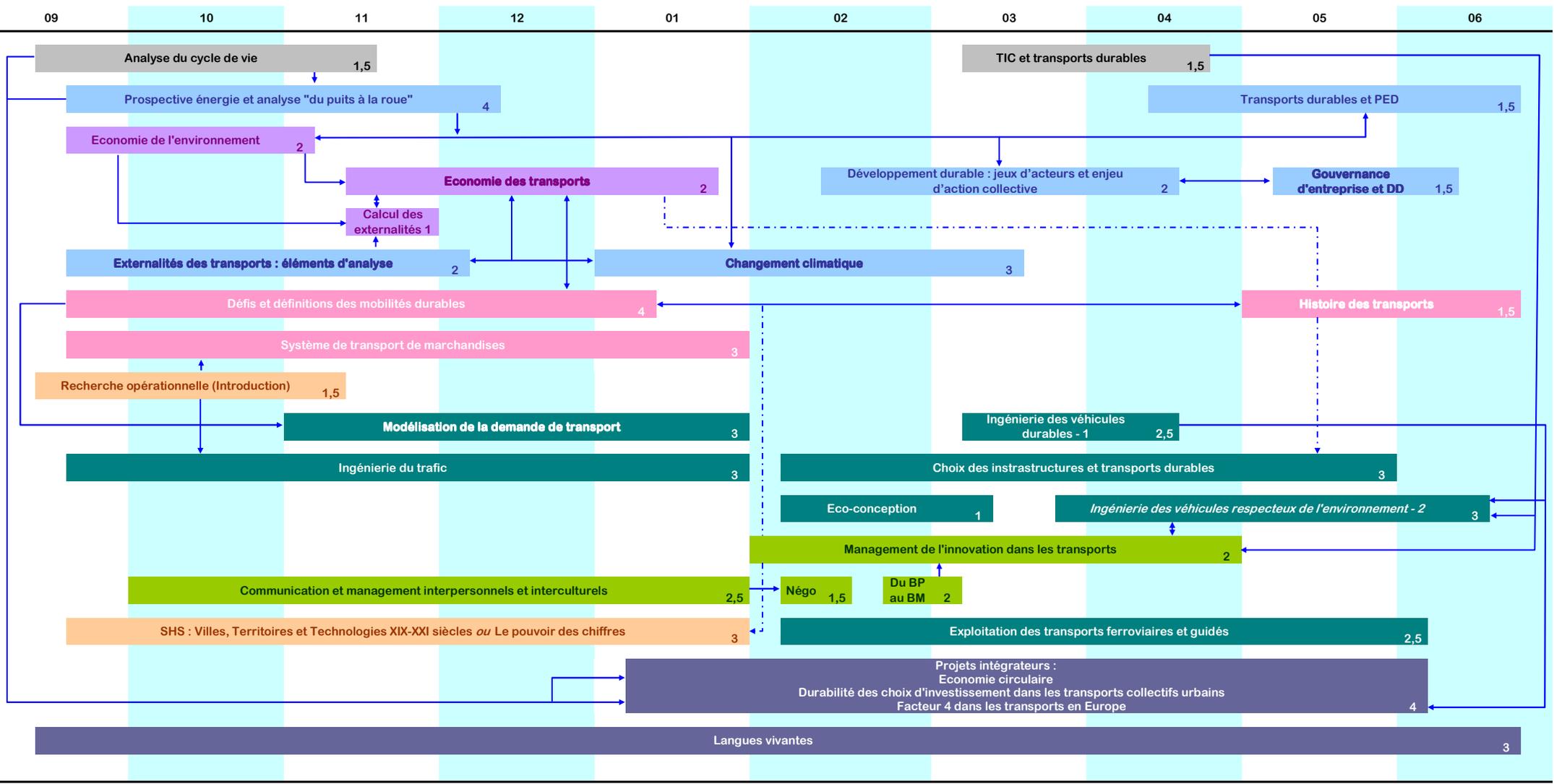


Transports et du développement durable : les enjeux
Analyse de la demande de transport et de la durabilité des modes
Ingénierie des transports durables
Economie des transports durables
Management des projets de transports durables
Parcours Fret et Logistique

Option

En gras : cours donnant lieu à des approfondissements

# Présentation globale : Parcours Eco-Conception des Véhicules et des Infrastructures de transport



Transports et du développement durable : les enjeux
Analyse de la demande de transport et de la durabilité des modes
Ingénierie des transports durables
Economie des transports durables
Management des projets de transports durables
Parcours ECOVI

Option

En gras : cours donnant lieu à des approfondissements

# DESCRIPTIF DES MODULES DU MASTER

En noir : module de tronc commun

En bleu : module de tronc commun donnant lieu à un approfondissement,

En gris : cours de la spécialisation ECOVI et de la spécialisation DSM

En orange : cours de la spécialisation DSM et de la spécialisation LFT

En marron : cours de la spécialisation ECOVI

En vert : cours de la spécialisation DSM

En bleu-gris : cours de la spécialisation LTF

En violet : projet (en choisir 1 parmi 3)

En rose : cours optionnel

## TRONC COMMUN

### Transports et du développement durable : les enjeux

#### CHANGEMENT CLIMATIQUE (CLIMATE CHANGE)

---

**Hervé LE TREUT**

Laboratoire de Météorologie Dynamique - Ecole Polytechnique

**Céline GUIVARCH / Emeric FORTIN**

CIREC - Ecole des Ponts ParisTech

#### *Prérequis :*

Des bases de microéconomie et de macroéconomie et de mécanique des fluides facilitent la compréhension du module sans en constituer un prérequis absolu.

#### *Objectifs :*

L'option retenue pour la construction de ce module est l'articulation entre les dimensions physiques, sociétales, économiques et politiques du changement climatique. L'objectif premier est que les élèves puissent développer leur esprit critique vis-à-vis de cet enjeu majeur pour les sociétés du 21<sup>e</sup> siècle en développant, en cohérence avec la logique pédagogique de l'ensemble du Master, une capacité à intégrer les différentes dimensions des problèmes, pour être en mesure de se positionner clairement face aux débats multiples (médiatiques, politiques), et pour construire des réponses adaptées, articulant le technique, l'organisationnel et l'économique.

Pour ce faire, le cours vise évidemment à présenter l'état des connaissances scientifiques sur ce sujet et à permettre l'acquisition des connaissances élémentaires pour permettre aux élèves d'exercer leur esprit critique lors de la lecture d'un article. Cela sera réalisé en insistant sur la nature des incertitudes inhérentes aux phénomènes étudiés mais aussi sur la façon dont il convient de les traiter, tant dans l'analyse que dans l'action. Il s'agit à la fois de travailler la notion de controverse scientifique mais également de travailler à l'évaluation de la qualité des sources, en analysant le rôle particulier du Groupement International des Experts sur l'évolution du Climat (GIEC) dans ce contexte. Puis il s'agit de présenter comment les décisions peuvent être prises dans le cadre de l'incertitude, mais également d'analyser comment les échelles temporelles associées, peu cohérentes avec les modes de gouvernance publics et privés, peuvent être appréhendées dans l'action. A ce titre, le recours à la prospective sera clairement présenté qui pourra être

mobilisé par les élèves dans d'autres modules du Master, à commencer par le projet intégrateur "Facteur 4 dans les transports en Europe". Une approche systémique et pluridisciplinaire, transmettant les éléments d'analyse et de modélisation relatifs aux différentes dimensions du problème constituera donc la logique pédagogique de ce module.

**Programme :**

Le cours se déroule sur treize séances de trois heures. Les interventions sur les dimensions physiques réalisées par Hervé Le Treut se déroulent en parallèle de celles sur les dimensions sociétales et économiques réalisées par Jean-Charles HOURCADE, Céline GUIVARCH et Emeric FORTIN.

Jean-Charles HOURCADE réalise trois séances introductives présentant dans un cadre historique et à l'échelle macro les causes sociéto-énergético-économiques des émissions de gaz à effet de serre (GES), la montée en puissance du débat autour de cette question depuis 40 ans, en parallèle avec la montée en puissance du concept de développement durable dont il propose une analyse critique. Puis il présente et analyse l'évolution des négociations internationales pour la coordination des politiques intégrées d'adaptation et d'atténuation.

Hervé LE TREUT réalise cinq séances permettant la compréhension des résultats présentés dans les rapports du Groupe de travail I et II du GIEC.

L'objectif général de ces interventions est de donner à la fois :

- une appréciation des bases fortes et bien comprises de la science climatique, de sa capacité à décrire et modéliser les climats passés ou actuels, en identifiant des facteurs essentiels qui influent sur la dynamique du système climatique (cycle du carbone, couplage océan/atmosphère...)
- une estimation des limites et incertitudes de cette science qui affectent ses capacités faire des prévisions détaillées à toutes les échelles d'espace et de temps.

En présentant comment les scénarios prospectifs sont construits, comment ils dépendent des hypothèses sur l'évolution des concentrations de GES, on réservera une place importante à la notion de « risque climatique » qui passe par l'identification, la qualification et le traitement des incertitudes. On étudiera aussi le rôle parfois ambigu que l'on fait jouer aux résultats de ces projections dans le débat politique. Lors de sa dernière séance (qui se situe à peu près au deux tiers du déroulement complet du module) Hervé LE TREUT organise un débat avec les élèves.

Les conséquences physique et sociétales des changements climatiques sont présentées par Jean-Charles Hourcade et Hervé Le Treut mais également lors d'une séance spécifique qui présente les principaux scénarios prospectifs d'émission pour le 21<sup>e</sup> siècle, synthétise les travaux du Groupe II du GIEC et propose un focus sur l'usage des sols et l'approvisionnement en eau.

Puis une évaluation économique des politiques d'atténuation et d'adaptation est proposée en trois séances par Céline GUIVARCH et Emeric FORTIN. Il s'agit à la fois de présenter comment les coûts de telles politiques peuvent être déterminés, en insistant fortement sur les différences fondamentales entre une évaluation en équilibre partiel à l'échelle d'un secteur et une évaluation macroéconomique tenant compte des impacts des outils d'incitation mobilisés. En cohérence avec le module d'économie de l'environnement du Master, le système ETS de permis d'émissions négociables européen est présenté et analysé. La modélisation technico-économique est mobilisée pour éclairer les débats sur l'après Kyoto est permettre de comprendre comment les dimensions énergétiques, urbanistiques et économiques s'intègrent pour proposer des politiques performantes, cohérentes et robustes. Là encore la question de l'articulation des différentes échelles temporelles et spatiales est au cœur de l'analyse proposée.

Enfin, une dernière séance est consacrée à l'impact des changements climatiques sur les politiques de transport et de mobilité.

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

- présenter brièvement l'histoire des négociations internationales sur l'environnement ;
- analyser les jeux d'acteur en présence, les dimensions économiques sous-jacentes aux négociations ;
- analyser les principaux déterminants de l'évolution démographique, les liens entre économie et démographie et synthétiser les principaux scénarios démographiques pour le 21<sup>e</sup> siècle avec la répartition sur le globe et entre ville et campagne ;
- énoncer les principaux scénarios d'évolution passée et les éléments prospectifs pour les systèmes climatiques ; identifier les contributions anthropiques dans ces évolutions ;
- analyser des scénarios prospectifs à long terme ;
- expliquer de manière simplifiée les mécanismes physiques et chimiques en œuvre dans le changement climatique ;
- identifier et quantifier les sources d'incertitudes ;
- mobiliser la modélisation pour comprendre les phénomènes physiques, géographiques, économiques en œuvre ;
- définir les limites des exercices de modélisation ;
- définir les articulations entre dimensions économiques, sociales et environnementales du changement climatique ;
- mener une telle analyse en dynamique ;
- séparer l'analyse des déterminants de celle de la soutenabilité de la trajectoire qu'ils dessinent ;
- juger de la robustesse scientifique d'un article issu de publication généraliste sur le changement climatique.

***Contrôle des connaissances - Règles de validation*** : Examen écrit à l'issue de la dernière séance

***Travail d'approfondissement (1,5 ECTS) :***

Un projet sur l'analyse de la position d'une région du monde dans les négociations post Kyoto. Il s'agit par groupe de deux ou trois élèves de choisir une région du monde ou un pays puis d'analyser pour quels sont les enjeux du changement climatique pour cette région, quelle est sa capacité à entreprendre des réductions de ses émissions (ce qui passe par l'analyse des politiques qu'elle a éventuellement déjà mises en œuvre mais aussi par de la prospective énergéico-économique le concernant), d'identifier sur cette base quelle serait le bon couple adaptation / atténuation pour elle et alors de critiquer sa position actuelle dans les négociations post Kyoto. Ce travail est encadré par Emeric FORTIN.

***A l'issue de l'approfondissement, les élèves seront capables :***

- de mobiliser les éléments d'analyse climatiques, physiques, énergétiques, économiques et politiques pour définir quelle devrait être la stratégie d'une région du monde en termes de politique climatique ;
- de réaliser une démarche prospective pour analyser la robustesse de stratégies climatiques ;
- définir les articulations entre mitigation et adaptation.

