



# Programme et contenus pédagogiques

## Spécialité

### Génie de l'Eau et Génie Civil 2017



<http://ensip.univ-poitiers.fr>

## Table des matières

<b>La spécialité Génie de l'Eau et Génie Civil</b>	<b>3</b>
<b>Les parcours</b>	<b>3</b>
<b>Parcours CréE</b>	<b>4</b>
<b>Organisation des enseignements</b>	<b>5</b>
Semestre 5 - 1 <sup>re</sup> année . . . . .	5
Semestre 6 - 1 <sup>re</sup> année . . . . .	5
Semestre 7 - 2 <sup>e</sup> année . . . . .	6
Semestre 8 - 2 <sup>e</sup> année . . . . .	6
Semestre 9 - 3 <sup>e</sup> année . . . . .	7
Semestre 10 - 3 <sup>e</sup> année . . . . .	8

## La spécialité Génie de l'Eau et Génie Civil

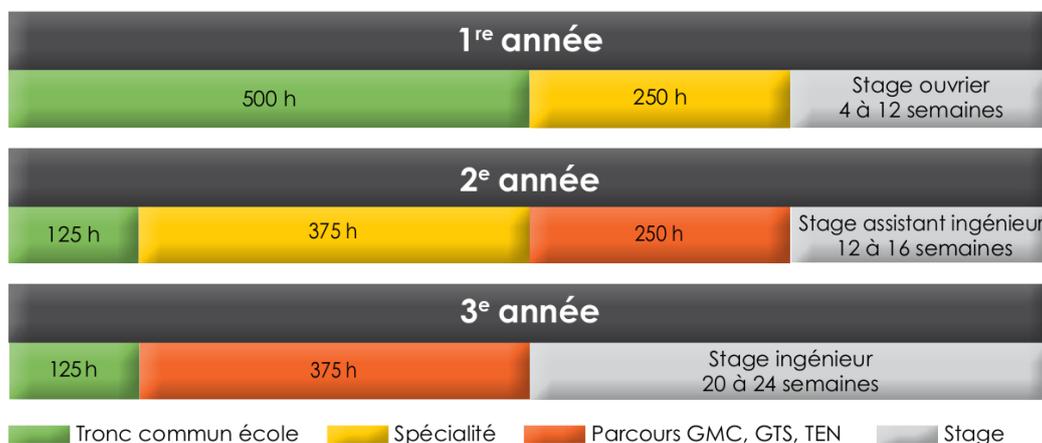
Le diplôme Génie de l'Eau et Génie Civil (GEGC) assure une formation pluridisciplinaire dans les domaines de l'environnement et du génie civil. Il a pour vocation de former des ingénieurs sachant répondre et s'adapter aux enjeux de l'aménagement du territoire : de la gestion de la ressource naturelle (exploitation, préservation, remédiation) à la réalisation d'infrastructures d'accessibilité et d'équipement des territoires.

Les activités visées sont :

- l'exploitation et la protection des ressources naturelles (eau, géomatériaux),
- la conception, la construction, l'exploitation et la gestion d'infrastructures (ouvrages d'art, travaux souterrains, routes et VRD, unités de traitement et de dépollution des eaux...),
- l'hydraulique urbaine (eau potable, assainissement),
- le diagnostic et la décontamination des sites et sols pollués.

Le diplôme GEGC s'organise autour de trois parcours :

- Géotechnique et Matériaux de Construction : GMC
- Géotechnique et Travaux Souterrains : GTS
- Traitement des Eaux et des Nuisances : TEN



### Les parcours

**Le parcours TEN** forme des ingénieurs spécialisés en chimie de l'environnement, compétents en analyses des eaux, des sols et de l'air, ainsi qu'en génie des procédés appliqués au traitement des eaux et des sols (procédés chimiques, physico-chimiques et biologiques). Aptes à établir un état des lieux de la pollution des différents compartiments naturels, les ingénieurs sont capables de concevoir, de dimensionner, de réaliser et d'exploiter toutes filières de traitement des eaux et des déchets pour les collectivités locales ou les industries :

- usines de production d'eau potable ;
- unités de production d'eau pour les industries ;
- unités de traitement d'eaux pluviales ;
- stations d'épuration d'eaux usées urbaines et industrielles ;
- centres de collecte, de tri et de stockage des déchets.

