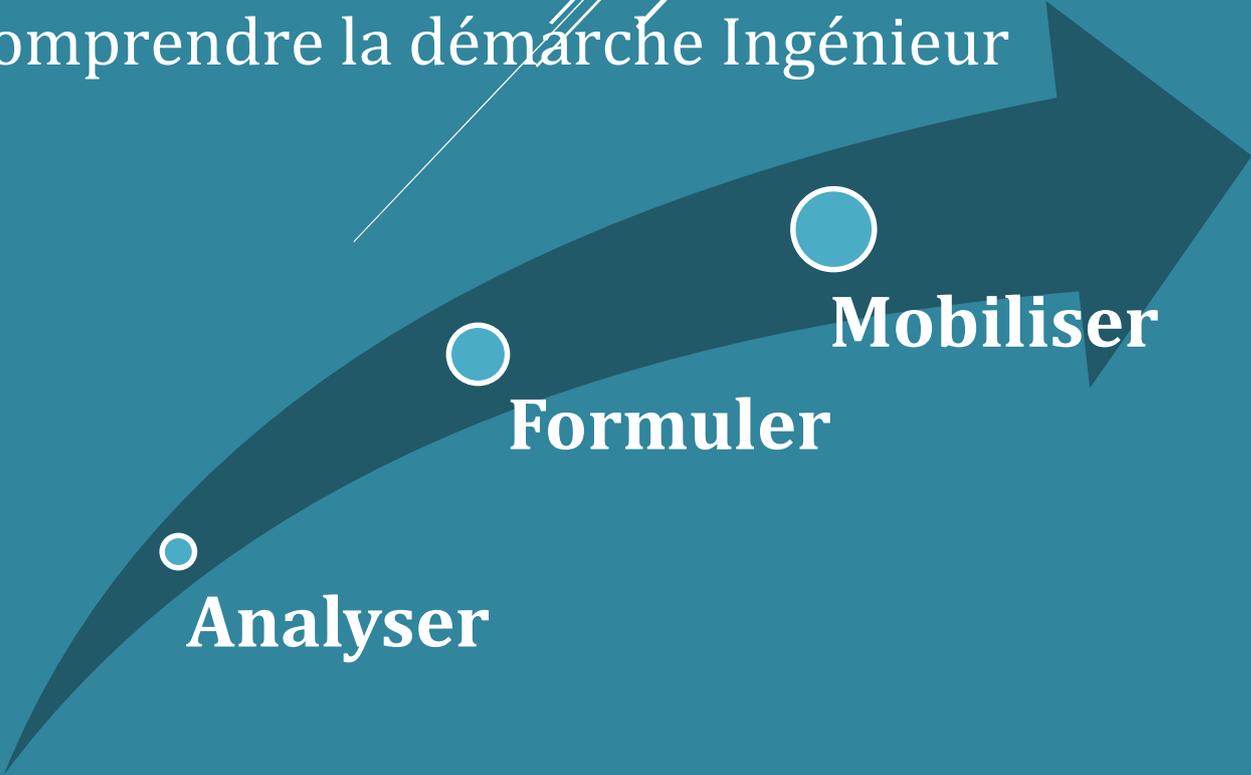


MÉTIER DE L'INGÉNIEUR GÉNÉRALISTE [MIG]

Comprendre la démarche Ingénieur



○
Analyser

○
Formuler

○
Mobiliser

CYCLE INGENIEURS CIVILS

UE 15 : 1er semestre /2021-2022

SOMMAIRE

<i>P.2</i>	<i>MIG : METIERS DE L'INGENIEUR GENERALISTE</i>
<i>P.4</i>	Le programme : contenu, format, déroulement
<i>P.5</i>	Un enseignement en mode projet
<i>P.6</i>	les + pédagogiques
<i>P.7</i>	Centres de recherche impliqués
<i>P.8</i>	Calendrier du programme MIG (3 semaines bloquées)
<i>P.9</i>	MIG ALEF
<i>P.10</i>	MIG CO2
<i>P.11</i>	MIG FORENSIC
<i>P.12</i>	MIG SANTE
<i>P.13</i>	MIG SOLAIRE
<i>P.14</i>	MIG TRANSPORT H2O
<i>P.15</i>	MIG TUNNEL EURALPIN
<i>P.16</i>	MIG VERRE 4.0
<i>P.17</i>	Grille évaluation - Rapport écrit
<i>P.18</i>	Grille évaluation – Jury- Soutenance orale
<i>P.19</i>	Modalités pitch individuel
<i>P.20</i>	Grille Jury évaluation individuelle (coordinateurs)

MÉTIERS DE L'INGÉNIEUR GÉNÉRALISTE [MIG]

UNE MÉTHODE PÉDAGOGIQUE AU CŒUR DES ENJEUX DE L'INDUSTRIE DU FUTUR ET DE LA SOCIÉTÉ

Les « Métiers de l'Ingénieur Généraliste » (MIG) est un enseignement créé par MINES ParisTech pour plonger **tous les élèves de 1ère année** au cœur des enjeux de l'industrie du futur et de la société.

Stimulant et fédérateur, cet exercice intensif en **mode projet par équipe** sur le premier semestre, dont **trois semaines bloquées** offre aux étudiants de nouvelles méthodes de travail et une vision précise sur les réalités de leur futur métier.

Cette formation, emblématique de MINES ParisTech, conçue en étroite relation avec la recherche menée dans nos laboratoires et nos partenaires industriels, **préfigure les métiers de demain et le futur professionnel de nos étudiants ingénieurs.**

Les futurs ingénieurs se nourrissent d'échanges avec différents acteurs de la société pour résoudre, en équipe de quinzaine, les **problématiques transversales**, techniques, économiques, sociétales et environnementales.

Ils participent à des visites de sites technologiques de pointe, et assistent à des

conférences d'experts au cœur du monde industriel.

Les défis à relever par les élèves s'inscrivent dans des grands enjeux de l'industrie du futur et de la société comme par exemple :

- De la transformation à la gestion des ressources énergétiques
- Transition énergétique et aménagement du territoire
- Sous-sol et infrastructures
- Matériaux et analyse du cycle de vie
- Sciences des données et applications innovantes
- Ingénierie de la médecine et des soins hospitaliers.

Ce travail donne lieu à un rapport de groupe écrit ainsi qu'à une **soutenance ouverte en amphi et à large public fin janvier.**

CONTEXTE, ENJEUX ET OBJECTIFS

Dans un monde en perpétuelle transition technologique, la société dans toutes ses composantes a besoin d'ingénieurs capables d'appréhender, d'accompagner et d'imaginer les systèmes technologiques complexes qui la composent et en assurent le développement durable et responsable. Il est donc impératif que la formation de nos ingénieurs telle que nous la proposons inculque dès le début de son cycle les concepts fondateurs de cette approche généraliste comme la démarche scientifique, la nécessité d'analyser le problème posé de manière ouverte, multipartite et pluridisciplinaire, en intégrant l'ensemble des enjeux scientifiques, technologiques, éthiques, économiques, sociétaux et environnementaux.