**35h (3 ECTS + 1,5 ECTS pour l'approfondissement)**

## ***EXTERNALITES DES TRANSPORTS : ELEMENTS D'ANALYSE (TRANSPORT EXTERNALITIES ANALYSIS)***

---

**Yelva ROUSTAN**

Ecole des Ponts ParisTech - CERECA

### ***Objectifs :***

Le principal objectif du cours est de fournir aux étudiants non pas une simple culture sur les impacts des transports en termes de pollution atmosphérique, de bruit ou d'insécurité routière mais de transmettre les éléments d'analyse scientifique nécessaire à la compréhension de ces phénomènes en jeu afin de pouvoir développer une approche critique dans leur appréhension. Pour la pollution atmosphérique, il s'agit d'identifier les polluants, de comprendre les phénomènes chimiques en action mais également la mécanique des fluides et les processus dynamiques qui interviennent dans la modélisation de la dispersion des polluants. Il s'agit alors de pouvoir, en tant qu'utilisateur des modèles de simulation de la dispersion, évaluer et anticiper les phénomènes générés par une infrastructure de transport. Il s'agit également de comprendre comment sont construites les études épidémiologiques afin de les utiliser dans la limite des hypothèses nécessaires à leur construction. Concernant le bruit, il s'agit là aussi de comprendre comment il est généré, comment il se diffuse, comment il est ressenti. Enfin, une séance sera consacrée aux méthodologies d'analyse des causes d'un accident routier.

Ce cours permettra bien évidemment l'acquisition des ordres de grandeur relatifs à ces externalités rôle joué par le secteur des transports à travers les émissions de polluants associées et son évolution passée et prévue; les impacts sanitaires et économiques de la pollution de l'air et du bruit, et les stratégies mises en place pour les réduire.

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

- dresser un panorama des problèmes de pollution de l'air, des échelles globales à locales, en identifiant les dynamiques en présence ;
- identifier le rôle du secteur des transports dans les émissions de polluants atmosphériques ;
- présenter les enjeux sociaux et économiques de ces pollutions ;
- comprendre les différences et les synergies entre les problèmes de pollutions locales et les émissions de gaz à effet de serre ;
- restituer les grands principes en jeu dans la dispersion des polluants ;
- mobiliser les outils de modélisation pour ce faire ;
- citer les technologies dont on dispose dans les transports pour réduire ces pollutions, en maîtriser les grands principes techniques, les coûts, les performances ;
- préciser le cadre d'utilisation d'une étude épidémiologique en fonction des hypothèses mobilisées pour sa réalisation ;
- mesurer et mobiliser les outils d'analyse du bruit généré par une infrastructure de transport
- présenter les instruments d'analyse des causes d'un accident routier.

***Travail d'approfondissement (1,5 ECTS)*** : L'approfondissement associé à ce cours consiste à lui substituer le cours du cycle d'ingénieur "Environnement"

***Contrôle des connaissances - Règles de validation*** : Un examen terminal

**22,5h (2 ECTS)**

**ENVIRONNEMENT ATMOSPHERIQUE ET QUALITE DE L'AIR**  
**(approfondissement du cours de pollution atmosphérique)**

---

**Christian SEIGNEUR**

CEREA - Ecole des Ponts ParisTech

**Pré-requis :**

Cet approfondissement est réservé aux élèves ayant une formation en génie chimique, en génie mécanique ou en génie de l'environnement.

**Objectifs :**

L'objectif principal du cours est de donner à des élèves ingénieurs généralistes une formation leur permettant d'avoir une compréhension scientifique fondamentale de la pollution atmosphérique. Après ce cours, les élèves seront donc capables d'aborder différents sujets techniques en pollution atmosphérique. Avec une formation complémentaire (soit dans un Master, soit en formation professionnelle ou en laboratoire), ils pourront devenir des professionnels dans ce domaine, dans l'industrie, l'administration ou la recherche. Par ailleurs, ils seront capables de juger avec un esprit critique des travaux réalisés par d'autres professionnels sur ce sujet.

Les objectifs secondaires de ce cours sont les suivants :

- Comprendre la complexité des politiques publiques environnementales.
- Faire le lien avec d'autres disciplines telles que la santé publique et l'ingénierie de la réduction des émissions de polluants.
- Faire le lien entre les problèmes de pollution atmosphérique et ceux du changement climatique.

**Programme du module :**

- Introduction et généralités sur l'environnement atmosphérique
  - Les émissions de polluants atmosphériques
  - La circulation atmosphérique générale (intervenant de l'ENM)
- Météorologie de la couche limite de l'atmosphère
  - Budget thermique (stabilité atmosphérique, température potentielle, etc.)
  - Mécanique des fluides (force de Coriolis, spirale d'Ekman, longueur de rugosité, etc.)
- Dispersion atmosphérique
  - Dispersion lagrangienne (fermetures du premier ordre et du second ordre, formulations empiriques, etc.)
  - Dispersion eulérienne
- Rayonnement atmosphérique et ozone stratosphérique
  - Budget radiatif de l'atmosphère, dispersion et absorption du rayonnement
  - Formation et destruction de la couche d'ozone stratosphérique
- Photochimie de la pollution atmosphérique
  - Chimie minérale de l'ozone
  - Chimie du monoxyde de carbone et des composés organique volatils
- Nuages, brouillards et chimie de la phase liquide
  - Physique des nuages et des brouillards
  - Chimie de la phase aqueuse
- Dynamique et chimie des particules (C. Seigneur)
  - Dynamique des particules (équation générale : nucléation, coagulation, condensation, évaporation)
  - Thermodynamique et chimie des particules (particules minérales, particules organiques)

- Dépôts atmosphériques et impacts sur les écosystèmes
  - Dépôts secs
  - Dépôts humides
  - Impacts sur le bâti, la végétation, les eaux de surface et la chaîne alimentaire
- Effets sanitaires de la pollution atmosphérique et réglementations
  - Caractérisation des effets sanitaires (toxicologie, épidémiologie)
  - Études de risques sanitaires
  - Mise en place des réglementations
- Inventaires et réduction des émissions
  - Inventaires d'émissions
  - Réduction des émissions des sources fixes
  - Réduction des émissions des sources mobiles
- Modélisation et travaux pratiques
  - Introduction à la modélisation de la pollution atmosphérique
  - Travaux pratiques
- Changement climatique
  - Concept de l'effet de serre
  - Résumé des facteurs contribuant au changement climatique
  - Liens entre pollution atmosphérique et changement climatique

***Contrôle des connaissances - Règles de validation du module :***

L'évaluation comportera deux parties :

- la séance de travaux pratiques (1/3) ;
- un contrôle des connaissances sur table sans notes (2/3)

Le contrôle des connaissances comportera des questions de différentes difficultés sur les connaissances enseignées dans le cours, des petits problèmes similaires aux exercices faits dans le cours et un ou deux problèmes demandant une combinaison de connaissances du cours et de créativité dans la solution.

**32,5h (3,5 ECTS)**

***PROSPECTIVE ENERGETIQUE / BILAN DU PUIITS A LA ROUE DES  
DIFFERENTES FILIERES ENERGETIQUES POUR LES TRANSPORTS  
(ENERGY OUTLOOK AND WELL TO WHELL ANALYSIS)***

---

**Philippe RIVIERE**

CES - Mines ParisTech

**Anthony BENOIST**

CIRAD

***Prérequis :***

Connaissances des grandes filières énergétiques, manipulations de rendements et de données techniques de la chaîne énergétique, notions de calcul économique, connaissance des instruments de politiques publiques (réglementations, taxes, permis).

***Objectifs :***

Ce module présente les caractéristiques techniques et économiques des grandes filières de production d'énergie. Il présente également une prospective de la demande afin de permettre une analyse précise des tensions économiques et environnementales qui se feront jour au XXI siècle dans l'accès à l'énergie.

Il fournit les outils utiles à la réalisation d'un bilan énergétique régional. Enfin il offre un focus particulier sur les énergies renouvelables. Associée à ce cours, l'analyse "Du puit à la roue" propose de comparer différents carburants présents et à venir (essence, diesel, GPL, éthanol, huiles végétales, GNV, électricité, hydrogène) pour les transports routiers individuels sous l'angle d'une réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. L'objectif du projet consiste à mettre en lumière les solutions énergétiques à privilégier par les décideurs publics pour les transports routiers individuels à un horizon 2030.

**Programme :**

- Filières énergétiques et impacts environnementaux (Formes de l'énergie et chaînes de conversion de la source au consommateur, polluants dont effet de serre)
- Indicateurs macro-économiques et comptabilité de l'énergie
- Impact de la consommation d'énergie sur le développement économique
- Politique énergétique
- Situation énergétique mondiale (La place des énergies renouvelables ; Le nucléaire d'aujourd'hui et du futur ; Les mégawattheures ; Les transports : le prochain défi)
- Problèmes énergétiques des pays en développement
- Réserves et ressources énergétiques (Répartition inégale des énergies fossiles sur la planète ; à long terme, raréfaction des ressources bon marché)
- Marchés de l'énergie (Fonctionnement du marché de l'électricité et parc de production idéal, Intégration des externalités, Libéralisation)
- Evaluation du rendement énergétique des filières et des émissions de gaz à effet de serre sur toute la chaîne énergétique du puits à la roue en tenant compte à la fois des émissions *well to tank* et *tank to wheel*
- Calcul de coûts macroéconomiques afin d'en déduire la rentabilité et la compétitivité comparée de chaque filière
- Interventions d'acteurs du secteur des carburants et une visite sur un site de production (de biocarburants généralement).

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

- comprendre et prévoir les déterminants des demandes énergétiques locales et mondiales (paramètres sociaux, économiques, techniques, politiques) ;
- Dresser une prévision de l'offre par type d'énergie et connaître les contraintes physiques qui s'imposent aux flux d'énergie ;
- Mettre en cohérence les différents scénarios pour les différents types d'énergie ;
- Identifier les externalités liées à l'énergie ;
- Expliquer les principes en jeu dans la transformation de l'énergie primaire en énergie finale selon les filières ;
- Réaliser le bilan énergétique d'un pays ;
- Comparer d'un point de vue environnemental, économique et des ressources primaires les différentes filières énergétiques dans le secteur des transports ;
- Régionaliser les réponses aux enjeux énergétiques.

**Contrôle des connaissances - Règles de validation :** Soutenance de l'analyse "Du puits à la roue".

**45h (4 ECTS)**

***TRANSPORTS DURABLES POUR LES PAYS EN DEVELOPPEMENT  
(SUSTAINABLE TRANSPORTS FOR DEVELOPING COUNTRIES)***

---

**Kris DANARADJOU**

Ministère de l'Ecologie, du développement durable et de l'Energie

***Objectifs :***

Ce cours a pour objectif d'interroger les enseignements du Master relatifs à l'analyse des besoins de mobilité et à l'organisation des systèmes de transports à l'aune des enjeux des transports dans les pays en développement. Il s'agit à la fois de présenter la spécificité des enjeux selon les zones géographiques (Afrique du Nord, Afrique Sub-Saharienne, Amérique du Sud, Asie, Pays en Transition, BRIC), de présenter les acteurs en présence, mais surtout d'étudier comment les méthodologies présentées dans le Master pour l'analyse de la durabilité des modes et la définition des besoins de mobilités doivent être questionnées et adaptées pour répondre de manière pertinente à la spécificité des enjeux. Il s'agit en particulier d'étudier les contraintes et les opportunités fournies par le fait que les infrastructures ne sont pas au même niveau de développement que dans les pays du Nord.

Au-delà des approches économiques quantitatives basées sur des indicateurs théoriques, il est nécessaire d'avoir la capacité de développer des jugements qualitatifs. Le cours ne vise pas à donner des convictions mais bien à inculquer des intuitions basées sur une connaissance des expériences passées de projets de transport dans le monde.

***Programme :***

- Les spécificités des transports dans les PED
  - Transport et pauvreté
  - Transport et villes en développement
  - Transport, sécurité et développement durable
  - Rôle et politique des bailleurs de fonds dans le soutien aux projets de transport dans les PED
- Les infrastructures routières et portuaires dans les PED
  - Mode de construction des routes dans les PED
  - L'investissement et l'entretien routier
  - Les corridors de transports internationaux
  - La sécurité routière pour les infrastructures dans les PED
  - La modernisation des ports dans les pays en voie de développement
  - Les nouvelles pratiques portuaires dans les PED
  - Le développement des nouvelles technologies et les mesures de facilitation
  - Des exemples de transport intégré routier et maritime du type " autoroutes de la mer"
- Les fondements du partenariat public privé pour les transports dans les PED
  - Les différents types de contrat (contrat de service, contrat de gestion, affermage, concession, contrat de partenariat de type *Build Operate and Transfer*)
  - Analyses par secteurs

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

- analyser l'état d'un projet de transport en identifiant des indicateurs pertinents pour suivre son évolution et mesurer l'efficacité des améliorations proposées ;
- hiérarchiser les enjeux liés aux transports dans un pays en développement et de définir les termes des arbitrages entre les dimensions de la durabilité dans les pays en développement et analyser dans quelle mesure les modes de

gouvernance en place constituent une éventuelle barrière à l'émergence d'un transport durable ;

- identifier les acteurs nationaux et internationaux en présence pour la construction, l'entretien et la modernisation des infrastructures de transport dans un PED ;
- critiquer, d'adapter et de mobiliser à bon escient les méthodologies d'analyse de la mobilité et de la durabilité des modes développées pour les pays développés aux contextes et aux enjeux locaux ;
- évaluer la qualité des données mobilisables pour la réalisation d'une étude d'un projet de transport dans un PED ;
- développer des approches qualitatives lorsque les approches quantitatives standard ne sont pas applicables ;
- analyser les modalités de transferts technologiques et les possibilités de "Leapfrogging" ;
- récupérer des documents pertinents permettant de compléter et d'actualiser les connaissances dans des domaines marquées par une très forte évolutivité technique ;
- juger de la durabilité des projets de transport dans les PED ;
- mobiliser les ressources nationales pour mener à bien leurs projets. Cette organisation des ressources s'appuie sur la connaissance des systèmes managériaux et des procédures développées à travers le monde avec leurs avantages et leurs inconvénients ;
- s'appuyer sur des acteurs internationaux, en ayant une parfaite connaissance du rôle et l'aide apportée par les principaux bailleurs de fonds.