La formation dispensée permet également aux ingénieurs d'intégrer des bureaux d'études en environnement et des services Environnement de grands groupes industriels.

**Le parcours GMC** est commun au parcours GTS en 2<sup>e</sup> année. Il s'appuie sur des formations de géologie de l'ingénieur, géotechnique, mécanique des sols et des roches et travaux publics. En troisième année, ce parcours accentue sa formation en géotechnique (géophysique, dimensionnements de fondations profondes et spéciales, soutènement, pathologie des fondations et sécheresse), calcul de chaussées routières, gestion et exploitation des matériaux de construction et initie les élèves ingénieurs aux calculs de structures (béton armé et précontraint).

**Le parcours GTS** est commun au parcours GMC en 2<sup>e</sup> année. Il vise à spécialiser les élèves-ingénieurs géotechniciens dans les domaines des travaux souterrains (géophysique, méthodes de creusement et soutènement des ouvrages

souterrains, drainage et étanchéité) et de l'exploitation et l'aménagement de l'espace souterrain (infrastructures de transport, stockage, galeries hydrauliques...) en interaction avec son environnement, plus particulièrement en domaine urbain. Les élèves-ingénieurs sont également formés aux méthodes classiques de dimensionnement des ouvrages souterrains. Suffisamment généralistes et spécialisés, les parcours GMC et GTS permettent aux ingénieurs de s'intégrer dans les divers métiers du Génie Civil et de l'aménagement du territoire.

**Les domaines de références pour les parcours GMC et GTS** sont :

- la géologie de l'ingénieur appliquée au génie civil, à la recherche de gisement, à l'hydrogéologie et au réaménagement (dépollution) de site.
- la géotechnique et la mécanique des sols et des roches appliquées à la conception et à la modélisation des fondations (superficielles, profondes et spéciales).
- la géotechnique et la mécanique des sols et des roches appliquées à la conception et à la modélisation des ouvrages souterrains (tunnels routiers et ferroviaires, ouvrages de stockage, ouvrages hydrauliques)
- la mise en œuvre des matériaux dans les travaux publics (VRD, routes), béton et calcul de structure béton armé.
- l'exploitation et l'aménagement de l'espace souterrain et les interactions des ouvrages souterrains avec leur environnement.
- la géophysique, les essais in-situ pour la reconnaissance des sols et des sites pollués d'une part, des massifs rocheux et du sous-sol d'autre part.

## Parcours CréE

Destiné aux élèves des deux diplômes de l'école, il est organisé avec la CCI de la vienne et les organisations patronales pour mettre en place un écosystème dédié à la reprise d'entreprise à plus ou moins longue échéance. Les élèves peuvent substituer des enseignement des parcours classiques (équivalent à 2 UE) par des contenus de formation qui leur donneront toutes les compétences pour créer ou reprendre une entreprise.

## Organisation des enseignements

### Semestre 5 - 1<sup>re</sup> année

<b>UE051</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Analyse du cycle de vie	1.5	3	0	1	<i>9</i>
	CAO/DAO - Building Information Modelling	0	6	0	2	<i>9</i>
	Conduite de projets (Méthodes et outils)	0	0	0	1	<i>9</i>
	Mathématiques 1	0	34.5	0	2	<i>9</i>
	Santé et sécurité au travail 1	3	0	0	0	<i>9</i>
	Statistiques	6	10.5	0	1	<i>10</i>
	Thermodynamique	0	30	15	3	<i>10</i>
<b>Total</b>		<b>10.5</b>	<b>84.0</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	

<b>UE052</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Algorithmique et Programmation	0	9	15	2	<i>10</i>
	Anglais 1	0	24	0	2	<i>11</i>
	Compétences numériques	0	3	0	1	<i>11</i>
	Introduction à l'Électrotechnique	9	9	15	2	<i>11</i>
	Mécanique des fluides 1	9	10.5	0	1	<i>12</i>
	Mécanique des milieux continus	12	9	0	2	<i>12</i>
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>64.5</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	