L'UE des MIG doit permettre de faire découvrir aux élèves ingénieurs, les grands enjeux de notre société, à savoir :

« 1- **Relever les défis du 21e siècle**, dans le cadre national certes, où se définissent et se mettent en œuvre les politiques éducatives, mais aussi dans un contexte international de plus en plus marqué en Europe par la construction de l'Union européenne, par la mondialisation qui s'étend aussi à l'éducation et par la montée en puissance de la « société de la connaissance ».

2- **Contribuer au développement** du pays, dont le dynamisme économique dépendra de plus en plus des retombées de la recherche et de l'innovation » (*extrait texte Commission des Titres Ingénieurs*).

MINES ParisTech a mis en place un plan stratégique afin de former l'ingénieur de demain qui devra répondre aux défis identifiés suivant : la transformation numérique, le développement durable et écologique et la mobilité internationale.

De plus l'Ecole a réussi à consacrer une énergie significative à de grands enjeux comme la maîtrise des matières premières et recyclées, l'énergétique du futur, la méthodologie et l'efficacité des processus d'innovation. Ainsi MINES ParisTech déploie une recherche dans des domaines allant **des sciences exactes aux sciences humaines** et permet aux étudiants de bénéficier d'un **encadrement pluridisciplinaire et répondant aux enjeux de l'industrie du futur**. Enfin, l'association d'une recherche partenariale contractualisée en direction des entreprises et des services et l'excellence académique en sciences de l'ingénieur des centres de Recherche permet d'identifier et construire en partenariat avec les entreprises des projets pédagogiques en lien direct avec les enjeux industriels de demain.

La formation Ingénieur civil en trois ans à l'Ecole des MINES ParisTech prépare les élèves à devenir des ingénieurs avec d'importantes responsabilités professionnelles.

Pour y parvenir, les élèves doivent acquérir des connaissances et **développer des compétences personnelles qui deviendront des compétences-métiers**. Les MIG, tiennent une place significative dans cette démarche d'acquisition de compétences métiers pour l'ingénieur. Dans cet enseignement par projet, les élèves sont mis en situation, ils doivent résoudre, **en équipe (14-15 élèves)**, des **problématiques**

transversales, techniques, économiques et sociétales.

L'objectif est de vous aider à faire **évoluer rapidement vos pratiques** d'élèves, acquises aux cours de formations en classe préparatoire, liées à résoudre seuls des problèmes bien posés. Les situations réelles complexes demandent pour être résolues de façon efficiente d'agir de façon autonome en interactions dans des groupes hétérogènes.

Ainsi par la mise en situation de chaque projet MIG, vous allez devoir développer un ensemble de compétences et mettre en œuvre des ressources (des savoirs agir).

Par ailleurs, Le but est de vous faire découvrir concrètement certains aspects des métiers de l'ingénieur généraliste, tout particulièrement **l'analyse de problèmes complexes**, la **mise en place d'une démarche scientifique rigoureuse** permettant de résoudre ces problèmes dans le temps imparti et le **travail en équipe**.

Enfin, les MIG doivent vous permettre d'établir des liens privilégiés avec les enseignants-chercheurs et de **découvrir les centres de recherche de l'Ecole**, leur ouverture internationale et leurs liens étroits avec les entreprises. Ils seront aussi, pour vous, l'occasion de commencer à **acquérir une culture industrielle**.

Nous vous souhaitons de vous investir pleinement dans votre MIG et de connaître ainsi le même enthousiasme que les promotions précédentes et l'ensemble des personnes — Enseignant-chercheurs, industriels... — associés aux MIG.

Responsable des MIG
Sabine CANTOURNET
Directrice de Recherche

LE PROGRAMME : CONTENU, FORMAT ET DÉROULEMENT

THÉMATIQUES

Les sujets sont renouvelés chaque année, ils sont en lien avec les thématiques développées dans nos laboratoires et nos partenaires industriels :

- De la transformation à la gestion des ressources énergétiques
- Transition énergétique et aménagement du territoire
- Sous-sol et infrastructures
- Matériaux et analyse du cycle de vie
- Sciences des données et applications innovantes
- Ingénierie de la médecine et des soins hospitaliers.

CHOIX

Les 9 MIG vous seront présentés en amphithéâtre L108. Vous choisirez celui auquel vous souhaitez participer et, le jour même avec l'aide de votre délégué de promotion, vous vous répartirez en 9 groupes. L'expérience des élèves prouve que le sujet importe moins que la découverte et la démarche d'un MIG. Les MIG sont d'ailleurs, depuis leur création, la première activité pédagogique plébiscitée par les élèves en première année.

PROGRAMME

Les MIG ont lieu au cours du premier semestre.

La période bloquée de trois semaines implique de fréquents déplacements et inclut les trois activités du MIG (les visites d'entreprises et les conférences, les travaux d'expérimentation et/ou de modélisation, les mini-projets). Chacune de ces trois activités correspond à l'équivalent en temps d'une semaine. Mais le détail de leur organisation dépend de chaque MIG.

Au retour de la période bloquée, des séances ayant lieu à l'École vous permettent de

préparer la restitution globale des travaux. Vous êtes invités à porter un soin tout particulier à cette préparation qui engage l'ensemble du groupe.

Le rapport, écrit collectivement par groupe de MIG, porte sur les aspects globaux et transversaux du thème abordé. Il est à déposer (sur la plateforme campus) sous format d'un document PDF. Dans certains cas et en fonction de leurs qualités, certains rapports pourront être diffusés à l'extérieur de l'École.

Enfin lors des deux journées de soutenance orale, chaque groupe d'élèves fait une soutenance orale d'une heure. La soutenance est conçue et exposée par le groupe, chaque élève doit intervenir. **Tous les élèves de la promotion assistent à toutes les présentations des MIG.** Des industriels, des journalistes et des personnalités extérieures à l'École seront présents. Vous pourrez également inviter vos professeurs des classes préparatoires.

ORGANISATION

Sous la responsabilité d'un coordinateur, chaque MIG se déroule en s'appuyant sur les centres de recherche de l'École et bénéficie de l'aide de nombreuses entreprises.