**Contrôle des connaissances – Règles de validation** : Participation + projet individuel  
**19,5h (1,5 ECTS)**

***LE DEVELOPPEMENT DURABLE : JEU D'ACTEURS ET ENJEU D'ACTION COLLECTIVE (SUSTAINABLE DEVELOPMENT: A MULTI-PLAYER GAME AND A COLLECTIVE ACTION ISSUE)***

---

**Thierry HOMMEL**

***Prérequis :***

Bases de microéconomie

***Objectifs :***

Le développement durable est souvent présenté comme le principe guide de l'action collective. Pour autant, et en dépit d'efforts variés réalisés à cet effet par les institutions internationales, les gouvernements, les organisations gouvernementales (ONG) les citoyens comme les entreprises, les changements convoqués, palpables, peinent néanmoins à se réaliser.

A partir d'une confrontation entre la problématique économique et d'autres mises en forme - socioéconomie, sociologie de l'action publique - du problème de l'action collective, le cours s'attache à saisir les traits principaux des enjeux du développement durable du point de vue de l'action collective : dimension de bien collectif, place de l'incertitude et des controverses scientifiques et sociales, repères conventionnels et instruments des politiques de développement durable. La démarche économique est complétée par des éclairages venant de la théorie des systèmes, de la philosophie politique et de la sociologie de l'action publique. Les thèmes traités portent sur l'origine des problèmes d'environnement, la structure conceptuelle de l'environnement, les processus collectifs de décision en univers controversé, le crible de la théorie de la

justification dans la résolution de conflits, les enjeux d'équité dans la coordination internationale, le principe pollueur-payeur et le principe de précaution, la gestion stratégique de la contestabilité environnementale. Ces lectures permettent une appréhension critique des démarches intentées au non de l'action collective par les acteurs du développement durable : RSE pour les entreprises, alerte et veille pour les ONG, élaboration d'une gouvernance mondiale pour les institutions internationales, régulation et incitations pour les pouvoirs publics nationaux et territoriaux. L'ensemble permet alors possible de comprendre les difficultés de mise en œuvre d'une action collective efficace.

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

- présenter brièvement l'histoire de la notion de développement durable, les principales définitions qui en sont données ;
- analyser le caractère collectif des enjeux du développement durable ;
- décrire la transformation des rôles sociaux de chacun d'eux (ONG, institutions publiques et entreprises) ;
- resituer l'émergence de la RSE dans une perspective historique ;
- analyser les éléments internes et externes qui incitent une entreprise à engager une démarche RSE ;
- définir et calculer les valeurs prises par les indicateurs effectifs et potentiels pour juger des performances d'une entreprise en termes de développement durable ;
- analyser les retombées en termes d'image d'une action précise, d'une politique globale ;
- développer une distance critique par rapport aux discours formels des divers acteurs (acteurs économiques, groupes de pression, ...) qui s'expriment sur le développement durable.

*Contrôle des connaissances - Règles de validation :*

Un examen terminal

*Travail d'approfondissement (1 ECTS) :*

Réalisation d'un mini-mémoire

**21h (2 ECTS + 1 ECTS pour l'approfondissement)**

## ***GOVERNANCE D'ENTREPRISE ET DEVELOPPEMENT DURABLE (CORPORATE GOVERNANCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT)***

---

**Hélène TEULON**  
Ecole Polytechnique

*Objectifs :*

Ce module vise à appréhender l'évolution des modes de gouvernance de l'entreprise, en relation avec l'émergence du développement durable.

*Programme :*

- Les modèles traditionnels de gouvernement d'entreprise, le pouvoir discrétionnaire du dirigeant : stockholder versus stakeholder
- Le retour des actionnaires : la création de valeur (mesures de la création de valeur, impacts sur les systèmes de pilotage et de rémunération, changements dans la communication financière des entreprises)

- Analyse critique de la création de valeur : rôle des analystes, effets pervers des systèmes de rémunération, arbitrage court terme - long terme
- Le retour des autres parties prenantes et le thème du développement durable : environnement, social, création de valeur pour l'ensemble de la société, les groupes de pression et le rôle de l'Etat
- L'investissement socialement responsable
- L'entreprise comme acteur du développement durable : la communication sur le développement durable, les indicateurs, les impacts sur les outils et procédures de gestion, le rapport développement durable, les coopérations avec les ONG

Ce cours s'appuie sur quelques enseignements magistraux et sur des études de cas ou des lectures d'articles préparées par petits groupes.

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

- concevoir et analyser de manière critique les indicateurs effectifs et potentiels pour juger des performances d'une entreprise en termes de développement durable ;
- comprendre les éléments internes et externes qui incitent une entreprise à agir ;
- analyser les retombées en termes d'image mais également économiques et organisationnels d'une action précise, d'une politique globale ;
- rechercher les informations pertinentes, les croiser et les mettre en perspective pour établir un diagnostic plus global et cohérent sur un projet, une action, une activité, sous l'angle du développement durable ;
- argumenter sur la pertinence d'une entreprise ou d'un organisme à labelliser "développement durable" une action ou politique ;
- prendre en compte les enjeux, stratégies et intérêts des parties prenantes dans la conduite du changement ;
- mener une réflexion critique et constructive sur les outils d'analyse et de décision, leurs limites et leurs conditions d'emploi ;
- analyser les liens entre organisation et objectifs d'une entreprise ;
- identifier les points de blocage organisationnels lors de la mise en œuvre d'une politique de RSE ;
- analyser les conditions en termes de gouvernance d'une éco-conception des produits.

*Contrôle des connaissances - Règles de validation :*

Examen terminal en dernière séance.

*Travail d'approfondissement (1 ECTS) :*

Réalisation d'une étude de cas.

**18h (1,5 ECTS + 1 ECTS pour l'approfondissement)**

# **Analyse de la demande de transport et de la durabilité des modes**

## ***DEFIS ET DEFINITIONS DES MOBILITES DURABLES (SUSTAINABLE MOBILITIES: STAKES AND ANALYSES)***

---

**Marie-Hélène MASSOT**

Lab'Urba - Ecole des Ponts ParisTech

### ***Objectifs :***

Il s'agit d'un cours sur les mobilités qui s'adresse prioritairement aux acteurs privés des mobilités plutôt qu'aux décideurs publics. Il s'agit de fournir aux étudiants une compréhension suffisante :

- des enjeux des transports durables ;
- des espaces urbains et régionaux ;
- des systèmes de transport tant dans leur dimension technique que managériale ;
- des déterminants de la mobilité ;

pour pouvoir analyser de manière complète et intelligente les problématiques de mobilités auxquelles ils devront apporter une réponse durable.

### ***Programme :***

#### **1. Introduction :**

Étudier et qualifier les mobilités et les espaces urbains

#### **2. Transport et aménagement :**

- 2.1 Le processus d'urbanisation à l'échelle mondiale
- 2.2 Les relations entre systèmes de transport et aménagement de l'espace
- 2.3 Visite de la métropole francilienne

#### **3. Transport et Développement durable de la ville**

- 3.1 Les enjeux techniques (effet, pollution locale dont le bruit, particules)
- 3.2 Les enjeux sociaux et économiques (sécurité des mobiles, sécurité énergétique, coûts des réseaux, et ségrégations sociales)

#### **4. Mobilités locales d'aujourd'hui et de demain : déterminants et les potentiels de régulation**

L'évolution de la mobilité locale et ses principaux déterminants

Formes urbaines et mobilités

Les transports du futur

Les mobilités urbaines de demain : analyses des rationalités en cours

Les mobilités urbaines de demain : les tensions sociétales et potentiels de régulation

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

- maîtriser le vocabulaire technique spécifique au domaine des transports et de l'aménagement ;
- analyser le rôle de la dimension spatiale dans l'analyse des problèmes de transports ;
- analyser les relations entre aménagement, infrastructures et demande de mobilités à l'échelle urbaine comme à l'échelle régionale ;

- identifier les acteurs centraux dans les définitions des mobilités et des systèmes de transport ;
- réaliser un état des lieux en termes d'enjeux pour l'environnement des transports terrestres : bruit, pollution atmosphérique, effet de serre, santé publique, accidentologie...
- réaliser un état des lieux en termes d'enjeux pour la société des transports terrestres : marché du travail, accessibilité, coût...
- identifier les déterminants fondamentaux des besoins de mobilités urbaines et régionales ;
- décrire dans leurs grandes lignes le modes d'exploitation des différents modes de transports (tant sur un plan technique qu'organisationnel) ;
- définir les critères pour juger de l'optimalité (durabilité) d'un mode à répondre à une demande de mobilité donnée.

***Contrôle des connaissances – Règles de validation :***

Projet par petits groupes (4) sur l'analyse de la durabilité d'un système de transport urbain qui passerait entres autres sur une analyse des déterminants des mobilités, de durabilité des modes en oeuvre (analyse dans les dimensions techniques, organisationnelles et économiques).

**36,5h (4 ECTS)**

***SYSTEME DE TRANSPORT DE MARCHANDISES (GOODS TRANSPORT SYSTEMS)***

---

**Corinne BLANQUART**  
**Patrick NIERAT**  
 IFSTTAR - SPLOTT

***Objectifs :***

Ce module présente le système de transport de marchandises. Il a pour ambition d'éclairer les relations de ce dernier avec les systèmes productifs des chargeurs et des prestataires, comme avec les politiques publiques.

Il interroge à la fois les conditions de production du transport du côté des chargeurs pour identifier les déterminants de la demande, mais aussi du côté des prestataires et intermédiaires de transport, pour préciser les déterminants de l'offre. Par ailleurs, pour mettre en oeuvre le transport et la logistique, des professionnels vont être mobilisés et ce sont ces professionnels qui vont assurer la performance de la chaîne. Il s'agit donc de comprendre l'ensemble des éléments qui participe de la qualité de service.

La domination du mode routier et les externalités environnementales qui lui sont associées font du transport de marchandises un objet majeur de l'action publique dans un contexte de développement durable. Dans une approche top down, l'objectif est alors de considérer comment les politiques publiques façonnent les caractéristiques et l'organisation du transport de marchandises.

***Programme :***

Cinq thèmes structurent le cours.

- 1 : le système de transport de marchandises : introduction, présentation des acteurs ; les bases de données disponibles (6h)
- 2 : la demande de transport: organisation de la production et besoins de transport des chargeurs (6h)
- 3 : L'offre et la production de l'offre de transport : approches modale et intermodale (12h)
- 4 : la performance des chaînes de transport (9h)
- 5 : la régulation du système et les interventions de la puissance publique (6h)

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

- analyser les déterminants de la demande de transport de marchandises ;
- caractériser les conditions de production de l'offre de services ;
- identifier les leviers pertinents d'action publique au regard des déterminants du transport de marchandises;
- analyser les déterminants de la performance du transport de marchandises au regard du développement durable

***Contrôle des connaissances - Règles de validation :***

Examen terminal.

**39h (3 ECTS)**

***HISTOIRE DES TRANSPORTS ET DES MOBILITES (TRANSPORT AND MOBILITIES HISTORY)***

---

**Vincent GUIGUENO**

***Objectifs :***

L'objectif du cours est de familiariser les étudiants avec les problématiques historiennes de l'histoire des transports et de la mobilité : relation entre systèmes techniques et organisation sociale, gouvernance des réseaux de transport, histoire de l'innovation, histoire des infrastructures et des territoires, histoire culturelle de la mobilité, histoire et environnement. Ce cours traitera des transports terrestres, tout en montrant les liens entre les différents modes (par exemple les transferts technologiques entre les « mondes » aériens et terrestres dans les années 1900) et s'inscrira dans une approche mondiale afin de sensibiliser tous les publics du master.