<b>UE053</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Chimie des eaux naturelles	18	21	20	4	<i>13</i>
	Géologie de l'ingénieur	12	9	12	3	<i>13</i>
	Géotechnique 1 : Notions de base	12	12	9	3	<i>13</i>
<b>Total</b>		<b>42</b>	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>10</b>	

### Semestre 6 - 1<sup>re</sup> année

<b>UE061</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Anglais 2	0	24	0	2	<i>14</i>
	Gestion 1	0	15	0	1	<i>14</i>
	Introduction aux méthodes numériques	0	15	12	2	<i>14</i>
	Mathématiques 2	0	21	0	1	<i>14</i>
	Signaux	0	24	12	2	<i>15</i>
	Travail d'application	0	0	0	2	<i>15</i>
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>99</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	

<b>UE062</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Communication	0	0	15	1	<i>15</i>
	Histoire et Philosophie des sciences	0	12	0	1	<i>16</i>
	Introduction aux bases de données	0	4.5	6	1	<i>16</i>
	Mécanique des fluides 2	12	12	15	3	<i>16</i>
	Résistance des matériaux	12	21	15	4	<i>17</i>
<b>Total</b>		<b>24</b>	<b>49.5</b>	<b>51</b>	<b>10</b>	

<b>UE063</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Béton et mise en œuvre	19.5	6	8	2	<i>17</i>
	Géotechnique 2 : Applications	12	6	8	3	<i>18</i>
	Hydrogéologie	12	13.5	0	2	<i>18</i>
	Polluants dans les milieux naturels	12	6	8	3	<i>18</i>
<b>Total</b>		<b>55.5</b>	<b>31.5</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	

**Semestre 7 - 2<sup>e</sup> année**

<b>UE071</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Anglais 3	0	22	0	2	<i>18</i>
	Bureautique avancée	0	0	12	1	<i>19</i>
	Conduite de réunion - Gestion de conflits	0	9	0	1	<i>19</i>
	Santé et sécurité au travail 2	3	3	0	0	<i>19</i>
	Systèmes	0	33	15	4	<i>19</i>
	Turbomachines	6	12	0	1	<i>20</i>
	Veille technologique et réglementaire	0	0	0	1	<i>20</i>
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>79</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	

<b>UE072</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Décontamination des sites et sols pollués	18	6	0	2	<i>20</i>
	Etudes et gestion des sols	15	9	4	3	<i>21</i>
	Gestion et valorisation des déchets	18	6	0	2	<i>21</i>
	Projet encadré	0	0	0	1	<i>21</i>
	Ressources en eau et transferts de polluants	13.5	12	0	2	<i>21</i>
<b>Total</b>		<b>64.5</b>	<b>33</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	

<b>UE073</b>		Cours	TD	TP	ECTS	GMC	GTS	TEN	<i>p.</i>
	Coagulation-floculation	6	3	0	1	.	.	•	<i>22</i>
	Décantation et flottation	6	3	0	1	.	.	•	<i>22</i>
	Environnement professionnel 1	9	0	0	1	•	•	.	<i>22</i>
	Filtration en profondeur et membranaire	12	9	0	1	.	.	•	<i>22</i>
	Formation et identification des roches	18	0	18	2	•	•	.	<i>23</i>
	Géotechnique 3 : Mécanique des sols	16.5	16.5	18	5	•	•	.	<i>23</i>
	Microbiologie de l'environnement	6	4.5	0	1	.	.	•	<i>24</i>
	Mécanique des roches 1 : Géologie structurale	13.5	9	0	2	•	•	.	<i>23</i>
	Métrologie des eaux résiduaires	6	4.5	0	1	.	.	•	<i>24</i>
	Réacteurs	12	7.5	0	1	.	.	•	<i>24</i>
	Techniques d'analyses pour l'environnement	6	4.5	0	1	.	.	•	<i>25</i>
	Travaux pratiques 1	0	0	32	3	.	.	•	<i>25</i>