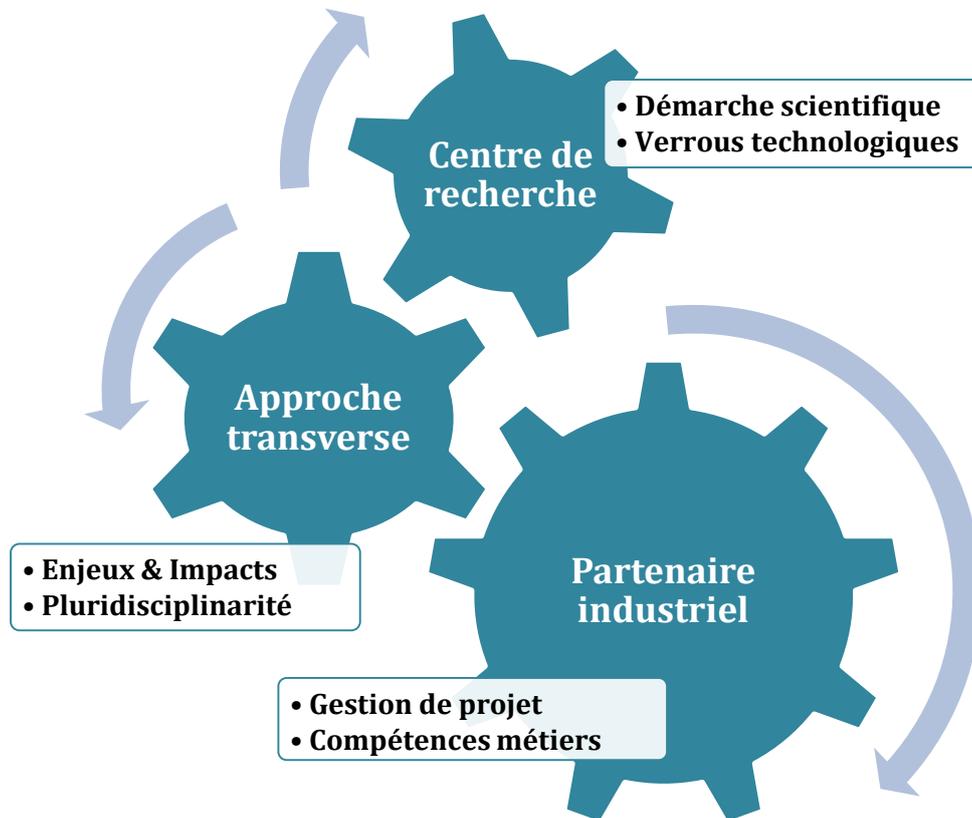
Afin d'assurer la cohérence de l'ensemble des MIG, un comité de suivi des MIG réfléchit aux orientations pédagogiques et aux évolutions. Les élèves sont associés à cette réflexion pour les améliorations à apporter. En particulier, vos réponses au questionnaire d'évaluation des MIG sont très importantes pour une amélioration continue.

LE MIG, UNE INITIATION AUX REALITES DU METIER D'INGENIEUR

UNE IMMERSION PAR PROJET, UNE DÉMARCHE COMPÉTENCES

UNE OUVERTURE AUX CHAMPS PLURIDISCIPLINAIRES

UNE APPROCHE DU MILIEU INDUSTRIEL ET DE LA RECHERCHE



UN ENSEIGNEMENT EN MODE PROJET POUR

- Mettre en œuvre un travail d'approfondissement scientifique et technique
- Acquérir des bases d'organisation
- Avoir une première expérience de la réalisation et de la gestion de projet
- Favoriser la collaboration entre élèves et chercheurs

Enjeux scientifiques & techniques

- Mobiliser les ressources d'un champ scientifique et technique spécifique
- Appréhender les méthodes et outils de l'ingénieur
- Elaborer une démarche de recherche et développement
- Prendre en compte les enjeux sociétaux et environnementaux

Enjeux organisationnels & professionnels

- Pratiquer le travail collaboratif
- Appréhender l'exercice de la responsabilité, de la gestion de projet
- Gérer les contraintes temporelles
- Rendre compte et communiquer avec des spécialistes et non spécialistes

UNE MÉTHODE PÉDAGOGIQUE AU CŒUR DES ENJEUX DE L'INDUSTRIE DU FUTUR ET DE LA SOCIÉTÉ

Qui associe « Théorie & Pratique » et s'appuie sur des sujets allant de la recherche appliquée à l'ingénierie. Les sujets relèvent soit de l'étude en profondeur d'une discipline ou de la mise en œuvre de connaissances issues de plusieurs disciplines et présentent un enjeu scientifique, économique et environnemental intéressant.

LES + PÉDAGOGIQUES

- Des projets (conduite et gestion) en groupe sur des études de cas industriels
- Des apports méthodologiques et des démarches-outils
- Des visites de sites technologiques de pointe
- Des conférences d'experts

MODE D'ÉVALUATION

Cet enseignement fait l'objet d'une évaluation individuelle (3 ECTS) et collective (3 ECTS) soit 6 ECTS crédités par MIG. L'évaluation prend la forme d'une rédaction d'un rapport collectif et d'une soutenance orale collective devant un jury. Elles visent à évaluer les capacités du groupe à :

- Mobiliser des connaissances scientifiques ou techniques pour analyser une situation concrète
- Repérer les enjeux et/ou les problématiques du sujet abordé dans le cadre du projet
- Présenter oralement et avec clarté une argumentation scientifique et technique

Les critères d'évaluation individuelle portent sur la part personnelle ayant contribué à l'avancement du projet collectif. Voir en annexe la grille afférente.

UN PROGRAMME CONÇU POUR VOUS ET AVEC VOUS

Vous aurez à résoudre seuls des problèmes bien posés. Par la mise en situation de chaque projet MIG, vous allez devoir développer un ensemble de compétences et mettre en œuvre des ressources. Encadrés par des enseignants-chercheurs de l'Ecole, vous et votre groupe (de 14 ou 15 élèves) aurez à traiter un problème complexe qu'il s'agit de

découvrir dans ses principales dimensions, bien sûr scientifique et technique, mais aussi transversales (socio-économie, gestion, droit, environnement, ... selon le domaine traité).

9 sujets différents, vous sont proposés. Ils reflètent tous l'actualité des thèmes de recherche développés par les centres de l'Ecole et l'industrie. Les défis que vous aurez à relever s'inscrivent tous dans des grands enjeux de l'industrie du futur et de la société.

Enseignement personnalisé, votre présence à toutes les activités est donc strictement obligatoire pour le bon fonctionnement du groupe (comme en entreprise).

DES ENCADRANTS DÉDIÉS ET A L'ÉCOUTE

Pour vous accompagner tout au long de votre projet, de l'élaboration à la gestion :

Une équipe pédagogique constituée de :

- Un responsable de la conception du programme MIG
- Un comité de suivi des MIG
- Une équipe d'enseignants-chercheurs, de chercheurs et d'experts issus du secteur industriel

Une équipe en charge de l'organisation et de l'encadrement des MIG :

- Un ou 2 coordinateurs
- Un centre de recherche référent

DURÉE DU PROGRAMME

15 jours sur le 1^{er} semestre

De mi-novembre à fin janvier (périodes bloquées)

Volume horaire : environ 111h (7h30/Jour)

Evaluation (nb crédit MIG : 6 ECTS)

Note individuelle : 3 ECTS

- Evaluation par coordinateur (cf. p.19)

Note collective : 3 ECTS

- Rédaction rapport (cf. p.17)
- Soutenance orale devant jury (cf. p. 18)

CENTRES DE RECHERCHE IMPLIQUES

LA RECHERCHE A MINES PARISTECH EST STRUCTUREE AUTOUR DE CINQ GRANDES THEMATIQUES, ENJEUX D'AVENIR, CORRESPONDANT A CINQ DEPARTEMENTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE. CHAQUE DEPARTEMENT EST ORGANISE EN CENTRES DE RECHERCHE.