***Programme :***

- Histoire, transport et mobilité : concepts et méthodes.
- Les transports à l'époque moderne
- Révolutions ferroviaires au XIXe siècle
- Chemins de fer et histoire coloniale
- L'auto-mobilisation du monde au XXe siècle
- Le cinéma, allié du « lobby automobile » ?
- Histoire de la mobilité aérienne, XIXe-XXe siècle
- Histoire de la conteneurisation du transport
- Des sociétés à grande vitesse

- Genèse des politiques de sécurité routière
- Transport et urbanisme au XXe siècle
- Le « retour » des tramways
- Histoire de la voiture électrique
- Le futur du passé des transports ? (bilan du cours)

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

- comprendre les concepts de base de l'histoire (périodisation, événement, chronologie) ;
- connaître les conditions historiques de ruptures majeures dans l'histoire des mobilités ;
- apprécier à la lumière des ruptures passées les problématiques d'actualité sur les changements techniques et institutionnelles des mobilités contemporaines ;
- mobiliser les politiques passées dans le domaine des transports pour analyser les performances des différents modes ou combinaisons de modes de transport en fonction de critères techniques, sociaux, économiques et organisationnels.

*Contrôle des connaissances - Règles de validation :*

Assiduité, notes de lecture

*Travail d'approfondissement (1 ECTS) :*

Ecriture d'un article aux normes scientifiques

**21 heures (1,5 ECTS + 1 ECTS pour l'approfondissement)**

---

***MODELISATION DE LA DEMANDE DE TRANSPORT : PRINCIPES ET APPLICATION INFORMATIQUE (TRANSPORT DEMAND MODELLING WITH COMPUTER APPLICATION)***

---

**Fabien LEURENT**

LVMT - Ecole des Ponts ParisTech

*Prérequis :*

Bases de statistiques et Probabilités ; microéconomie ; éléments de modélisation physique

*Objectifs :*

Les exploitants de transports offrent des services d'acheminement aux usagers, voyageurs ou chargeurs de marchandises, qui constituent la demande. L'objectif du cours est l'analyse et la simulation de l'usage d'une certaine offre par la demande. L'enjeu applicatif est d'étudier des clientèles et des recettes pour des services existants ou en conception.

La modélisation de l'offre et de la demande de transport procède par composition de modèles élémentaires : génération du trafic à partir de l'occupation du sol par des activités socio-économiques (domiciles, emplois) ; distribution spatiale des déplacements – formation des flux origine-destination ; choix du mode de déplacement ; choix d'itinéraire sur un réseau ; localisation résidentielle. Le cours propose un modèle significatif pour chaque problème, en insistant sur les grandeurs quantitatives d'intérêt, sur les « lois physiques » qui déterminent le fonctionnement des systèmes de transport, sur les « comportements économiques » des demandeurs. Des travaux dirigés permettent

les uns de traiter des applications typiques sous une forme simplifiée (exercices), les autres de traiter une application « opérationnelle » en utilisant un logiciel de simulation.

**Programme :**

- Introduction : principes et familles de modèles ; un cas d'étude ; secteurs d'application.
- TD 1 : représentation de l'offre et de la demande de transport avec le logiciel TransCad.
- Choix d'itinéraire sur un réseau.
- TD 2 : le choix d'itinéraire sur un réseau routier.
- Les modèles de choix : position, interprétation, estimation. Application au choix du mode de transport.
- Modélisation des transports collectifs et plurimodaux.
- La distribution spatiale des déplacements : modèles statistiques, modèles économiques.
- La formation des flux de déplacement. Modèles de génération. Planification et prospective.
- Modèles de localisation résidentielle.
- Compléments : logiciels d'application ; composition des modèles ; exemples d'études.

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

- comprendre et modéliser les déplacements de loisir, domicile-travail ;
- analyser les aspects d'un mode de transport qui sont significatifs pour ses clients ;
- analyser un système multimodal de transport sur un territoire ;
- appliquer un logiciel de modélisation de la demande de transport.

**Contrôle des connaissances - Règles de validation :**

Examen terminal en dernière séance.

**Travail d'approfondissement (1,5 ECTS) :**

Analyser l'offre et la demande de transport dans une agglomération et discuter le potentiel de développement d'un mode innovant. Il s'agit de réaliser un dossier, en binôme, concernant un système de transport urbain et la place que pourrait y prendre un mode innovant. Le dossier comprendra deux parties :

- une description du système, en termes :
  - d'offre : quels modes présents, avec quel niveau de service
  - de demande : quels besoins locaux d'après l'usage du sol et la socio-économie
  - d'usage : parts modales des modes dans les déplacements, dans les trafics. Discussion critique, relativisation
- une réflexion prospective pour les possibilités de développer un mode innovant
  - décrire selon les termes du cours, le mode en question
  - indiquer un scénario d'offre
  - décrire quels besoins de déplacement pourraient être concernés, en remplacement de quel mode existant
  - Situer le mode innovant par rapport aux modes existants

**27,5 h (3 ECTS + 1,5 ECTS pour l'approfondissement)**

# **Ingénierie des transports durables**

## ***ANALYSE DE CYCLE DE VIE (LIFE CYCLE ANALYSIS)***

---

**Hélène TEULON**

Ecole polytechnique

### ***Objectifs :***

1. Connaître les principes, la méthodologie et les applications des analyses de cycle de vie (ACV)
2. Connaître les profils ACV des principaux moyens de transport
3. Identifier les problèmes méthodologiques spécifiques à l'application de l'ACV aux transports, savoir porter un regard critique sur une étude ACV dans le domaine des transports

### ***Programme :***

1. Enjeux de l'évaluation environnementale, principes et méthodologie de l'ACV
2. TD en binômes : étude de cas d'ACV dans les transports, calcul simplifié
3. ACV et transports de marchandises : ordres de grandeur des impacts des différents modes, transports combinés, points critiques (retour à vide...)
4. ACV et transports de passagers, carburants verts, motorisations alternatives, compensation CO<sub>2</sub>
5. L'ACV comme ouverture sur l'éco-conception : animation d'un jeu en entreprise.

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

- mener une analyse de cycle de vie d'un produit ;
- Analyser les hypothèses normatives associées au choix des indicateurs d'une analyse ACV.

***Contrôle des connaissances – Règles de validation*** : évaluation en classe pendant le TD, et remise d'une note d'analyse d'article scientifique

**18 h (1,5 ECTS)**

## ***TIC ET TRANSPORTS DURABLES (ITC FOR SUSTAINABLE TRANSPORT)***

---

**Vincent AGUILERA**

LVMT (Ecole des Ponts ParisTech)

15 h (1,5 ECTS)

### ***Objectifs :***

Ce cours présente un aperçu des interactions entre transports, technologies de l'information, et enjeux du développement durable. Au premier regard, ces interactions ont un caractère technologique très marqué. Cependant, à côté de systèmes embarqués, plus ou moins intelligents, se développent aussi des usages combinés des TIC et des systèmes de transport. Ces usages influencent fortement les modalités de production et de consommation des activités et services (ex : commerce électronique, logistique temps réel, télétravail). Ils invitent par conséquent à une réflexion sociétale sur leur caractère durable. A travers des exemples qui concernent une grande variété de modes de transport, le cours vise trois objectifs :

1. Identifier les enjeux des transports, des transports durables :
  - Rappel du rôle des transports dans l'économie
  - Principales externalités
  - Chiffres clés (coûts de production, émissions, ...)
2. Présenter un état de l'art de l'usage des TIC en transport :
  - Par fonction (guidage, évitement de collision, localisation,...)
  - Par système (véhicule, flotte, réseau)
  - Par besoin (mobilité des marchandises, des personnes)
3. Identifier des tendances
  - Technologiques
  - Sociétales

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

- analyser l'usage des TIC dans l'exploitation des systèmes de transports ;
- fournir un panorama technique et économique des TIC mobilisables dans les transports.

Les connaissances et compétences acquises sont évaluées par la rédaction d'un mini-rapport, suivi d'une soutenance orale.

**15 h (1,5 ECTS)**

## ***INGENIERIE DES VEHICULES RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT - 1 (ENVIRONMENT FRIENDLY VEHICLE ENGINEERING - 1)***

---

**Philippe RIVIERE**

CEP - Mines ParisTech

### ***Objectifs :***

Il s'agit de donner la compréhension des techniques en jeu dans :

- l'amélioration des performances du moteur thermique
- L'hybridation
- Le stockage d'énergie
- Le véhicule électrique

**Programme :**

1. Démontage d'un moteur pour en connaître le fonctionnement
2. Le GMP
  - a. Introduction à l'étude des moteurs à combustion interne (grandeurs, notions de base...)
  - b. Fonctionnement et évolutions moteur à Allumage Commandé
  - c. Fonctionnement et évolutions moteur Diesel
  - d. Propriétés des carburants
  - e. Les organes de post-traitement
  - f. La simulation système
3. Dynamique véhicule, hybridation
  - a. Notions de dynamique véhicule
  - b. La transmission
  - c. Présentation et qualification des batteries, systèmes de charge, sécurité
  - d. Architecture hybride, réalisations et performances
  - e. Autres technologies de stockage d'énergie : volants d'inertie, super condensateurs & Batteries
  - f. Intégration dans les réseaux électriques et systèmes de transport

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

- expliquer les principaux éléments constituant la chaîne propulsion - transmission ;
- décrire les différents composants d'un moteur à explosion ;
- améliorer le rendement des moteurs thermiques en jouant sur la température, les matériaux, la qualité des carburants ;
- développer le recours à l'électricité dans la propulsion des véhicules (nouvelles batteries, alerno-démarrreur, freinage récupératif, architecture d'hybridation, pile à combustible...).

**Contrôle des connaissances – Règles de validation :**

Un examen terminal.

**30 h (2,5 ECTS)**

***CHOIX DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET DURABILITE  
(TRANSPORT INFRASTRUCTURE CHOICE FOR SUSTAINABILITY)***

---

**David MEUNIER**

MEDDE / LVMT - Ecole des Ponts ParisTech

**Prérequis :**

Ce module est conclusif du Master. Il s'appuie donc sur les notions et les outils techniques acquis par les élèves du Master tout au long de l'année.

**Objectifs :**

Il s'agit de transmettre les outils d'analyse et les connaissances nécessaires au choix des infrastructures de transport répondant à une exigence de durabilité. Ce module a pour but de permettre aux étudiants :

- d'approfondir leur connaissance des multiples facettes de la "durabilité" ;

- d'évaluer les facteurs techniques, économiques, environnementaux, politiques et sociaux qui vont peser sur l'élaboration d'une infrastructure et de savoir dégager les éléments importants pour en améliorer la durabilité ;
- de savoir analyser une situation de choix et en poser un diagnostic du point de vue de la durabilité, en tenant compte de l'articulation entre les dimensions économiques, sociales, sociétales et environnementales de ce choix ainsi que des jeux d'acteurs, dans une approche à la fois ouverte et critique ;
- de mobiliser des outils vus dans les autres modules du Master ou d'en trouver d'autres, en sachant développer une réflexion critique et constructive par rapport à ces outils et à leurs conditions d'emploi.

***Programme :***

1. Introduction du cours
2. Démarche générale
  - a. Mesurer la durabilité
  - b. Durabilité en statique puis en dynamique
  - c. Risque, temps
  - d. Durabilité au-delà de l'infrastructure
  - e. Méthodologies de choix, processus et gouvernance.
3. Expériences professionnelles, méthodologies appliquées
  - a. Choix et gestion durable des espaces portuaires maritimes : le cas du port du Havre
  - b. Gestion et gouvernance des réseaux routiers : l'outil HDM
  - c. Un gestionnaire d'infrastructures de transport et la dimension "développement durable" de sa stratégie et de son action : choix entre "une société d'autoroutes" et "un port fluvial"
4. Etudes de cas

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

- évaluer les impacts environnementaux, sociaux et économiques d'une infrastructure de transport ;
- définir les modalités d'une optimisation de ces impacts ;
- analyser les jeux d'acteurs autour d'un projet d'infrastructure.

***Contrôle des connaissances - Règles de validation :*** Etude de cas par petit groupe ; participation en cours.

**27 h (3 ECTS)**

# **Economie des transports durables**

## **ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT (ENVIRONMENTAL ECONOMICS)**

---

**Emeric FORTIN**

Ecole des Ponts ParisTech - CIRED

### ***Objectifs :***

Ce cours remplit deux objectifs distincts. Il vise tout d'abord à donner aux étudiants la maîtrise des notions fondamentales en économie (utilité, élasticité, surplus, productivité marginale, équilibres partiel et général, multiplicateur keynesien...) et une compréhension des logiques de modélisation mobilisées par la discipline. Puis une seconde partie du cours vise à étudier à quoi l'économie offre un cadre formel pour analyser les articulations entre efficacité, équité et respect de l'environnement et donc poser les bases d'une analyse du développement durable. L'analyse économique est ensuite mobilisée pour analyser les propriétés des instruments de régulation des externalités environnementales. L'efficacité, l'acceptabilité, la robustesse face aux incertitudes et aux erreurs, la caractère équitable sont autant de critères qui seront mobilisés pour analyser comment les externalités environnementales des transports doivent être gérées. Ce cours étudie donc précisément quels sont les impacts distributifs des différentes mesures fiscales, quels sont les obstacles freinant leur adoption dans les processus politiques. Puis il montrera si les nouveaux instruments économiques non fiscaux, du type droit à circuler ou droit à polluer négociables sont plus pertinents.