**Semestre 8 - 2<sup>e</sup> année**

<b>UE081</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	BIM Building Information Modeling	3	8	0	2	<i>25</i>
	Hydraulique des réseaux 1	13.5	10.5	0	2	<i>25</i>
	Infrastructures routières 1	7.5	0	0	1	<i>26</i>
	Métrologie	9	3	0	1	<i>26</i>
	SIG Systèmes d'information géographique	0	8	0	0	<i>26</i>
	Topographie	13.5	10.5	8	3	<i>27</i>
	Voirie, réseaux divers	0	6	0	1	<i>27</i>
<b>Total</b>		<b>46.5</b>	<b>46.0</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	

<b>UE082</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Altération des matériaux de construction	15	0	0	1	<i>27</i>
	Anglais 4	0	24	0	2	<i>28</i>
	Code des marchés publics - MOA, MOE	10.5	12	0	2	<i>28</i>
	Droit de l'environnement et développement durable	18	0	0	0	<i>29</i>
	Gestion des eaux pluviales	9	3	0	0	<i>29</i>
	Projet transversal	0	0	0	3	<i>29</i>
	Transfert de chaleur	0	24	0	2	<i>30</i>
<b>Total</b>		<b>52.5</b>	<b>63</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	

<b>UE083</b>		Cours	TD	TP	ECTS	GMC	GTS	TEN	<i>p.</i>
	Adsorption sur charbon actif	3	1.5	0	0	.	.	•	30
	Equilibres calco-carboniques	6	4.5	0	1	.	.	•	31
	Filière de production d'eau potable	6	3	0	1	.	.	•	31
	Géotechnique 4 : Fondations	19.5	12	34	5	•	•	.	32
	Infrastructures routières 2	8	0	0	1	•	•	.	32
	Mécanique des roches 2 : Massifs rocheux	6	4.5	0	1	•	•	.	32
	Oxydation chimique - Désinfection	6	4.5	0	1	.	.	•	33
	Précipitation - Décarbonatation - Mise à l'équilibre	6	3	0	1	.	.	•	33
	Travaux pratiques 2	0	0	32	3	.	.	•	33
	École de terrain : reconnaissance des roches	10.5	0	30	3	•	•	.	30
	Épuration biologique et dimensionnement des stations d'épuration à boues activées	36	12	0	3	.	.	•	31

**Semestre 9 - 3<sup>e</sup> année**

<b>UE091</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Anglais 5	0	32	0	2	33
	Gestion 2	9	10.5	0	1	34
	Projet de Fin d'Etudes	0	0	0	6	34
	Qualité	0	10.5	0	1	34
	Santé et sécurité au travail 3	3	3	0	0	34
	Vie de l'entreprise	0	32	0	0	35
<b>Total</b>		<b>12</b>	<b>88.0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	

<b>UE092</b>		Cours	TD	TP	ECTS	GMC	GTS	TEN	<i>p.</i>
	Conception des ouvrages souterrains	28	0	8	3	.	•	.	35
	Eau potable	30	8	0	4	.	.	•	35
	Environnement professionnel 2	21	21	0	4	•	.	.	36
	Environnement professionnel 3	9	0	0	1	.	•	.	36
	Hydraulique des réseaux 2	26	20	0	4	.	.	•	37
	Pollution de l'air	19.5	15	0	2	.	.	•	36
	Structures en béton	37.5	43.5	0	6	•	•	.	37

<b>UE093</b>		Cours	TD	TP	ECTS	GMC	GTS	TEN	<i>p.</i>
	Calculs et modèles en Génie Civil (GMC)	20	30	0	3	•	.	.	37
	Calculs et modèles en Génie Civil (GTS)	20	30	0	4	.	•	.	38
	Démarche QSE en ouvrages souterrains	12	0	3	1	.	•	.	38
	Eau et santé	18	3	0	2	.	.	•	38
	Eaux résiduaires urbaines	42.5	11	0	5	.	.	•	39
	Espace souterrain	15	6	3	2	.	•	.	39
	Etanchéité et revêtement	6	0	0	1	.	•	.	39
	Géotechnique approfondie	39	22.5	0	7	•	.	.	40
	Milieu naturel	24	6	0	2	.	.	•	40
	Traitement des boues	13.5	3	0	1	.	.	•	40
	Travaux souterrains à faible profondeur	24	0	4	2	.	•	.	40