Les centres de recherches directement impliqués dans les MIG sont soulignés en vert. Vous êtes invités à découvrir l'ensemble des centres de recherche MINES ParisTech via l'adresse web : <https://www.minesparis.psl.eu/>



DEPARTEMENT SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT

- Centre de géosciences (**GEOSCIENCES**) – Fontainebleau
- Institut supérieur d'ingénierie et gestion de l'environnement (**ISIGE**) – Fontainebleau

DEPARTEMENT ENERGETIQUE ET PROCEDES

- Centre Efficacité énergétique des systèmes (**CES**) - Palaiseau
- Centre Thermodynamique des Procédés (**CTP**) – Fontainebleau
- Centre Observation, Impacts, Énergie (**O.I.E.**) – Sophia Antipolis
- Centre Procédés, Energies Renouvelables, Systèmes énergétiques (**PERSEE**) – Sophia Antipolis

DEPARTEMENT MECANIQUE ET MATERIAUX

- Centre de mise en forme des matériaux (**CEMEF**) – Sophia Antipolis
- Centre des matériaux PM FOURT (**CMAT**) – Evry

DEPARTEMENT MATHEMATIQUES ET SYSTEMES

- Centre automatique et systèmes (**CAS**) - Paris
- Centre de robotique (**CAOR**) - Paris
- Centre de bio-informatique (**CBIO**) - Paris
- Centre de mathématiques appliquées (**CMA**) – Sophia Antipolis
- Centre de morphologie mathématique (**CMM**) – Fontainebleau
- Centre de recherche en informatique (**CRI**) – Fontainebleau

DEPARTEMENT ECONOMIE, MANAGEMENT ET SOCIETE

- Centre d'économie industrielle (**CERNA**) - Paris
- Centre de gestion scientifique (**CGS**) - Paris
- Centre de recherche sur les risques et les crises (**CRC**) – Sophia Antipolis
- Centre de sociologie de l'innovation (**CSI**) - Paris

CALENDRIER DU PROGRAMME 2021-2022

PRESENTATION ORALE ET CHOIX DES MIG



MERCREDI 6 OCTOBRE 2021 | 9h-12h15 – Salle L.108 (Paris)

INTRODUCTION	9h00-9h15	MIG TRANSPORT H20	10h45- 11h00
MIG SANTE	9h20-9h35	MIG VERRE 4.0	11h05-11h20
MIG TUNNEL EURALPIN	9h40-9h55	MIG ALEF	11h25-11h40
MIG CO2	10h00-10h25	MIG FORENSIC	11h45-12h00
PAUSE	10h25-10h40	MIG SOLAIRE	12h00-12h15

PERIODE BLOQUEE | 3 SEMAINES (phase 1)



DU LUNDI 15 NOVEMBRE 2021 AU VENDREDI 3 DECEMBRE 2021

MIG	CENTRE	LIEU	COORDINATEUR	
MIG ALEF	PERSEE	Sophia	P. Affonso	R. Girard
MIG CO2	CTP – GEOSC.	Fontainebleau	E. El Ahmar	I. Sin
MIG FORENSIC	CRC	Sophia	S. Travadel	F. Guarnieri
MIG SANTE	CGS - ENS	Paris	D. Abergel	F. Kletz
MIG SOLAIRE	OIE	Sophia	Ph. Blanc	J. Masafont
MIG TRANSPORT H20	CDM	Evry	Y. Madi	J. Besson
MIG TUNNEL EURALPIN	GEOSCIENCES	Fontainebleau	F. Hadj Hassen	I. Thenevin
MIG VERRE 4.0	CEMEF	Sophia	F. Pigeonneau	E. Hachem

PREPARATION COLLECTIVE DU RAPPORT ECRIT (phase 2)



VENDREDI 10 DECEMBRE 2021	9h00-10h30	Préparation du rapport écrit
MERCREDI 15 DECEMBRE 2021	12h00	Remise du rapport

PREPARATION A LA SOUTENANCE ORAL (phase 3)



VENDREDI 7 JANVIER 2022	9h00-12h30	Préparation à la soutenance orale
VENDREDI 14 JANVIER 2022	9h00-12h30	
MARDI 18 JANVIER 2022	13h45-17h00	
VENDREDI 21 JANVIER 2022	9h00-12h30	

SOUTENANCES ORALES



LUNDI 24 JANVIER 2022	Soutenances orales
MARDI 25 JANVIER 2022	

Un site dédié :

<http://mig.mines-paristech.fr/>

L'HYDROGENE DANS LA REGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Contexte : dans un contexte de lutte contre le changement climatique, l'hydrogène est appelé à jouer un rôle clé. Septembre 2020, la France présente sa stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné. La région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) a lancé en décembre de la même année son Plan Régional Hydrogène afin de soutenir la filière hydrogène ans la Région, décarboner les usages actuels de l'hydrogène dans l'industrie et promouvoir son utilisation en tant que vecteur énergétique, notamment pour la mobilité lourde. Les projets démonstrateurs foisonnent, mais l'intérêt de l'hydrogène dépend de plusieurs aspects techniques, économiques, environnementaux et sociétaux, ainsi que des spécificités de chaque territoire.

Problématique /Enjeux

D'où viendra l'hydrogène utilisé dans la Région PACA ? A partir de quelles sources d'énergie et où sera-t-il produit ? Comment sera-t-il transporté, stocké et distribué ? Quels seront les coûts et les impacts environnementaux et sociétaux du déploiement de l'hydrogène dans la région ? Comment répondre à ces questions en tenant compte des spécificités de chaque territoire ?

OBJECTIFS

- Etudier et évaluer le déploiement de l'hydrogène dans différents territoires de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, avec la construction d'un outil permettant de faire des analyses de sensibilité par rapport à différents paramètres.

Encadrement projet

- pedro.affonso_nobrega@mines-paristech.fr
- robin.girard@mines-paristech.fr
- anaelle.jodry@mines-paristech.fr

Centre de recherche : PERSEE

Lieux : Sophia-Antipolis

MINI-PROJETS /ETUDES

■ Chaque groupe étudiera un territoire type de la région :

- Unité urbaine de Nice :** une unité urbaine de presque 1 million d'habitants, densément peuplé sur l'axe Cannes-Antibes-Nice ;
- Bassin industriel de Fos-sur-Mer :** zone portuaire avec une forte concentration d'industries lourdes dont certaines sont ou pourront être consommatrices d'hydrogène (raffineries, aciérie, ...) à proximité de la Métropole Aix-Marseille ;
- Département des Hautes-Alpes :** département faiblement peuplé, en zone de montagne et à forte vocation touristique.
- Durance Luberon Verdon Agglomération (DLVA) :** agglomération disposant d'un site de stockage en cavités salines et fort potentiel photovoltaïque (foncier disponible, ensoleillement, ...).

DEROULEMENT

- 15-17/11 :** Découverte des enjeux et problématiques à travers de présentations (Région PACA, Capenergies...) et visites de sites industriels (Arcelor/Jupiter 1000, Evere, Géométhane...).
- 18/11-03/12 :** Conduite des mini-projets et synthèse des résultats des travaux réalisés. Présentation des résultats obtenus à la Région PACA.