### ***Programme :***

1. Eléments de microéconomie :
  - a. Le producteur : la fonction de production, la demande marshallienne, taux marginal de substitution technique et économique, la maximisation du profit
  - b. Le consommateur : la notion d'utilité, l'offre de travail, élasticités de la demande
  - c. L'équilibre partiel : la notion de surplus
  - d. La concurrence imparfaite
2. Eléments de macroéconomie :
  - a. L'approche keynésienne : équilibre de sous-emploi, multiplicateur keynésien
  - b. La monnaie : opposition entre théorie quantitative et approche IS-LM
3. Eléments d'économie internationale : l'avantage absolu, l'avantage comparatif, le modèle Heckscher-Ohlin
4. Economie de l'environnement :
  - a. L'économie comme cadre analytique du développement durable
  - b. La valorisation économique des externalités : méthodes et application aux études coûts/bénéfices, les rapports Boiteux et Quinet
  - c. Les instruments d'internalisation : présentation et comparaison

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

- mobiliser la notion de surplus pour analyser une situation économique sur un marché donné ;
- mobiliser l'économie comme cadre analytique pour analyser les interfaces entre efficacité, équité et respect de l'environnement ;
- évaluer les avantages et inconvénients des différents instruments de régulation des pollution ;
- mobiliser les instruments d'évaluation économiques des externalités dans le cadre d'une étude coûts/avantages ;
- porter un regard critique sur le recours à l'économie pour rationaliser les choix.

**Contrôle des connaissances – Règles de validation :** Trois examens type QCM ou QRC tout au long du module

**20 h (2 ECTS)**

### **ECONOMIE DES TRANSPORTS (TRANSPORT ECONOMICS)**

---

**Philippe AYOUN**

Direction Générale de l'Aviation Civile - Ecole des Ponts ParisTech

**Objectifs :**

L'économie des transports fait le lien entre l'ensemble des sujets du Master. Les étudiants apprendront à évaluer les coûts de projets ou politiques de transport, à évaluer la demande, à étudier les mécanismes de fixation des prix dans des contextes concurrentiels ou non, à examiner les conséquences et les fondements de la régulation, à évaluer la rentabilité et la pertinence économique et sociale des investissements. Ce cours s'appuie sur des fondements théoriques solides et sur les développements les plus récents.

Il fournit aux étudiants des connaissances et des outils applicables pour la conduite de projets de transports dans des entreprises, des administrations ou des institutions internationales..

**Programme :**

- La première séance présente les univers de mobilité, voyageurs et fret, avec les données chiffrées et les évolutions historiques et leurs cycles. Elle situe les enjeux économiques et financiers des transports. Elle comporte la présentation des objectifs du cours. Les relations (dans les deux sens) entre transport et développement économique seront précisées;
- La deuxième séance porte sur la mesure et la prévision de la demande de transport. Les thèmes traités seront : comprendre et prévoir la demande de transport, les déterminants de la demande, sa mesure (enquêtes, comptages, nouvelles approches « big data »), les utilisations et les méthodes de prévisions de trafic à court et long terme dans le contexte du transport à grande distance (fer et air) et dans le contexte urbain (préciser la notion de valeur du temps); Les outils de base de vérification de la cohérence économique des modèles de demande seront expliqués. Présentation du lien entre transport et localisation des activités seront expliquées.
- La troisième séance décrit le modèle économique des opérateurs de transport, des coûts aux prix en passant par les stratégies d'investissements. Seront présentées : la formation des coûts et leur optimisation, avec des angles plus détaillés sur la route/fer/air; coûts fixes, coûts variables, analyse en cycles de vie et stratégie de renouvellement. Cette séance portera également sur la

formation des prix et tarification : dans un cadre concurrentiel (ou non), *yield management*, rôle des intermédiaires.

- La quatrième séance aborde la régulation: pourquoi, comment ? Régulation de la concurrence: objectifs poursuivis (surplus du consommateur, pérennité de l'industrie...) et réponses apportées selon les cas: monopoles naturels, ouverture à la concurrence (fer...) et son contrôle (autorités indépendantes...). La régulation de l'organisation industrielle et des incitations à l'efficacité (organisations intégrées ou séparées verticalement) sera également traitée.
- La cinquième séance poursuivra l'analyse des enjeux de régulation dans l'optique de réduction des externalités (environnement, congestion) en comparant les trois principales voies d'action (normes, taxes, marché), avec de nombreux exemples tels que le péage urbain. La deuxième partie de la séance sera consacrée à l'économie des nouveaux services de transport, notamment en milieu urbain, fondés sur la collaboration entre acteurs
- La sixième séance portera sur l'évaluation économique sociale et environnementale des projets et politiques publiques. Evaluation économique, socio-économique, multi-critère, environnementale. Outils , résultats et critiques de l'analyse coûts-bénéfices.
- La dernière séance complètera la précédente sur la question du financement des transports, notamment dans le cadre du financement de projets. On montrera notamment comment la complémentarité des financements permet de concilier optimums privés et collectifs (concessions autoroutières ou ferroviaires) et on abordera la problématique (et les difficultés) du partage du risque. Elle traitera de la tarification des infrastructures et de l'analyse économique des objectifs (parfois contradictoires - incitation ou financement) qu'on lui assigne. Un temps sera consacré au contrôle des connaissances.

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

- mobiliser l'analyse économique pour comprendre le fonctionnement du secteur des transports ;
- analyser la pertinence économique des politiques de transports et d'aménagement ;
- contribuer au choix du développement des infrastructures durables et à leur financement ;
- analyser les coûts financiers et socio-économiques des services et infrastructures de transport ;
- concevoir une tarification économiquement efficace ;
- comprendre les enjeux de la régulation et de l'ouverture à la concurrence dans le secteur des transports ;
- analyser la viabilité d'une offre de service de mobilité.

***Contrôle des connaissances - Règles de validation :*** Il comporte un contrôle des connaissances d'une heure au cours de la dernière séance (réponse à des questions) et un travail personnel à réaliser sur un sujet de politique de transport sur un sujet défini en liaison avec le responsable du module.

***Travail d'approfondissement (1 ECTS) :*** Réalisation d'un mini-mémoire.

Le « mini mémoire » est rédigé par un groupe de 2 à 3 étudiants. Il consiste en un travail de synthèse théorique ou monographique, ou dans une étude originale sur la base d'un modèle simplifié, mobilisant les enseignements du cours pour :

- approfondir une problématique théorique d'économie des transports (la tarification optimale de la route, la valorisation d'un effet externe donné - par exemple le carbone, ou l'insécurité routière - les différents mécanismes d'internalisation d'un effet externe donné) ;

- analyser une politique de transport (les péages urbains, le péage kilométrique pour les poids lourds, la taxation des carburants, l'ouverture à la concurrence) ;
- évaluer un investissement ou un programme d'investissement en infrastructure (projets de lignes à grande vitesse comme Séoul Daegu en Corée, Wuhan Ghanzhou en Chine, bus à haut niveau de services, le renouveau des tramways en France, offre de véhicules en libre service, etc.);
- éclairer les enjeux d'une situation spécifique (les transports urbains dans les grandes villes de Chine, la sécurité routière en Russie, les biocarburants au Brésil, etc.)

La soutenance sera collective et publique, afin de permettre aux autres étudiants de tirer parti du travail de chacun

**20 h (2 ECTS+ 1 ECTS pour l'approfondissement)**

### ***CALCUL DES EXTERNALITES DES POLLUTIONS (EXTERNALITIES CALCULATIONS)***

---

**Ari RABL**

CES - MINES ParisTech

***Programme :***

1. Définitions des externalités - trois approches ;
2. Décomposition (polluants, impacts) ;
3. Cheminement des impacts ;
4. Fonctions Doses - Réponse ;
5. Valorisation économique ;
6. Application aux études de transports.

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

- réaliser leurs propres estimations des impacts et coûts externes de la pollution des voitures et d'autres moyens de transport.

***Contrôle des connaissances – Règles de validation :*** Exercices écrits

**8,5 h (1 ECTS)**

# **Management des transports durables**

## **MANAGEMENT DES INNOVATIONS EN TRANSPORT (TRANSPORT INNOVATIONS MANAGEMENT)**

---

### ***Objectifs :***

Les transports sont un terrain très fertile en innovations : location de véhicules, véhicules partagés, co-voiturage, information de trafic et d'itinéraire, gestion du stationnement, guidage dynamique, livraisons... avec en plus une diversification des véhicules : quatre roues mais aussi deux roues, trois roues orienté voyageur ou petit fret, et des modes de propulsion, car le moteur thermique est de plus en plus concurrencé par le moteur électrique ou par un retour aux « modes actifs » (vélo). Le cours a pour objectif de fournir les outils de management nécessaire à la définition, l'élaboration et la mise en œuvre de projets innovants, pertinents et durables. Au cœur du cours, se trouvent les notions de modèle d'affaire et le modèle de clientèle et trafic : un service ne se maintient que s'il sert des besoins en nombre suffisant. Enfin le cours comporte un projet d'analyse du fondement et de la rentabilité d'un service.

### ***Programme :***

- 1 Marketing des services de mobilités
  - 1.1 La notion de marché
    - 1.1.1 Le marché et sa segmentation
    - 1.1.2 Etudier un marché, pour quoi faire ? L'étude de marché
    - 1.1.3 Discussion autour d'exemples
  - 1.2 Les fondements de la stratégie
    - 1.2.1 Stratégie Corporate et stratégie Business
    - 1.2.2 La notion de facteur clé de succès
    - 1.2.3 La concurrence élargie
    - 1.2.4 L'analyse sectorielle
    - 1.2.5 La notion de Business Model
  - 1.3 Le Marketing Mix
    - 1.3.1 Stratégie et positionnement Marketing
    - 1.3.2 Le marketing mix
    - 1.3.3 La proposition de valeur
  - 1.4 Les obstacles à la diffusion d'une idée nouvelle
    - 1.4.1 La diffusion d'une offre innovante
    - 1.4.2 Adapter le Marketing au cycle de diffusion
- 2 Recherche opérationnelle appliquée aux transports
- 3 Management de l'innovation

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

- mobiliser les outils de la recherche opérationnelle pour optimiser l'organisation d'un service de mobilité ;
- mobiliser à bon escient les études de marché, en en définissant la portée et les limites ;
- mobiliser les outils de conception innovante de type CK.

***Contrôle des connaissances - Règles de validation :*** Exercices à rendre tout au long du module

**27,5 h (2 ECTS)**

## ***DU BUSINESS PLAN AU BUSINESS MODEL (FROM BUSINESS PLANS TO BUSINESS MODELS)***

---

**Mathias GUERINEAU**  
CRG - École polytechnique

### ***Objectifs :***

Ce cours a trois objectifs pédagogiques principaux :

- 1) Que les étudiants soient en mesure d'analyser le business model d'une entreprise ou d'un projet, et qu'ils aient quelques réflexes lorsqu'ils seront amenés à développer par eux-mêmes un modèle d'entreprise.
- 2) Que les étudiants aient quelques notions des enjeux financiers principaux et qu'ils aient vu le vocabulaire de base utile en entreprise.
- 3) Que les étudiants soient en mesure de comprendre un business plan dans ses grandes lignes et de voir ses limites, et qu'ils sachent se documenter utilement le jour où ils seront amenés à en créer un par eux-mêmes.

Pour cela, le cours s'appuie sur quelques notions théoriques et donne quelques pistes pratiques, mais ne s'apparente pas à un livre de recette. Il vise plutôt à sensibiliser les élèves à l'importance d'une réflexion a priori sur leurs projets et à la façon dont ils les présenteront. Pour amener les étudiants à développer leur esprit critique par rapport aux outils présentés et pour leur permettre d'appréhender par l'expérience les concepts vus en cours, il leur est demandé de développer un projet, de le présenter à un jury et d'en rédiger le business plan.

### ***Programme :***

1. Introduction aux modèles d'affaires
2. Préparation d'un projet et d'un business model (travail personnel)
3. Enjeux financiers et vocabulaire de base
4. Analyse d'un planning financier
5. Préparation d'un business plan (travail personnel)
6. Évaluation d'un projet par comparaison de scénarios
7. Préparation d'une présentation (travail personnel)

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

- analyser le business model d'une entreprise ou d'un projet ;
- se poser quelques questions fondamentales au démarrage d'une entreprise ou d'un projet ;
- analyser les principaux enjeux financiers ;
- mobiliser le vocabulaire spécifique ;
- comprendre un business plan et voir ses limites ;
- élaborer un planning financier basique ;
- créer une ébauche de business plan pour une nouvelle entreprise ou un projet.

### ***Contrôle des connaissances - Règles de validation :***

30 % participation en cours ; 70 % projet (50 % écrit, 50 % oral).

**21 h (2 ECTS)**

**Objectifs :**

Les approches standard de pensée et de politique économiques semblent buter en Europe sur le caractère définitivement "mou" de la croissance depuis les années 80. Par ailleurs, les enjeux du développement durable (raréfaction des ressources, inégalités de la répartition des richesses, pollutions diverses...) interrogent le modèle dominant et ses indicateurs de performance. Les technologies numériques ont permis l'émergence (économie collaborative) ou le retour (économie de la fonctionnalité) d'approches économiques alternatives basée sur la frugalité (fonctionnalité, circularité), une autre vision du lien producteur-consommateur (économie collaborative, fonctionnalité), la prise de conscience du marché potentiel "*bottom of the pyramid*" (économie sociale et solidaire). Des projets viables émergent de ces différentes approches et constituent des niches de croissance importantes : Über, Mobiliz, GAFA, Le bon coin... Ils s'appuient sur de nouveaux modèles d'affaire, sur une valorisation des données produites par les technologies numériques, sur la transgression des frontières habituelles de l'économie. Ils intègrent également la recherche de relai de croissance mais aussi le respect de contraintes fortes en termes de ressources naturelles et environnementales.