**Semestre 10 - 3<sup>e</sup> année**

<b>UE101</b>		Cours	TD	TP	ECTS	GMC	GTS	TEN	<i>p.</i>
	Carrières : reconnaissance, exploitation, minage	15	0	16	2	●	.	.	<i>41</i>
	Eaux industrielles	47	4.5	0	4	.	.	●	<i>41</i>
	Eaux résiduaires industrielles	38	11	0	4	.	.	●	<i>41</i>
	Exploitation et aménagement de l'espace souterrain	50	0	0	4	.	●	.	<i>42</i>
	Gestion des bases de données	14	0	0	2	.	.	●	<i>42</i>
	Géophysique et pétrophysique	21	22.5	16	5	●	●	.	<i>42</i>
	Infrastructures routières 3	30	4.5	0	3	●	.	.	<i>42</i>
	Minage en souterrain	48	0	8	1	.	●	.	<i>43</i>
	Traitement des eaux de piscine	4.5	0	0	0	.	.	●	<i>43</i>
	Télégestion	6	0	0	0	.	.	●	<i>43</i>

<b>UE102</b>		Cours	TD	TP	ECTS	<i>p.</i>
	Stage de 1e année	0	0	0	2	<i>43</i>
	Stage de 2e année	0	0	0	4	<i>43</i>
	Stage de 3e année	0	0	0	14	<i>43</i>
	Total	0	0	0	20	

---

<b>Analyse du cycle de vie</b>	1 crédit
code-apo	4.5-0-0-10

---

**Description :** initier les élèves aux méthodologies d'évaluation quantitative des impacts environnementaux de diverses activités (produit, service, construction).

**Compétences attendues :**

- Manipulation d'outils dédiés à la réalisation d'ACV : logiciel d'ACV bâtiment EQUER ;
- Mise en application des connaissances par le biais de travaux pratiques et d'un atelier portant sur la réalisation d'un bilan écologique d'une maison individuelle.

---

<b>CAO/DAO - Building Information Modelling</b>	2 crédits
code-apo	6-0-9-15

---

**Compétences attendues :**

- connaître les bases du dessin technique,
- identifier les principales représentations graphiques des projets de construction,
- utiliser un logiciel 2D (AUTOCAD) et 3D – BIM (REVIT).

**Évaluations :** contrôle continu : dessins notés

---

<b>Conduite de projets (Méthodes et outils)</b>	1 crédit
code-apo	0-0-7.5-15

---

**Description :** acquérir les méthodes et les outils fondamentaux de la gestion de projet pour piloter un projet avec succès et se doter d'une boîte à outils.

**Compétences attendues :**

- S'approprier les notions clés de la gestion de projet ;
- Identifier le rôle et les responsabilités du chef de projet ;
- Conduire un projet en mettant en œuvre une méthode et des outils opérationnels ;
- Identifier les étapes clés d'un projet et le processus de mise en œuvre ;
- Débloquer les situations difficiles dans la gestion de projet.
- Définir les instances et acteurs d'un projet ;

---

<b>Mathématiques 1</b>	2 crédits
code-apo	34.5-0-0-0

---

**Description :** Ce cours permet de remobiliser des compétences en termes de mathématiques de base

**Compétences attendues :**

- savoir utiliser des matrices, des tenseurs
- être capable de dériver, d'intégrer
- savoir appliquer les théorèmes incontournables

**Évaluations :** 1 examen

---

<b>Santé et sécurité au travail 1</b>	0 crédit
code-apo	3-0-0-10

---

**Description :** appréhender de façon transverse et interdisciplinaire les différents aspects de la gestion des risques, de la santé et de la sécurité au travail ainsi que de la protection de l'environnement, au sein d'entreprises et administrations.