Visites
d'entreprises
(1^{re} semaine)

Conduite étude(s)
(2^e semaine)

Synthèse & Rédaction
(3^e semaine)

LE CO2 : SON CAPTAGE, SON STOCKAGE ET SA VALORISATION

Contexte : dans un contexte international marqué par les accords de Paris et le plan Climat et avec un objectif de limiter à 2°C l'augmentation de la température mondiale d'ici à 2100 : une baisse de plus de 40 % des émissions mondiales de CO2 d'ici à 2040 est à présent nécessaire pour espérer y parvenir. Le Captage, le Stockage géologique et la Valorisation du CO2 (CSCV) est une des solutions qui permet de réduire les émissions incompressibles des sites industriels, grâce à plusieurs technologies pour récupérer le CO2 dans les fumées, le transporter, le stocker dans le sous-sol et le valoriser.

Problématique /Enjeux

Le CSCV permettra d'éviter l'émission de 8,2 milliards de tonnes de CO2 d'ici à 2060, contribuant à hauteur de 14 % à l'effort nécessaire. Les grands verrous liés à son déploiement :

- Réduire le coût des technologies de captage qui correspond à 65 à 75 % du coût total.
- Démontrer la faisabilité d'un stockage massif et sécurisé et mettre au point des technologies de contrôle et surveillance long-terme.
- Développer les analyses économiques et les analyses de cycle de vie pour quantifier les bénéfices environnementaux par rapport à des procédés alternatifs et une situation sans cette technologie.

OBJECTIFS

- Sensibiliser au CSCV : une solution à fort potentiel (se présentant comme l'une des mesures clefs de la réduction des émissions de gaz à effet de serre).
- Sensibiliser au déploiement de la filière CSCV en France

Encadrement projet

- elise.el_ahmar@mines-paristech.fr
- irina.sin@mines-paristech.fr

Centres de recherche : Centre Thermodynamique des Procédés (CTP) / Centre de Géosciences

Lieux : IDF (Paris, Fontainebleau, Massy, Jouy-en-Josas), Orléans, Nantes, Lyon

MINI-PROJETS

■ Décarbonation des procédés

- Aspects économiques et environnementaux.

■ Captage et valorisation du CO2.

- Quels sont les verrous technico-économiques ?
- Quelles nouvelles applications pour valoriser le CO2 ?

■ Stockage du CO2

- Quels sont les verrous techniques ?

■ Captage et stockage du CO2

- Quels scénarios de déploiement pour la France ?
- Comment et où stocker en France ?

■ CSCV

- Faisabilité technico-économique

DEROULEMENT

- **1^{re} et 2^{ème} semaines :** conférences, visites d'installations et échanges avec les partenaires industriels et académiques
- **3^{ème} semaine :** Conduite des mini-projets et synthèse des résultats des travaux réalisés



Ce polluant peut-il être une ressource ?

Conférences & Visites
(1^{re} et 2^e semaine)

Conduite étude & Synthèse
(3^e semaine)

PREDIRE LES ARRETS CARDIAQUES AU BLOC OPERATOIRE

Contexte : la surveillance des données physiologiques lors d'une opération chirurgicale permet à l'anesthésiste de réagir à des complications, notamment des déficiences cardiaques. Le MIG FORENSIC propose d'étudier dans quelle mesure un outil à base d'apprentissage statistique (Machine Learning) permettrait d'aider à la décision en temps réel, sans perturber le geste médical. L'étude abordera à la fois :

- (i) le développement d'algorithmes de prédiction à partir de données collectées à l'hôpital des enfants de Toulouse ;
- (ii) l'analyse des problématiques éthiques soulevées par un tel outil, dans le cadre d'observations non participantes et d'entretiens au centre de chirurgie pédiatrique.

Problématique /Enjeux

- La science des données permet de détecter des signaux faibles pour assister l'expert dans des décisions critiques, mais ces méthodes ne sont pas encore généralisées dans le champ chirurgical. La collecte des données entreprises par le centre de chirurgie pédiatrique de l'hôpital de Toulouse ouvre de réelles perspectives d'innovation à cet égard. Le MIG FORENSIC constitue ainsi la première étape d'une série de travaux en vue, à termes, d'implémenter des solutions opérationnelles.
- En chirurgie, la décision est largement fondée sur l'expérience et l'intuition du praticien. L'introduction d'algorithmes d'apprentissage statistique dans ce processus vient modifier les pratiques, ce qui soulève des questions de fiabilité des prédictions d'une part ; d'intelligibilité des prédictions d'autre part. Or, la performance des algorithmes de Machine Learning est souvent obtenue au prix d'une complexité qui en fait des « boîtes noires ». La solution proposée doit tenir compte de ces deux objectifs contradictoires, selon les besoins des utilisateurs finaux.

OBJECTIFS

- Modéliser la prise de décision au bloc opératoire en lien avec les médecins.
- Développer des algorithmes (en Python) pour anticiper des arrêts cardiaques.
- Porter un regard critique sur les performances des algorithmes, sous l'angle de leur intelligibilité et de l'acceptabilité par les praticiens.
- Proposer une vision d'ensemble sur les solutions envisageables à moyen terme.

Encadrement projet :

- sebastien.travadel@mines-paristech.fr
- franck.guarnieri@mines-paristech.fr

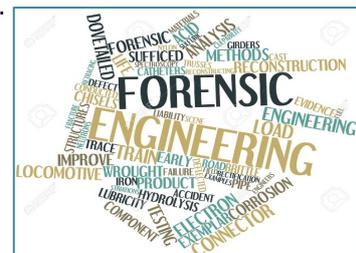
Centre de recherche : Centre de recherche sur les risques et les crises (CRC)

Lieux : Sophia Antipolis, Toulouse (CHU)

DEROULEMENT

Après une semaine d'introduction commune aux problématiques des données en chirurgie, à l'apprentissage statistique et aux concepts du Lean Management, les travaux seront conduits en deux groupes. Un groupe de 3 ou 4 élèves observera durant une semaine les praticiens au bloc opératoire pour formaliser les processus de décision, et s'entretiendra avec eux pour questionner l'acceptabilité de solutions d'aide à la décision à base de Machine Learning. Un second groupe se consacrera à l'analyse des données collectées durant plusieurs mois par le centre de chirurgie pédiatrique, à l'aide de méthodes des sciences des données (traitement du signal, apprentissage statistique). Un médecin anesthésiste participera activement aux travaux pour aider à la définition du problème d'ingénierie

Les deux groupes se réuniront la troisième semaine pour proposer une vision d'ensemble des solutions qui pourraient être mises en œuvre à terme, et la présenter aux médecins.