L'objectif de ce cours est à la fois de présenter les fondements théoriques de ces différentes approches, d'analyser dans quelle mesure ils sont en rupture avec l'approche économique traditionnelle et de définir les indicateurs de performance associés à ces approches.

Par ailleurs, il s'agira de proposer des applications concrètes de ces approches dans le domaine de la mobilité des personnes et du transport de marchandises.

Enfin il s'agira d'analyser le rôle des technologies numériques dans ces développements récents et de proposer un atelier de développement d'un service mobilisant ces technologies.

***COMMUNICATION ET MANAGEMENT INTERPERSONNELS ET  
INTERCULTURELS (INTERCULTURAL AND INTERPERSONAL  
COMMUNICATION AND MANAGEMENT)***

---

**Benjamin PELLETIER**

***Objectifs :***

L'environnement des entreprises connaît une complexité grandissante et les cadres ont à faire face à une multiplication des interactions culturelles. Ce cours vise à développer les compétences relationnelles et interculturelles des étudiants afin de favoriser l'insertion des étudiants dans cet environnement professionnel complexe.

***Programme :***

1. Apprendre à se connaître
2. Distance hiérarchique : statut, autorité, honneur
3. Individualisme et collectivisme
4. Communiquer efficacement
5. Valeurs et comportements
6. Particularismes managériaux français
7. Management interculturel : études de cas
8. Du management interculturel à l'intelligence culturelle

***A la fin du module, les élèves seront capables de :***

- analyser leurs représentations en préalable à toute action de communication ;
- analyser la situation de communication dans laquelle ils se trouvent afin de choisir les bons vecteurs ;
- mettre en œuvre les principes de l'écoute active et de la reformulation pour une communication efficace ;
- pratiquer une argumentation efficace ;
- assurer une présentation publique de qualité ;
- mobiliser les outils du management interculturel pour tirer de la différence la richesse et non l'incompréhension ;
- conduire une réunion ;
- choisir les modes d'organisation des groupes adaptés à leurs missions ;
- faire un bilan de ses qualités relationnelles et résoudre les conflits ;
- pratiquer un management interpersonnel efficace et conduisant au bien-être de chacune des parties (délégation, contrôle, motivation et re-motivation...)

**29h (2,5 ECTS)**

**Philippe HARDIER**

***Objectifs :***

- Sensibiliser les élèves à la place de la démarche de négociation et de médiation dans la vie professionnelle d'un ingénieur, d'un manager.
- Fournir des outils conceptuels utilisables dans le diagnostic et la gestion de la négociation des contrats et des conflits.
- Découvrir plusieurs types de négociation et son propre style de négociateur.

***Programme :***

1. Coopération/compétition.
2. Générer des options interrogatives.
3. Convaincre/écouter.
4. Créer de la valeur.
5. Améliorer la relation.
6. Négociation multilatérale.
7. Médiation.

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

- définir des demandes acceptables en utilisant des critères négociés ;
- mobiliser les outils de la négociation raisonnée pour permettre de faire émerger des solutions mutuellement avantageuses ;

**18h (1,5 ECTS)**

## **Projets transports et développement durable**

### ***ECONOMIE CIRCULAIRE (CIRCULAR ECONOMY)***

---

**Emeric FORTIN**

Face à la croissance du prix des matières premières, en valeur et en volatilité, mais aussi en raison de la très mauvaise productivité de leur usage, repenser le système pour s'orienter vers une économie circulaire plutôt que linéaire constitue une piste que ce projet vise à explorer. En se rattachant au projet Icarre 95 (Innovative CAR REcycling 95) auquel Renault participe, ce projet pourra aborder les thèmes suivants :

- Vision prospective de l'approvisionnement en matière première et de leur prix ;
- Industrialisation et organisation des processus de recyclage automobile ;
- Eco-conception des véhicules : quelles contraintes l'économie circulaire impose-t-elle en phase de conception ?
- *Business model* : l'économie circulaire s'appuie sur le passage de la notion de client à celle d'utilisateur. Quelle nouvelle chaîne de valeur se met alors en place ? Comment se répartit-elle entre les acteurs impliqués ?
- Conduite du changement : l'économie circulaire est un paradigme à la fois en rupture et en continuité avec le paradigme actuel. Comment organiser la transition ?
- Changement technique et économie circulaire : étudier dans quelle mesure, dans une économie circulaire, la progression technique continue de se développer et de se répandre.

Il ne s'agit donc pas de rentrer dans l'ingénierie chimique ou industrielle associée aux processus de recyclage mais plutôt d'étudier les mutations dans le domaine des services de mobilité qu'un passage à l'économie circulaire pourrait engendrer.

**35h (4 ECTS)**

### ***LE FACTEUR 4 DANS LE SECTEUR DES TRANSPORTS (FACTOR 4 IN THE TRANSPORT SECTOR)***

---

**Laurent FAUCHEUX**  
CIRED

Pour limiter l'augmentation de la température moyenne terrestre à +2 °C avec une probabilité de 50% au moins, les climatologues préconisent, compte tenu des incertitudes, une stabilisation de la concentration atmosphérique de Gaz à effets de serre à une valeur de 450 ppmv CO<sub>2</sub>eq. Atteindre cet objectif correspondrait à une division par deux par rapport au niveau de 1990 des émissions anthropiques mondiales de gaz à effet de serre à l'horizon 2050. Face à cette contrainte les marges de manœuvre des économies des différents pays sont très variables. Ainsi pour ne pas compromettre les perspectives de développement des pays les moins industrialisés et en cohérence avec le principe de « responsabilité commune mais différenciée » dans les changements climatiques en cours, cette contrainte prendrait la forme d'une division par quatre des émissions pour les pays développés. Si l'on considère que l'effort est également réparti entre les différents secteurs de l'économie, se pose la question d'une division par quatre par rapport au niveau de 1990 des émissions du secteur des transports. Compte tenu de la part de ce secteur dans les émissions globales et de sa dynamique fortement croissante, la division des émissions dues au transport est un point critique de tout scénario prospectif de type « facteur 4 ».

### ***Pré-requis :***

Le projet est à fort contenu numérique et technique. Il s'adresse donc prioritairement aux élèves capables de programmer facilement et capables de porter un regard critique quand aux évolutions techniques dans les transports.

### ***Objectifs :***

L'objectif du projet est de produire des scénarios de division par quatre des émissions du secteur des transports à l'échelle européenne et à l'horizon 2050. Pour arriver à cette division, les étudiants devront choisir entre et combiner différentes commandes :

- Évolution de la mobilité
- Report modal
- Progrès technologique

Les étudiants étudieront l'impact des modifications du système de transport sur les émissions de GES. Ils discuteront ensuite la cohérence interne de leurs scénarios, leur faisabilité et le réalisme de leurs hypothèses. Ils feront un effort particulier pour gérer dans leur prospective l'incertitude qui entoure certaines hypothèses.

En pratique, les étudiants auront à leur disposition le modèle « IEA/SMP Transport Model » qui leur permettra de mener à bien cet exercice de prospective.

En parallèle, ils mèneront une analyse critique des scénarios déjà produits.

Ce projet doit permettre aux étudiants de faire la synthèse des enseignements qu'ils ont reçus au cours du Master et de mettre en pratique leurs connaissances et les méthodes enseignées. En outre, il permet une introduction à la démarche prospective à partir d'une question très débattue à la fois dans la communauté scientifique et chez les industriels ou parmi les décideurs politiques. Le sujet, volontairement vaste, leur permettra d'appréhender le système de transport dans son ensemble en considérant les particularités et les dynamiques propres aux différents modes de transport de passagers mais aussi de marchandises.

### ***A l'issue du projet, les élèves seront capables de :***

- analyser les logiques sous-jacentes à l'élaboration de scénarios prospectifs ;
- adopter une démarche de *backcasting* ;
- estimer les dynamiques probables d'évolutions des demandes ;
- analyser les potentiels de réduction offerts par les solutions technologiques, comportementales et organisationnelles ;
- travailler sur la combinaison rationnelle de ces solutions ;
- gérer l'incertitude de manière transparente.

Cet enseignement permettra aussi aux étudiants de développer leur sens de l'autonomie, de la gestion de projet et du travail en équipe. Le management du travail en équipe est un objectif pédagogique de ce travail à part entière et donnera lieu à la rédaction d'une annexe au rapport.

**35h (4 ECTS)**

**Robin FOOT**

LATTS - Ecole des Ponts ParisTech

Les décisions d'investissements en matière de transport collectif urbain s'appuient généralement sur un argumentaire paradoxal. Si la plupart des parties prenantes justifie leurs décisions par la prise en compte du développement durable, leurs arguments sont trop souvent limité au seul pilier environnemental sans prise en compte des deux autres piliers économique et social. De plus, la prise en compte de ce pilier environnemental se fait souvent sur un mode local où les seuls éléments considérés portent sur les émissions de gaz à effet de serre des matériels roulants et l'esthétique « verte » des projets. Dans cette logique, le caractère « développement durable » relève plus de l'incantation ou du slogan que du débat argumenté.

Un des enjeux du projet est d'analyser des processus de décision dans le cadre de métropoles afin de suivre la manière dont se dessine un réseau de transport en commun au fil du temps et des décisions. L'analyse de ces processus doit permettre de mettre en évidence que, sous couvert de développement durable, de fait la construction des réseaux de transport relève d'autres logiques, d'autres rationalités.

Le plus étonnant est que, dès lors que, pour étudier ces processus de décision, on abandonne nos a priori modélisateurs, nos rationalités calculatoires d'ingénieurs urbains, on peut saisir alors l'importance que peut avoir un événement particulier, l'organisation de jeux olympiques ou d'une coupe du monde, pour structurer un réseau. Le temps long du réseau peut prendre racine dans le temps court d'un événement extérieur à la vie urbaine quotidienne. De la même manière, on peut constater que, souvent, la stratégie de réseau est désynchronisée par rapport aux capacités financières, aux dynamiques sociales et aux temporalités de conduite des travaux.

Le travail des années précédentes a permis de clarifier un certain nombre de points dans cette démarche en particulier sur l'importance de la prise en compte de la notion de réseau par opposition à l'approche traditionnelle centrée sur une ligne caractérisée par sa technologie. Le travail de l'année dernière a montré qu'il était intéressant d'ouvrir les réflexions sur des projets en cours portant sur des métropoles en développement et où les questions du réseau et des choix techniques étaient ouvertes ou réouvertes c'est-à-dire donnant encore lieu à débat.

***Objectifs :***

- **Mobiliser les outils des sciences sociales** pour analyser la façon dont les choix d'investissement dans les systèmes de transport urbains s'opèrent. Il ne s'agit absolument pas dans un premier temps au moins, de mobiliser les outils de l'ingénieur pour "analyser" les différentes solutions en concurrence, mais plutôt de rendre compte des rationalités en jeu dans ces prises de décisions et d'évaluer quel rôle est alors dévolu à l'ingénierie. Cela constitue la première étape du projet au cours de laquelle, autour d'une agglomération et d'un projet de transport, chaque groupe (3 à 5 personnes) réalisera une monographie descriptive. Il s'agit de mettre en évidence, de manière documentée et argumentée, les logiques à l'oeuvre dans la réalisation de projets concrets et actuels de système de transport public urbain en relation avec la situation urbaine spécifique et la problématique du développement durable prise dans ses trois dimensions.
- **Problématiser** les monographies réalisées pour produire une analyse transversale des trois ou quatre cas étudiés pour mettre en évidence les formes communes et/ou différenciées de déploiement d'un réseau de transport. Dans

cette seconde séquence, les groupes de travail seront naturellement redéfinis. Ce travail implique la mobilisation d'une **méthodologie d'argumentation** qui constituera en soi un des objectifs principaux du projet.

- Analyser dans quelle mesure le **développement durable offre un cadre de réflexion pertinent** pour évaluer les choix et leur mode d'élaboration.

Un des objectifs de ce travail est de se confronter à des logiques qui peuvent apparaître irrationnelles d'un point de vue d'ingénieur mais qui sont celles qui sont le plus souvent agissantes dans la société et qui, pour cette raison, doivent être comprises si l'on veut pouvoir agir dans la gestion d'un projet.

Ce projet ouvre à la complexité du monde réel et offre des outils d'analyse nouveaux pour appréhender cette complexité. Il permet à la fois la mobilisation de beaucoup d'enseignements du Master mais également de les critiquer pour les améliorer et les utiliser à bon escient. Il complète la formation en abordant explicitement les dimensions d'équité et de gouvernance constitutives de la notion développement durable. Enfin, il complète l'approche cognitive en apprenant à mobiliser les méthodologies du débat scientifique.