**Compétences attendues :** Sensibiliser les élèves aux différents points concernant la sécurité dans une entreprise

---

<b>Statistiques</b>	1 crédit
code-apo	16.5-0-0-0

---

**Description :** Ce cours est une introduction aux statistiques dont la connaissance est indispensable à l'exercice moderne du métier d'ingénieur. Après des rappels indispensables, ce cours présente le cadre mathématique (dénombrément, espaces de probabilités discrets et continus) puis quelques outils statistiques de base permettant l'analyse de données expérimentales et de fonctions aléatoires (ex. théorie de l'échantillonnage, estimation, intervalle de confiance, tests d'hypothèses).

**Compétences attendues :**

- maîtriser les lois classiques de dénombrement
- savoir utiliser quelques outils statistiques,
- maîtriser les principaux phénomènes aléatoires transversaux aux matières scientifiques.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Thermodynamique</b>	3 crédits
code-apo	30-15-0-0

---

**Description :** Ce cours a pour objectif de donner les outils nécessaires et fondamentaux permettant d'aborder les différents états de la matière et les échanges énergétiques qui en dépendent. Les contenus abordés sont : systèmes et principes, échanges de matière, travail, chaleur. Transformations types : isotherme, isobare, isentropique, cycles. Machines thermiques. Diagrammes S-T, H-T, H-S et applications. Diagrammes d'état des corps purs. Gaz réels. Changements de phases. Matériaux à changement de phases. Mélanges binaires biphasiques : diagrammes isotherme, isobare. Mélanges idéaux, réels et applications. Mélanges ternaires biphasiques. Grandeurs thermodynamiques de réaction, influence de la température, de la pression. Enthalpie libre d'un système et évolution. Grandeurs caractéristiques de l'équilibre chimique. Applications à des procédés industriels.

**Compétences attendues :**

- analyser et quantifier les échanges d'énergies,
- caractériser les états de la matière, les changements d'état, les matériaux à changements de phases,
- donner les critères de sélection des matériaux à changement de phase,
- exploiter des diagrammes binaires,
- expliquer et utiliser les équilibres chimiques,
- différencier un système idéal d'un système réel et utiliser les relations thermodynamiques correspondantes (fugacité, activité, potentiel chimique...),
- connaître les caractéristiques des différents états de la matière, les relations de Clapeyron,
- exploiter des diagrammes binaires,
- qualifier l'évolution d'un équilibre chimique

**Évaluations :** Contrôle continu 2 examens coef 0,33 moyenne des 5 compte rendus de TP coef 0,33

---

<b>Algorithmique et Programmation</b>	2 crédits
code-apo	9-15-0-6

---

**Description :** Après quelques **rappels** sur le codage (nombres, images, son), les différentes structures algorithmiques sont passées en revue (variables, test, boucles, fonctions).

Puis, en s'appuyant sur le langage Python plusieurs notions générales sont abordées : récursivité, calcul de complexité, utilisation de types complexes (listes, tableaux associatifs, ensembles) Quelques exercices types sont traités en TD.

Durant les travaux pratiques, certains exercices vus en travaux dirigés sont programmés, puis différents thèmes peuvent être traités : images fractales, cryptographie, traitement d'image, automates cellulaires...

[Lien vers les supports de cours et de TP](#)

**Compétences attendues :**

- codage numérique de données
- conception d'algorithmes simples
- résolution de problèmes divers par programmation

**Évaluations :** un contrôle écrit, évaluations pendant la période de TD, contrôle de TP.

**Anglais 1**

2 crédits

code-apo

24-0-0-10

**Description :** ce cours est consacré à l'anglais général. Après avoir réparti les étudiants par groupes de niveaux suite à un test d'évaluation, le travail est basé sur l'obtention du niveau B1 - B2 défini sur l'échelle CECRL (Cadre Européen de Référence pour les Langues du Conseil de l'Europe) dans les 5 compétences langagières. Selon les niveaux, le travail est basé sur les révisions linguistiques et/ou sur un approfondissement des connaissances en civilisation anglophone

**Compétences attendues :**

- s'exprimer aisément à l'oral,
- utiliser la bonne intonation, le bon accent tonique et les bons phonèmes,
- utiliser les notions de grammaire nécessaires à une bonne compréhension,
- utiliser le vocabulaire pour le TOEIC,
- s'exprimer à l'écrit comme à l'oral,
- connaître la civilisation anglophone.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit, exposés et rapports écrits exigés tout au long du semestre.