Introduction
Problématiques
(1re semaine)

Visites d'observation
(2e semaine)

Analyses & Propositions
(3e semaine)

NUMERISATION DU SYSTEME DE SANTE : ENJEUX D'UNE MEDECINE PRISE ENTRE HUMANITE ET TECHNICITE

Contexte : les nombreux développements technologiques qui ont fait leur apparition dans les dernières décennies dans le domaine de la santé concernent non seulement les stricts outils thérapeutiques (médecine personnalisée, progrès biotechnologiques, robotique, ...) mais touchent plus largement au domaine de la prise en charge où des moyens numériques. La crise Covid a donné une accélération à ces moyens numériques dont beaucoup s'inscrivent, au-delà de la crise sanitaire, dans une évolution des techniques et des stratégies de prise en charge de la santé des patients. Il convient à présent, d'évaluer les apports de ces instruments – tels que téléconsultation et dossiers médicaux numérisés, ou autres outils numériques mis en place par différents acteurs de la santé (APHP, ARS, ...) - et les bénéfices pour les patients et leurs soignants. L'outil numérique peut en outre avoir des conséquences paradoxales sur la qualité du suivi et de la prise en charge des patients. En fin de compte, il s'agit d'évaluer dans ce cas particulier dans quelle mesure la technique peut être mise au service d'une médecine où la relation entre le patient et ses soignants demeure une préoccupation centrale.

Problématique / Enjeux

- Le sujet est proposé par le Dr Michèle Levy-Soussan, qui dirige l'unité mobile d'accompagnement et de soins palliatifs de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière.
- Le Dr Levy-Soussan vous demande de manière prospective d'évaluer les possibilités offertes par les nouveaux outils numériques - télémédecine (ORTIF) ou dossier patient unique (ORBIS) notamment - pour améliorer la qualité et l'efficacité de la prise en charge des patients

OBJECTIFS

- Proposer une analyse et une évaluation du dispositif de télémédecine ORTIF, son apport et son efficacité pour le suivi des patients
- Apprécier l'efficacité (amélioration du parcours de soin, qualité de suivi des patients)
- Quelles modifications de la pratique ces outils de télémédecine induisent-ils, avec quels avantages et limites éventuels pour les soignants ?
- Quels sont les apports et limites de l'outil ? Proposer des pistes d'amélioration du dispositif et avec quels objectifs

Encadrement projet

- frederic.kletz@mines-paristech.fr
- daniel.abergel@ens.psl.eu

Centre de recherche : centre de gestion scientifique (CGS) & l'ENS

Lieux : Paris

ETUDES

- Identifier les points faibles et les difficultés éventuelles de fonctionnement
- Comment les demandes des utilisateurs sont-elles prises en compte ?
- Quelle amélioration de la qualité du suivi des patients ?
- En quoi les outils numériques peuvent être récupérés par les patients et participer à la démocratie sanitaire prise en charge ?
- Impact des outils de télémédecine pour la médecine de ville et à l'interface ville-hôpital

DEROULEMENT

- **1ère semaine :** rencontres avec des acteurs variés du domaine : médecins spécialistes, généralistes, acteurs institutionnels (APHP, ARS, ...).
- **2ème semaine :** approfondissement des divers aspects soulevés par les intervenants. Problématisation des questions (mini-projets).
- **3ème semaine :** conduite des mini-projets et synthèses des propositions de solutions envisagées.



Visite de services
hospitaliers
1re semaine

Conférences &
Mini-projets
2e semaine

Mini-projets &
Synthèse
3e semaine

DOMAINE DU RAYOL : CAPTER LES ENERGIES DU JARDIN DES MEDITERRANEEES POUR AMORCER ET METTRE EN PAYSAGE SA TRANSITION ENERGETIQUE ET ECOLOGIQUE

Contexte : lieu démonstrateur des pensées du paysagiste de renommée internationale Gilles Clément, le Domaine du Rayol, propriété du Conservatoire du Littoral, partage depuis plus de 30 ans de nombreuses valeurs portées par l'esprit du jardin comme celles relatives à l'écologie, au paysage, à l'ouverture au monde. Le domaine souhaite entamer une transition énergétique et écologique en cherchant l'efficacité énergétique et en étant producteur d'énergies renouvelables pour couvrir toute ou partie de ses besoins.

Problématique / Enjeux

- Comment capter les ressources renouvelables locales du domaine pour contribuer significativement à ses besoins énergétiques et hydrauliques de fonctionnement ?
- Comment mêler sciences, ingénierie, paysagisme, design et art pour atteindre cet objectif ?
- Comment mettre en scène ces énergies pour que le domaine du Rayol devienne aussi un lieu inspirant de la transition énergétique et écologique ?

OBJECTIFS

- Diagnostique des besoins, des gains d'efficacité et des ressources énergétiques et hydrauliques du domaine
- Croiser les regards d'ingénieurs et de paysagistes pour proposer et expérimenter des moyens efficaces et esthétiques de captation et de mise en valeur des ressources énergétiques renouvelables.

Encadrement projet

- philippe.blanc@mines-paristech.fr

Centre de recherche : Observation, Impacts, Energie (OIE)

Lieux : Domaine du Rayol / Sophia Antipolis

ETUDES

Ce MIG n'est pas organisé en mini-projets : aidés par une introduction à la méthodologie LEAN, les étudiants des différentes écoles (Ecole des Mines et Ecoles de Paysage) trouveront par eux-mêmes une organisation du travail pour mener à bien ce projet, en croisant leurs regards et disciplines, avec le support et l'expertise d'encadrants de l'Ecole des Mines mais aussi des deux Ecoles de Paysages. Après une phase de diagnostic sur les besoins et les ressources énergétiques renouvelables et hydrauliques du domaine de 12 ha, le projet visera une intégration des solutions autour de trois piliers : les intégrations paysagères, dans le réseau électrique et dans l'animation du site.

DEROULEMENT

- **J1-2** : descente dans le Sud avec visites liées à des infrastructures énergétiques
- **J3** : visite et conférences introductives sur le site du domaine du Rayol
- **J4-8** : ateliers avec les différentes Ecoles
- **J9** : déplacement sur Sophia Antipolis et visites, conférences
- **J10-12** : continuation des ateliers sur Sophia
- **J15-18** : finalisation, synthèse, rédaction
- **J19** : première restitution orale (avant janvier)



Visites & Conférences
(1^{re} semaine)

Ateliers
(2^e semaine)

Synthèse & Rédaction
(3^e semaine)

TRANSPORT DE L'HYDROGENE

Contexte : l'hydrogène gazeux «décarboné» peut être produit par électrolyse de l'eau grâce à de l'électricité produite par des panneaux photovoltaïques, des éoliennes, des hydroliennes ou des réacteurs nucléaires. Le gaz ainsi produit devra être collecté et acheminé vers les centres de consommation. Il est envisagé d'utiliser les réseaux de distribution existants (la construction de nouveaux réseaux serait très onéreuse). Il est donc primordial d'évaluer les potentiels effets de l'hydrogène sur les propriétés mécaniques des aciers faiblement alliés utilisés pour la fabrication des tubes. Le MIG sera organisé dans le cadre de la chaire industrielle ANR « Mini-Eprouvettes pour le Suivi en Service des structures avec Application au transport d'Hydrogène » (MESSIAH).