**35h (4 ECTS)**

## Logistique et Transport de Fret

### *LES LIEUX ET LES MODES DU TRANSPORT DE MARCHANDISES : DE LA LOGISTIQUE URBAINE AU TRANSPORT INTERNATIONAL DE MARCHANDISES (FREIGHT TRANSPORTATION AND SPATIAL ISSUES)*

---

**Corinne BLANQUART**

**Patrick NIERAT**

IFSTTAR - SPLOTT

**Objectifs :** Ce module complémentaire au module « systèmes de transport » a pour ambition de montrer les interactions du transport de marchandises avec son environnement territorial.

Le transport de marchandises est une industrie qui s'inscrit dans l'espace, et qui développe un rapport particulier au territoire dans un contexte de mondialisation. Les flux de marchandises sont ainsi à relier à la géographie des systèmes de production et de distribution, et à la diversité de ses échelles. L'inscription territoriale des choix logistiques et de transport doit ainsi tenir compte de la polarisation des sites de production. Mais en tant que système développant ses propres logiques de fonctionnement, le transport de marchandises participe aussi à l'organisation et à la transformation des territoires. Il joue notamment un rôle clé dans les phénomènes de mondialisation et de métropolisation des systèmes productifs. Les noeuds des réseaux de transport, ports maritimes, aéroports, ports intérieurs, terminaux ferroviaires et plates-formes logistiques, vont notamment jouer un rôle essentiel dans le fonctionnement et la compétitivité des territoires, notamment métropolitains, ainsi que sur la compétitivité des différents modes de transport.

Il s'agit tout particulièrement d'éclairer le rôle du transport dans les modalités de fonctionnement et de structuration des territoires. L'intérêt portera notamment sur le rôle des noeuds - ports maritimes, aéroports, ports intérieurs, terminaux ferroviaires et plates-formes logistiques - dans le fonctionnement et la compétitivité des territoires, notamment métropolitains. Mais ce module vise également à comprendre comment en retour ces modalités de fonctionnement et de structuration des territoires structurent la géographie des flux et la performance de chaque mode de transport.

#### **Programme :**

- Introduction : la diversité des échelles du transport de marchandises et de la logistique : repères (3h)
- Modèles spatiaux des chargeurs et distributeurs et organisation spatiale des chaînes de transport (6h)
- Les noeuds des chaînes de transport (9h)
- Les lieux du transport de marchandises : les métropoles (3h)
- Comparaisons internationales (6h)
- La régulation de l'organisation spatiale du transport de marchandises (9h)

Des visites illustreront la partie théorique : port fluvial de Gennevilliers, plate-forme logistique, terminal de transport combiné... Des ateliers permettront d'envisager les éléments influençant la géographie des chaînes et la hiérarchie des noeuds et des lieux essentiels. Ces ateliers traiteront notamment :

- Les ports dans la transition énergétique : nouveaux enjeux, nouveaux rôles
- E-commerce et nouveaux enjeux logistiques
- Circuits courts, relocalisation productive et nouveaux enjeux logistiques
- Ferroviaire de proximité : à la recherche d'un nouveau modèle

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

- Cartographier la géographie des flux et des noeuds principaux des réseaux de transport
- Connaître les déterminants de l'organisation spatiale des flux de marchandises
- Elaborer une typologie des plates-formes logistiques et des territoires qu'elles desservent
- Construire les aires de marché des terminaux de transport combiné
- Comparer des solutions de logistique urbaine
- Evaluer les enjeux des implantations logistiques
- Proposer des outils de régulation territoriale de la logistique et du transport de marchandises

**Contrôle des connaissances – Règles de validation :** La note finale est basée sur les éléments suivants:

- Fiches de synthèse critique d'un article
- Rédaction d'un compte-rendu problématisé de visites
- Présentation d'études de cas par des groupes d'élèves
- Animation d'un exposé-débat au cours des ateliers
- Soutenance des ateliers

**78 h (6 ECTS)**

***CONCEPTION ET EXPLOITATION DES SYSTEMES LOGISTIQUES ET TRANSPORTS (DESIGN AND OPERATION OF SUPPLY CHAIN AND TRANSPORT SYSTEMS)***

---

**Philippe WIESER**  
**École Polytechnique Fédérale de Lausanne**

**Objectifs :** Dans l'optique d'une approche systémique, les cours de ce module s'attacheront à présenter les défis et les enjeux actuels de la logistique globale (supply chain management) en général et de la fonction " transport " en particulier, dans l'environnement d'entreprises (privées, publiques, parapubliques) ainsi que d'organisations publiques et sociales (villes, collectivités publiques, ...).

Un chapitre particulier sera consacré à la planification des systèmes de transport en général, et l'exploitation d'un système de transport collectif en particulier.

Toutes les approches méthodologiques présentées seront associées à des présentations d'outils permettant de modéliser dynamiquement, dès la phase d'étude et de conception, le comportement physique et économique d'un système dans son environnement futur d'exploitation en prenant en compte la dimension d'analyse de risque.

Les intervenants s'attacheront à illustrer leurs propos par des exemples et des études de cas concrets liés à la problématique du *supply chain* et des transports, tirés de la pratique et de projets récents ou en cours d'évaluation.

**Programme :**

- Introduction générale, programme et objectifs du cours. La gestion de projet. Méthodologie et outils de gestion
- Gestion d'un projet par les risques
- Modèles économiques de conception de projets, approche probabiliste
- Planification et ordonnancement de projet
- Modèles d'analyse multicritère, choix de variantes

- Planification générale des systèmes de transport
- Planification de l'exploitation d'un système de transport collectif
- Introduction à la logistique globale intégrée (supply chain). Tendances actuelles de la logistique intégrée. Présentation et distribution des projets de groupes
- Transport et logistique. Système d'information - IS et IT, nouvelles technologies de l'information et de traçabilité
- Analyse de la demande, analyse prévisionnelle appliquée au domaine du transport et de la logistique. Exemples et études de cas
- Techniques de simulation numérique appliquées à la conception de systèmes de transport et de logistique, exemples et études de cas (problématique, résultats obtenus)

**Contrôle des connaissances – Règles de validation** : Présentation de projets et examen final lors de la dernière séance

**26 h (3 ECTS)**

### ***INGENIERIE DES INFRASTRUCTURES LOGISTIQUES (INFRASTRUCTURE & LOGISTICS)***

---

**François MONDOU**

**Objectifs** : Ces cours apporteront aux élèves une vision éclairée des enjeux de la chaîne logistique mais aussi, une étude de la diversité des modèles existants ainsi que des solutions appliquées. Il s'agit de préparer les étudiants aux réflexions et calculs qu'il convient d'exécuter pour concevoir de nouveaux modèles de centre de distribution ou plates-formes logistiques, et leur transmettre une méthodologie, tout en s'appropriant les clés et règles des bonnes pratiques afin d'anticiper la gestion complexe des interfaces qu'ils coordonnerons à l'avenir.

Pour considérer la réalité et les variables du marché mondial de la production industrielle - sans cesse en fluctuation économique - avec les nouveaux modèles et circuits d'échanges de biens, qui induisent des flux vers une production dite de service, un objectif s'impose désormais, celui d'éveiller la curiosité ou renforcer le savoir des auditeurs pour :

- Appréhender les stratégies à l'échelle globale des marchés de production et de distribution
- Initier à la dimension géoéconomique et financière du choix des implantations
- Comprendre le rôle de la logistique au cœur de l'entreprise et de l'ensemble de la chaîne des acteurs fournisseurs en amont et, en aval de la distribution et de la consommation
- Développer et élargir la capacité d'analyse fonctionnelle et opérationnelle
- S'approprier les techniques et méthodes de gestion des opérations et de planification à l'échelle internationale.

Parallèlement à cette dimension géoéconomique, le corps du module logistique a également pour objet :

- D'étudier les principes fondamentaux de conception d'une plate-forme logistique HQE et éco-durable
- De transmettre une méthodologie sur la gestion de ce type de projet
- De considérer le flux d'information et les données informatiques structurantes
- D'acquérir les techniques de modélisation et de simulation
- De prendre en compte l'ingénierie simultanée et les variations stochastiques
- De comparer par l'analyse quantitative les performances de l'intensif / l'extensif

- D'utiliser le benchmarking comme un principe de référence et de recherche de performance
- De valider les choix des solutions techniques par un calcul de R.O.I., ...

Les points abordés dans ce cours doivent conforter les auditeurs dans leur formation et les assurer d'une méthode robuste pour gérer la fonction logistique.

***Programme :***

- Logistique : Stratégies et Concepts
- Typologie des sites et caractéristiques des interfaces techniques d'une plateforme
- Process éco-intensif et architecture HQE
- Réglementation de conception, normes et bonnes pratiques
- Fonctionnalité des zones d'activité, conception et planification des opérations
- Maîtrise des solutions opérationnelles
- Diagnostic et Modélisation des Flux physiques
- Flux et traitement technique de l'information
- Analyse des données
- Dimensionnement du besoin, hypothèses et simulation
- Calculs économiques de projet et retour sur investissements
- Ingénierie et Maîtrise d'œuvre

***Contrôle des connaissances – Règles de validation*** : 50% : sur la résolution d'exercices en travaux dirigés en groupe aboutiront à concevoir : a) un configurateur de centration de flux physiques, b) un éco comparateur des modèles de centres logistiques, c) un synthétiseur d'analyse de données, d) un simulateur de flux endogènes.

30% sur la participation individuelle

20% sur la bonne préparation des cours et la synthèse des lectures préconisées.

**32,5 h (3 ECTS)**

---

***SUPPLY CHAIN MANAGEMENT***

**Michel FENDER**

***Objectifs*** : L'objectif prioritaire du module de logistique et SCM est de révéler aux élèves une bonne compréhension des enjeux et des meilleures pratiques de la logistique et du SCM au sein des chaînes de valeur et des acteurs qui les animent que ceux-ci soient des industriels, des distributeurs, des prestataires logistiques ou encore des acteurs publics. Le *Supply Chain Management* constitue pour les organisations les plus avancées un processus créateur de valeur qui contribue à générer un avantage concurrentiel. D'un positionnement opérationnel, les questions *Supply Chain* sont désormais adressées au sein des Comités Exécutifs et doivent prendre en compte les évolutions et les innovations qui concernent en particulier les canaux de distribution, les systèmes d'information, les solutions industrielles. Il ne fait aucun doute que les métiers du *Supply Chain Management* et de la logistique se sont professionnalisés de manière très significative au cours des dernières années et qu'ils constituent des opportunités de carrière très attractives pour les élèves de l'Ecole. Il s'agit donc également de susciter des vocations auprès des élèves et de leur permettre de comprendre les contextes organisationnels au sein desquels ces métiers évoluent.

Deux grands processus structurent les systèmes *Supply Chain* et logistiques :

- Le processus de création de produit et d'introduction sur les marchés dans lequel les facteurs de " time to market " et de " life cycle cost " sont essentiels.
- Le processus de satisfaction des clients par la mise à disposition des produits et des services associés depuis la capture de la commande jusqu'à la livraison physique constitue le second champ d'investigation de la logistique, pour lequel les approches d'optimisation et le développement de systèmes d'information transversaux prennent toute leur valeur.

**Programme** : Ce module est structuré selon l'approche suivante :

- Enjeux, création de valeur et dimensions stratégiques du *Supply Chain Management*
- Business modèles et processus *Supply Chain* clés dont le S&OP
- *Supply Side* : planification industrielle et innovation produit
- *Demand Side* : comportement du consommateur, la distribution B2B, B2C, le e-commerce, le multicanal
- *Green Supply Chain* et contribution au développement durable
- Application via un jeu de simulation permettant la prise de décision

**Contrôle des connaissances – Règles de validation** : L'évaluation du module se fait selon l'approche suivante :

- 50% : participation individuelle, interaction avec les intervenants extérieurs, la préparation des cas et la simulation *Supply Chain game*
- 50% : résolution d'un cas issu de l'ouvrage " Global Operations and Logistics " qui implique une modélisation simple et l'utilisation éventuelle de logiciels de simulation et/ou d'optimisation. Les cas possibles sont les suivants : Renault Mexique, R-Mer, Eurofood, Phytosante, Isol +. Ce travail doit être fait en groupe de deux étudiants.

**39 h (3 ECTS)**

# **Eco-conception des véhicules et des infrastructures de transport**

## ***INGENIERIE DU TRAFIC (TRAFFIC ENGINEERING)***

---

**Simon COHEN**  
IFSTTAR

**Objectifs :** le module vise à apprendre les méthodes scientifiques - en particulier la théorie du trafic - nécessaires à l'exploitation des réseaux routiers et à la mise en œuvre des nouveaux systèmes télématiques pour la route. À l'issue du cours, les étudiants sauront appliquer les principales lois de trafic pour déterminer les paramètres de fonctionnement des infrastructures et évaluer l'effet des différents phénomènes de circulation

**Programme :**

- Variables microscopiques et macroscopiques du trafic. Distributions statistiques
- Capteurs de mesure et nouvelles technologies des véhicules traceurs
- Diagramme fondamental de la route. Capacité et niveaux de service des routes principales
- Ondes cinématiques et ondes de choc de circulation. Applications aux effets de goulot
- Lois de poursuite et simulation fine du trafic
- Cartographie automatique du trafic et applications
- Etude de cas illustrant les principaux concepts sur un exemple réel
- Calcul des carrefours à feux. Formule de Webster
- Phénomènes d'attente. Calcul des retards et des perturbations du trafic
- Régulation des réseaux urbains : ondes vertes et plans de feux
- Techniques et méthodes de gestion dynamique du trafic
- Détection automatique des incidents routiers : algorithmes et calibrage
- Etude d'un cas concret avec évaluation multicritère : trafic, sécurité, environnement durable

***A l'issue du module, les élèves seront capables d' :***

- appliquer les principales lois de trafic pour déterminer les paramètres de fonctionnement des infrastructures et évaluer l'effet des différents phénomènes de circulation

**Contrôle des connaissances – Règles de validation :** Devoir ou mini-projet (application numérique sur micro). Examen final écrit portant sur l'ensemble du cours.