**Compétences numériques**

1 crédit

code-apo

3-0-0-20

**Description :** Ce module suit les évolutions du dispositif national PIX afin d'offrir un socle de compétences numériques solide. Les travaux relatifs à la recherche documentaire et à la veille, ainsi qu'à la gestion et la protection des données personnelles seront traités en présentiel. En autonomie, les étudiants aborderont les questions d'identité numérique, de licences, ainsi que la réalisation de documents numériques.

**Compétences attendues :**

- Connaître les problématiques d'accessibilité de l'outil informatique
- Maîtriser ses traces et gérer les données personnelles pour protéger sa vie privée et celle des autres. Adopter une pratique éclairé : paramètres de confidentialité, surveillance régulière de ses traces par des alertes ou autres outils, etc.
- Mener une recherche et une veille d'information, avec un moteur de recherche, au sein d'un réseau social, par abonnement à des flux ou des lettres d'information, ou tout autre moyen.
- Maîtriser son identité numérique privée, institutionnelle et professionnelle
- Connaître les questions sur le droit d'auteur, les licences, et les appliquer.
- Structurer et mettre en forme un document
- Réaliser un document composite
- Exploiter des données dans des feuilles de calcul

**Évaluations :** Passage sur machine et validation de compétences, éventuels travaux de synthèse à rendre

**Introduction à l'Électrotechnique**

2 crédits

code-apo

18-15-0-0

**Description :** le cours présente les principales méthodes de génération d'électricité (centrale électrique), décrit les techniques de transformation haute tension pour le transport et introduit quelques principes d'utilisation (moteurs asynchrones et à courant continu). Une introduction sur les composants de l'électronique de puissance est donnée pour pouvoir aborder le redressement dans la suite du cursus.

**Compétences attendues :**

- résoudre des problèmes simples d'électricité en courant fort,
- connaître les principes de génération (alternateur, centrale électrique), de transport (transformation, facteur de puissance) et d'utilisation de l'énergie électrique (machines tournantes) en courant fort.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit, évaluation des travaux pratiques

**Mécanique des fluides 1**

1 crédit

code-apo

19.5-0-0-4

**Description :** La forme intégrale des bilans fondamentaux du mouvement d'un fluide (conservation de la masse, quantité de mouvement et énergie) est présentée. Les premières applications qui en découlent sont abordées : principe de la statique pour un fluide au repos, théorèmes locaux en fluide parfait (équation d'Euler, Bernoulli), mesures de débits et de vitesse. Le théorème des débits de quantité de mouvement est établi, et son utilisation pour l'estimation des résultantes des forces exercées par les fluides sur des surfaces est présentée.

**Compétences attendues :**

- assimiler des éléments fondamentaux et notions générales de la mécanique des fluides ;
- savoir appliquer les lois générales de la mécanique à un fluide en mouvement ;
- maîtriser des éléments indispensables à l'étude de mouvements de fluide parfait.

**Évaluations :** contrôle continu (20%), 1 contrôle écrit (80%).

**Mécanique des milieux continus**

2 crédits

code-apo

21-0-0-4

**Description :**

1. Définir et relier les objets conceptuels nécessaires à l'établissement d'une équation de bilan :
  - Décrire l'évolution au cours de temps et dans l'espace d'un milieu continu déformable : expliquer et relier les concepts de système matériel, de vitesse particulaire, et les notions de transport, déplacement, déformation.
  - Traduire mathématiquement le principe de conservation de la masse et le relier au champ de vitesse particulaire.
  - Décrire les efforts s'exerçant sur un milieu continu, de manière locale et globale.
  - Relier les causes et les effets de la transformation, c'est-à-dire traduire le principe fondamental de la dynamique en bilan de quantité de mouvement
2. Manipuler les outils mathématiques relatifs aux équations de bilan dans le contexte de la mécanique des milieux continus
  - Mener des opérations sur des vecteurs, des tenseurs du second ordre, et des moments
  - Manipuler des fonctions de plusieurs variables et à valeurs scalaire, vectorielles ou tensorielles pour traduire mathématiquement des hypothèses et des conditions aux limites.
  - Calculer des intégrales multiples pour déterminer des débits, des efforts résultants, etc
  - Appliquer et inverser les opérateurs aux dérivées partielles pour exprimer des champs de contraintes, de vitesse, de pression, etc.