Problématique /Enjeux :

La volonté politique de développer l'hydrogène comme vecteur d'énergie (voir par exemple le plan stratégique pour l'hydrogène de la commission européenne) conduira à la production massive d'hydrogène gazeux qu'il faudra transporter sur de grandes distances. Il est envisagé d'utiliser une partie des réseaux de distribution de gaz (principalement le méthane) déjà existant. Les gazoducs ont été construits en acier sur une longue durée. Le réseau est ainsi constitué de pipes dits « vintage » posés dans les années 60 et de pipes récents. Par ailleurs l'hydrogène est connu pour fragiliser les aciers. Il convient donc, avant d'utiliser les réseaux actuels, de vérifier que ceux-ci sont aptes au transport de l'hydrogène pour les niveaux de pression partielle envisagés.

OBJECTIFS

- Comprendre et évaluer les évolutions du réseau gazier actuel afin de le rendre apte au transport de l'hydrogène
- Évaluer l'effet de l'hydrogène sur le comportement et la rupture des aciers de gazoduc.

Encadrement projet

- yazid.madi@mines-paristech.fr
- jacques.besson@mines-paristech.fr

Centre de recherche : Centre des Matériaux (CDM)

Lieux : Paris, Evry, PACA.

MINI-PROJETS/ETUDES

■ Enjeux économiques/technologiques du transport de H2 dans le réseau actuel.
(GRTgaz/Domaine du Rayol)

■ Production d'hydrogène décarboné du réseau local au réseau national
Air Liquide/Domaine du Rayol

■ Evaluation de l'effet de l'hydrogène : acier « vintage »
Y. Madi, M. Tebib

■ Évaluation de l'effet de l'hydrogène : acier « moderne »
Y. Madi, M. Tebib

■ Simulation du couplage chargement mécanique/diffusion de l'hydrogène
L. Lacourt, J. Besson



DEROULEMENT

- 1^{re} semaine** : visites et séminaires
- 2^{ème} et 3^{ème} semaine** : mini-projets

Visites & séminaires
(1^{re} semaine)

Mini-projets
(2^e semaine)

Mini-projets (suite)
(3^e semaine)

CONCEPTION DU TUNNEL EURALPIN LYON-TURIN

Contexte : *Le massif alpin dans sa dimension européenne constitue une barrière naturelle et un frein à une intégration optimale des réseaux de transports entre les pays riverains et plus largement entre le nord et le sud de l'Europe. Le projet du Tunnel Euralpin Lyon-Turin (TELT) se présente donc comme une réalisation majeure d'aménagement du territoire européen avec comme pièce maîtresse un tunnel bitube de 57 km de longueur qui franchira les Alpes franco-italiennes. Compte tenu de l'ampleur de l'ouvrage et de ses conditions de réalisation, cette nouvelle liaison apparaît donc comme un projet profondément novateur qui requiert une attention particulière sur les plans technique, économique et environnemental. La conception d'une telle infrastructure relève fondamentalement d'une analyse des besoins et de son intégration dans un réseau d'échanges européens, ce qui nécessite d'examiner les projets équivalents en Allemagne, Suisse, Italie et Autriche.*

Problématique /Enjeux

- Répondre aux échanges croissants entre les divers pays de l'union européenne dans une optique de développement et d'intégration appropriés.
- Respecter les normes de qualité et d'exigences qui s'inscrivent dans la notion de développement durable pendant les phases de construction et d'exploitation du tunnel.
- Conduire une analyse socio-économique et environnementale globale du projet sur le long terme.

OBJECTIFS

- Découvrir le projet sous ses divers aspects techniques : conception générale, méthodes de creusement et conditions d'exploitation et de sécurité.
- Analyser aussi les volets réglementaire, environnemental, sociétal et économique du projet.

Encadrement projet

- Faouzi.hadj_hassen@mines-paristech.fr
Tél. 01 64 69 48 25
- Isabelle.thenevin@mines-paristech.fr
Tél. 01 64 69 48 96.

Centre de recherche : GEOSCIENCES

Lieux : Fontainebleau, Paris, Ile de France et Vallée de Maurienne

MINI-PROJETS/ETUDES

■ 1. Contexte et enjeux du projet

Caractériser les trafics routier et ferroviaire transalpins ainsi que les tunnels européens, acquérir les données du tunnel Lyon-Turin.

■ 2. Etude géotechnique du tunnel

Dimensionner les ouvrages et leur soutènement pour garantir la stabilité à long terme.

■ 3. Méthode de creusement

Choisir la méthode de creusement à l'explosif ou mécanique et la mettre en œuvre dans les ouvrages du tunnel.

■ 4. Aérage, risque et incendie

Dimensionner l'aérage en phases de creusement et d'exploitation du tunnel, analyser la sécurité et les risques encourus.

■ 5. Cadre législatif, sociétal et environnemental

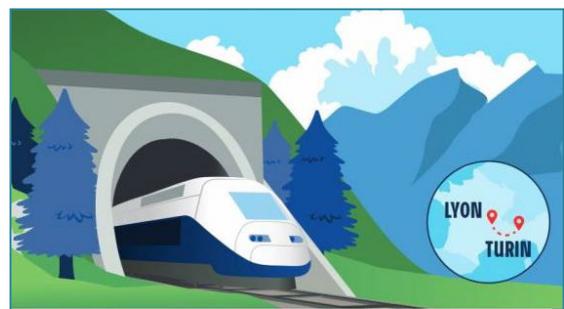
Analyser l'impact environnemental de la construction du tunnel et de son exploitation ainsi que l'acceptabilité sociale.

■ 6. Evaluation socio-économique du projet

Réaliser une analyse socio-économique globale du projet sur le long terme pour évaluer sa rentabilité économique.

DEROULEMENT

- **1re semaine :** acquisition des connaissances nécessaires en s'appuyant sur des conférences, des visites d'installations et des échanges avec les partenaires industriels et institutionnels.
- **2ème semaine :** conduite des mini-projets 1 à 3 et synthèse des résultats obtenus.
- **3ème semaine :** conduite des mini-projets 4 à 6 et préparation du rapport final.



Visite d'entreprises et conférences (1^{re} semaine)

Mini-projets 1 à 3 (2^{ème} semaine)

Mini-projets 4 à 6 et synthèse (3^{ème} semaine)

LE VERRE : ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DE SON ELABORATION ET PROCEDES DE COLORATION ET DE RENFORCEMENT MECANIQUE

Contexte : *présent dans l'habitat, les moyens de transport, les appareils électroniques, les emballages, le transport de l'information, etc., le verre s'impose comme un matériau incontournable de notre vie quotidienne. Ceci tient au fait qu'il allie transparence, rigidité mécanique, durabilité chimique et une grande capacité de formage. De plus, le verre est, par nature, un matériau recyclable à l'infini. Néanmoins, sa production et sa mise en forme ont un impact environnemental important. Son élaboration nécessite de fondre un liquide à haute température (>1500°C) dans des installations industrielles de grandes tailles. De plus, l'utilisation de matières premières carbonatées conduit à une libération de CO2 non négligeable. Le verre étant de fait considéré comme un des matériaux du futur, l'industrie verrière fait face à des enjeux majeurs dans les domaines de l'énergie et l'environnement qui seront au cœur de ce projet d'enseignement.*

Problématique / Enjeux

Les différents marchés du verre seront présentés. Le potentiel industriel sera évalué en cherchant ce que pourrait être l'élaboration et le verre du futur en se basant sur des considérations énergétiques, chimiques et mécaniques.