**32,5 h (3 ECTS)**

## **EXPLOITATION DES TRANSPORTS FERROVIAIRES (RAILWAY AND GUIDED TRANSPORT OPERATION)**

---

**Patrice AKNIN**  
**Laurent BOUILLAUT**

### **Objectifs :**

Le transport ferroviaire, et plus largement guidé, est un système complexe et intégré dont il est important de saisir les enjeux, en particulier pour les futurs responsables en charge des problèmes d'aménagement des territoires et de développement des réseaux de transport. Organisé par le département VET de l'école, ce cours s'adresse à la fois aux élèves de l'Ecole des Ponts ParisTech (tous départements confondus) et aux étudiants accueillis à l'école en provenance d'un autre établissement. La problématique de l'exploitation en est l'angle de vue principal. Cependant, la nature intégrée du mode ferroviaire, et plus largement guidé, interdit de traiter ce point, sans expliciter un temps soit peu les volets connexes comme l'infrastructure, les matériels roulants, la sécurité, la maintenance, le contexte européen, l'automatisation.

### **Programme :**

Chaque séance est l'occasion d'entendre un spécialiste du domaine évoqué, alternant des éclairages "métier" et "recherche". □ Le module démarre par une séance de présentation de l'infrastructure ferroviaire, suivi d'une séance consacrée aux typologies des matériels roulants. Ces cours introductifs sont un préalable aux 3 séances qui s'enchaînent ensuite, dédiées à l'exploitation et qui forment le cœur du module. Les trois cours suivants viennent éclairer les aspects de maintenabilité du système et de sa sécurité. Deux séances sont ensuite dédiées aux transports urbains. Les 3 derniers cours se focalisent respectivement sur le volet législation et interopérabilité, la comparaison entre l'exploitation des réseaux ferrés suisse et français et le volet fret.

Les 13 séances du module portent sur les sujets suivants :

1. L'infrastructure ferroviaire
2. Le matériel roulant
  - a. Exploitation 1 : concepts de base
  - b. Exploitation 2 : optimisation, fluidification
  - c. Exploitation 3 : télécommunications, ERTMS
  - d. Surveillance et diagnostic avancés du matériel et des infrastructures
  - e. Ingénierie de la maintenance des infrastructures ferroviaires et du matériel roulant
  - f. Sécurité ferroviaire
  - g. Transports guidés urbains et périurbains □ Automatisation des transports guidés urbains
  - h. Législation et interopérabilité
  - i. Eclairage européen. Comparaison de l'exploitation en France et en Suisse
  - j. Fret ferroviaire

Le dispositif est complété par deux visites techniques, organisées en milieu de module, portant généralement sur des sites franciliens de la SNCF et de la RATP.

**Contrôle des connaissances – Règles de validation :** La note finale permettant la validation du module se base principalement sur l'évaluation d'un rapport individuel remis par chaque élève et portant sur l'analyse d'un article scientifique, complété par une note sur la participation.

**32,5 h (3 ECTS)**

**INGENIERIE DES VEHICULES RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT - 2  
(ENVIRONMENT FRIENDLY VEHICLE ENGINEERING - 2)**

---

**Philippe RIVIERE**

CES - Mines ParisTech

**Objectifs :** Ce module constitue un approfondissement module d'ingénierie des véhicules respectueux de l'environnement - 1 en abordant les techniques en jeu dans :

1. l'allègement des véhicules ;
2. l'utilisation de matériaux recyclés ou issu de la production agricole

**Programme :**

1. Fonction structurale (caisse en acier)
  - a. La structure de la caisse automobile : richesse et complexité des contraintes de conception
  - b. Optimisation de la caisse automobile et solutions matériaux innovantes
  - c. Les technologies de mise en œuvre utilisées dans la caisse automobile : état des lieux et évolution, recyclage des VHU et de l'acier
2. Autres fonctions, matériaux nouveaux
  - a. Assemblages, composites, plastiques (dont conférence P.James)
  - b. Liaison au sol et freinage, échappement, profils de mission et choix des matériaux
  - c. Matériaux pour les fonctions électriques : câblage, mécatronique, matériaux électrochimiques en tant que matériaux
3. TD sur Amesim

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

- mobiliser les nouveaux matériaux permettant d'alléger les véhicules sans en altérer la sécurité ;
- mobiliser les plastiques recyclés et les matériaux issus de l'agroproduction dans la conception de véhicules ;
- modéliser les performances mécaniques et énergétiques à l'aide d'un logiciel adapté.

**Contrôle des connaissances – Règles de validation :** Deux TD sur logiciel (Amesim) à rendre + un dossier à rendre

**27 h (3 ECTS)**

## Design des services de mobilités

### *OUTILS POUR L'ANALYSE DES COMPORTEMENTS DE MOBILITE (TOOLS FOR ANALYSING MOBILITY BEHAVIOURS)*

---

**Virginie BOUTUEIL**

**Sonia ADELE**

LVMT -École des Ponts ParisTech

#### *Objectifs :*

La mobilité ne se réduit pas à un réseau physique et une planification mais concerne également des individus qui se comportent de différentes manières et prennent des décisions en fonction de paramètres "humains". Ce module vise à apporter des éléments pour une compréhension plus complète de la mobilité. Il aborde les comportements de mobilité sous deux angles : un angle socio-économique qui modélise le comportement par une stratégie économique conciliant des objectifs et des contraintes, et un angle psycho-ergonomique qui s'intéresse davantage aux conditions personnelles. Le module apporte une connaissance des théories du comportement, des méthodes descriptives et des modèles de simulation, ainsi que clefs d'analyse et d'interprétation.

#### *Programme :*

- Panorama des approches comportementales dans le domaine de la mobilité
- Les données d'observation de la mobilité
- Les méthodes traditionnelles d'enquête appliquées à la mobilité
- Les méthodes traditionnelles de l'ergonomie et des sciences sociales
- Les aspects psychosociaux et culturels (perspective internationale) de la mobilité
- La participation des usagers à la conception des systèmes de transport
- Les outils de l'analyse économique appliqués à la mobilité
- Les modèles de comportements de mobilité, portée et limites
- La démarche prospective appliquée aux comportements de mobilité ; l'émergence de l'économie collaborative sur le marché de mobilité

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

- Connaître les théories explicatives du comportement et choisir la plus appropriée en fonction de la situation à étudier et de l'objectif de l'étude. Identifier les déterminants adéquats à mesurer.
- Utiliser les méthodes adaptées à l'étude de ces déterminants et à l'objectif de l'étude. - Choisir parmi les techniques qualitatives et/ou quantitatives.
- Intégrer l'utilisateur aux différentes phases d'un projet transport.
- Intégrer les dimensions comportementales dans un modèle.

L'étudiant devenu ingénieur sera capable d'appréhender de façon plus complète une situation du domaine du transport, en tenant compte notamment des dimensions comportementales et des déterminants de ce comportement. L'application sera réalisée, pour ce qui est de la formation, dans le cadre du projet de Transit Lab.

***Contrôle des connaissances - Règles de validation :***

L'évaluation portera sur : 1) la qualité de la préparation des séances (ateliers participatifs), de la participation et des résultats obtenus aux ateliers d'exercices, cette participation pourra entre autres modalités, consister en la recherche et la lecture d'articles récents sur un thème donné (par exemple : l'expérience utilisateur dans les transports) , en utilisant les ressources disponibles à la bibliothèque de l'Ecole (outils de recherche, bases de données, abonnements) 2) le dossier écrit et la présentation orale d'une analyse expérimentale de comportement de mobilité mobilisant a minima deux approches complémentaires étudiées en cours.

En cas d'échec à valider le module sur ces bases, aucune session de rattrapage n'est prévue.

**32,5 h (3 ECTS)**

## Cours optionnels

### VILLES, TERRITOIRES ET TECHNOLOGIES XIX-XXI SIECLES

---

**Antoine PICON**  
LATTS

**Objectifs :** l'objectif du module est de faire réfléchir les étudiants aux liens entre aménagement urbain et territorial, technologies et culture. Il est destiné à un public de techniciens (architectes, géographes, ingénieurs, urbanistes). Quoique faisant largement appel à l'histoire, il traite également de sujets très contemporains comme les transformations de la ville et de l'architecture provoquées par l'essor des technologies numériques. Il abordera des questions telles que la mise en place des grands réseaux urbains et territoriaux, la modernisation des villes au cours de la seconde moitié du XXe siècle, l'impact du numérique, la montée en puissance des enjeux environnementaux.

Les séances de cours laisseront une large part à la discussion et au débat.

**Programme :**

- De la ville rationnelle à la ville des réseaux
- La mise en place des grandes infrastructures territoriales et l'essor de la mobilité
- La ville et la guerre
- Espace et projets de rationalisation : du taylorisme-fordisme à la théorie des systèmes
- Villes et modernisation dans la seconde moitié du XXe siècle : New York et Paris
- De la Région parisienne au "Grand Paris" : les défis de la métropolisation
- Cartographier les villes et les territoires : du " portrait " de ville de la Renaissance au GPS
- La ville numérique
- Architecture et culture numérique
- Territoires, technologies et environnement : naissance d'une question
- Ville contemporaine et catastrophe
- La ville contre la nature ?
- Ville des flux/ville durable

**32,5h (3 ECTS)**

### LE POUVOIR DES CHIFFRES

---

Gilles JEANNOT

**Objectifs :**

Les chiffres sont mobilisés dans de nombreuses situations dans l'entreprise (comptabilité, instruments de gestion) ou dans le débat public (produit intérieur brut, mesure de la délinquance ou du chômage) et ils ont le « pouvoir » de peser sur une décision, d'orienter l'action. L'objectif du cours est de faire apparaître comment, par-delà l'apparente « objectivité » qui leur est associée, la production des chiffres qui pèsent repose sur certains a priori (importance de la croissance pour le PIB), certaines conventions (ex définition du chômage, nouvelles normes comptables), certaines normes (quotas pour la parité) ou certains rapports de forces entre acteurs (impositions d'indicateurs de gestion par une direction d'entreprise). Le cours visera à aborder cela à

travers des analyses historiques (histoire de la comptabilité, des catégories statistiques), des perspectives sociologiques (la place du calcul dans le lien social, la sociologie des instruments de gestion), mais aussi à travers des mises en situation (jeu de rôle sur les indicateurs de productivité, construction d'argumentations contradictoires à partir des mêmes chiffres, décryptage de chiffres qui circulent dans la presse). A l'issue du module les élèves pourront aborder de manière critique les arguments chiffrés, et en particulier ceux qui président aux décisions de gestion dans les entreprises.

**32,5h (3 ECTS)**

### ***GESTION RECUEIL ANALYSE VISUALISATION ET ENRICHISSEMENT DE DONNEES***

---

**Vincent AGUILERA**  
CEREMA

**Objectifs :** Ce module présente les technologies de gestion, recueil, analyse, visualisation et enrichissement de données utilisées pour la mesure et la compréhension des mouvements de personnes et de véhicules sur les réseaux de transport. Sans faire complètement l'impasse sur les méthodes classiques d'enquêtes, il est résolu orienté vers l'utilisation de technologies émergentes et la place croissante que prend l'utilisation de traces numériques dans la mesure des déplacements.

Destiné à un petit groupe d'élèves d'un cursus spécial, le module privilégie la pratique de l'innovation et vise à ce que les participants mettent les mains à la pâte du numérique. Les séances de cours, organisées en miroir d'un projet, ont vocation à venir en réponse à, et à défaut susciter, les questions qui émergent du projet.

#### ***Programme :***

Cours (15h) :

- Capteurs trafic, mesure des déplacements (3h)
- Contexte technologique : billettique, FCD, FMD, wifi, bluetooth
- Contexte juridique européen: directives G29 Définition du projet (4h)
- Rudiments de bases de données (6h)
- Algèbre relationnelle
- Structure d'une base de données
- Interrogation et analyse de données " définition d'une base de tests et spécifications des traitements
- Campagne de mesures terrain
- Visualisation, enrichissement, fusion de données (6h)

Projet (15h)

- Prise de contact avec fournisseurs de service (ex : TrenCube)
- Rédaction du dossier de spécification
- Acquisition de données (6h)
- Restitution des résultats (5h)

#### ***Contrôle des connaissances - Règles de validation :***

Dossier de spécification d'un système de mesure du serpent de charge d'un véhicule TC par capteur bluetooth.. Compte-rendu écrit et oral d'une étude expérimentale.

**32,5h (3 ECTS)**