OBJECTIFS

- En prenant le marché de l'emballage comme exemple, l'objectif est d'analyser ce secteur particulier, premier marché européen. En se basant sur l'analyse du cycle de vie des bouteilles, on explorera des pistes visant à réduire l'impact de l'apport des matières premières.

Encadrement projet

- franck.pigeonneau@mines-paristech.fr
- romain.Castellani@mines-paristech.fr
- paula.perez_lopez@mines-paristech.fr

Centre de recherche : CEMEF / OIE

Lieux : Sophia Antipolis

MINI-PROJETS/ETUDES

- Analyse du cycle de vie des bouteilles en verre
- Recyclage du verre lors de l'élaboration
- Coloration du verre
- Renforcement mécanique du verre

DEROULEMENT

- Semaine 1 :** cours, séminaires et visites d'usines
- Semaines 2 et 3 :** mini-projets avec pré-restitution



Conférences et
visites
(1re semaine)

Mini projets
(2e semaine)

Mini-projets & Synthèse
(3e semaine)

GRILLE ÉVALUATION - RAPPORT ÉCRIT

Note collective

RAPPORT FINAL

2 formats au choix

► Rédaction d'un rapport final

- 20-30 pages max
- + annexe(s)

► Rédaction sous forme d'article

- 1 article par mini-projet
- Inclure une synthèse (*type Executive Summary*) qui met en évidence l'ensemble de la démarche

CRITERES	Excellent (20-18)	Très bien (18-16)	Bien (16- 14)	Moyen (14- 12)	Passable (12- 10)	Insuffis. (<10)
Contexte et définition du projet/ sujet <ul style="list-style-type: none"> • Originalité / Spécificité du sujet • Envergure, complexité • Mise en évidence de l'ensemble des enjeux (socio-économie, gestion, droit, environnement, ...) • Définition du cahier des charges et hypothèses simplificatrices faites afin de réaliser une étude dans le temps imparti et les moyens disponibles. 						
	Commentaires :					
Documentation <ul style="list-style-type: none"> • Pertinence des références • Utilisée pour montrer le contexte et l'utilité du projet/sujet • Utilisée pour définir la méthodologie • Bonne synthèse de l'état de l'art 						
	Commentaires :					
Méthodologie <ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'une démarche scientifique • Formulation des hypothèses à valider lors de l'analyse • Description de la méthodologie utilisée (expérimentale et/ou modélisation) • Définition de la portée et des limites de l'étude 						
	Commentaires :					
Présentation des résultats <ul style="list-style-type: none"> • Présentés de façon claire et compréhensible • Présentation des données sur support judicieux (tableaux, graphiques et schémas) • Justesse et pertinence des observations 						
	Commentaires :					
Analyse/Discussion <ul style="list-style-type: none"> • Analyse critique des résultats, rigueur • Représentativité des données, des phénomènes étudiés • Formulation de recommandations claires et adéquates • Conclusion générale et ouvertures judicieuses (reformulation éventuelle du problème, études complémentaires à mettre en place ...) 						
	Commentaires :					
Qualité de la Rédaction <ul style="list-style-type: none"> • Esprit de synthèse • Capacité à faire comprendre les enjeux et à éclairer les choix • Structure (plan) mettant en valeur les éléments essentiels du projet 						
	Commentaires :					
Evaluation et commentaire global	Excellent (20-18)	Très bien (18-16)	Bien (16- 14)	Moyen (14- 12)	Passable (12- 10)	Insuffis. (<10)

Clarté et esprit de synthèse

Démarche et rigueur scientifique

Capacité à faire comprendre les enjeux et à éclairer les choix

GRILLE EVALUATION - JURY- SOUTENANCE ORALE

Note collective

SOUTENANCE ORALE

1H

2 formats au choix

<p>► Présentation collective</p> <ul style="list-style-type: none"> Support : transparent, video, maquette... Elaboration collective de la présentation : tout le groupe doit être impliqué. Distribution uniforme du temps de parole par élève 	45 mn	<p>► Présentation collective</p> <ul style="list-style-type: none"> Support libre Elaboration collective de la présentation Distribution du temps de parole par élève au choix 	20 mn
		<p>► Pitches individuels (1mn /pitch par élève) <i>Voir modalités page suivante</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Sans support ou avec 5 slides max pour l'ensemble du groupe Rendre compte de son apport (rôle/mission au cours du projet) - 	25 mn
<p>► Questions du jury</p>	15 mn	<p>► Questions du jury</p>	15 mn

Présentation collective (**critères 1 et 3**)

Présentation collective + pitch individuel (**critères 1, 2 et 3**)

CRITERES	Excellent (20-18)	Très bien (18-16)	Bien (16- 14)	Moyen (14- 12)	Passable (12- 10)	Insuffis. (<10)
<p>1. Présentation collective</p> <ul style="list-style-type: none"> Pertinence des supports, structuration de la présentation Identification /compréhension des enjeux de l'étude Mise en évidence de la rigueur scientifique / la méthodologie appliquée 						
	Commentaires :					
<p>2. Pitch individuel</p> <ul style="list-style-type: none"> Cohérence de l'ensemble des pitches (lisibilité de la démarche) Mise en évidence de la complémentarité de chacun (tâche, fonction, rôle) Sens de la narration et de la concision 						
	Commentaires :					
<p>3. Questions du jury</p> <ul style="list-style-type: none"> Cohérence et pertinence des réponses Clarté et justesse du vocabulaire utilisé Structuration de réponse (reformulation, contextualisation, démarche, résultat, analyse) Rigueur de l'argumentation 						
	Commentaires :					
Evaluation globale						

Capacité à exposer une démarche ingénieur

Capacité à mettre en valeur les points clés

Capacité à expliquer et à argumenter

GRILLE EVALUATION INDIVIDUELLE

- COORDINATEURS-

Note individuelle

CRITERES	Excellent (20-18)	Très bien (18-16)	Bien (16- 14)	Moyen (14- 12)	Passable (12- 10)	Insuffis. (<10)
Nom de l'élève :						
<i>Part personnelle à l'avancement du projet</i>						
<i>Participation à la dynamique de groupe</i>						
<i>Assiduité, ponctualité</i>						
<i>Compréhension des enjeux de l'étude</i>						
<i>Intervention lors des conférences et visites</i>						
Commentaires :						
Mini-projets						
<i>Autonomie</i>						
<i>Quantité de travail</i>						
<i>Initiative</i>						
<i>Analyse des Résultats obtenus/ Rigueur</i>						
<i>Communication avec ses coéquipiers / Esprit de synthèse</i>						
<i>Capacité d'écoute et d'organisation</i>						
Commentaires :						
Note globale						

Pratique du travail
collaboratif

Exercice de la
responsabilité

Capacité à gérer un
projet