**Compétences attendues :**

- interpréter et manipuler les termes d'une équation de bilan.
- décrire le mouvement d'un milieu continu
- aborder les notions de déformations, contraintes, cinématique, conservation de la masse
- Savoir réaliser un bilan de quantité de mouvement, écrire les équations de bilan

**Évaluations :** contrôle continu (20%), 1 examen écrit (80%)

---

<b>Chimie des eaux naturelles</b>	4 crédits
code-apo	39-20-0-0

---

**Description :** Ce cours présente les principaux paramètres permettant de caractériser les eaux naturelles : les sels et gaz dissous, les matières en suspension, les matières organiques naturelles . Ces différents paramètres sont introduits par une présentation préalable des grands processus biogéochimiques à l'origine de la composition et de l'évolution des eaux naturelles (altération-précipitation, processus biologiques, échanges air-eau). L'accent est porté sur les équilibres calco-carboniques et leur rôle dans la chimie des eaux naturelles, les matières organiques naturelles, la chimie des métaux et les réactions d'oxydo-réduction. Ce module est l'occasion d'utiliser les principales méthodes d'analyse des eaux (pH, alcalinité, dureté, oxygène dissous, potentiel rédox, conductivité,...) et d'introduire des méthodes comme la chromatographie et la spectroscopie atomique. Les différents paramètres physico-chimiques et leur évolution sont également présentés dans le cadre d'études de cas (lac eutrophe et lacs acide de carrière) permettant d'illustrer les notions théoriques. Ce cours est également l'occasion d'introduire le logiciel Visual MINTEQ pour la résolution d'équilibres chimiques.

**Compétences attendues :**

- connaître les paramètres de caractérisation d'une eau et savoir analyser une eau naturelle,
- résoudre des équilibres chimiques en solution,
- utiliser un logiciel de spéciation,
  
- interpréter et critiquer des résultats

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

---

<b>Géologie de l'ingénieur</b>	3 crédits
code-apo	21-12-0-0

---

**Description :** Les notions de géologie portent dans un premier temps sur le principe de classification des roches, leur formation et l'étude des principales familles de minéraux qui les constituent. Les minéraux sont étudiés par l'analyse des systèmes cristallins (éléments de symétrie), et leurs compositions chimiques (formules structurales et solutions solides). Dans un second temps, la compréhension de la distribution spatiale est abordée par l'étude de la géologie de la France et l'analyse de cartes géologiques, avec notamment l'utilisation d'Infoterre.

**Compétences attendues :**

- identifier les principaux types de roches et les minéraux qui les constituent
- connaître leur composition chimique et les conditions de formation
- connaître les grandes formations géologiques de la France
- réaliser une coupe géologique à partir de l'analyse d'une carte géologique
- utiliser Infoterre pour la recherche de données géologiques.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

---

<b>Géotechnique 1 : Notions de base</b>	3 crédits
code-apo	24-9-0-0

---

**Description :** Constitution des matériaux naturels : masses volumiques, porosités, granulométrie. Identification et classification des sols. Caractéristiques hydriques et argilosité des sols. Eau dans les sols. Notions de prospection in situ, sondages mécaniques, essais in situ (pénétromètre dynamique, pressiomètre).

**Compétences attendues :** Savoir caractériser un matériau naturel et son état : mesurer et calculer les porosités, indices des vides, teneurs en eau, argilosité... Effectuer les principaux essais de classification GTR. Comprendre l'importance de l'eau dans le comportement des géomatériaux.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

---

<b>Anglais 2</b>	2 crédits
code-apo	24-0-0-10

---

**Description :** ce cours est consacré presque exclusivement à des activités orales : exposés, débats et activités de communication. Un travail est fait sur l'anglais du monde scientifique : les exposés et les débats sont basés sur des recherches scientifiques concernant l'histoire et la philosophie des sciences des pays anglophones avec prise de note et contrôle individuel en fin d'année.

**Compétences attendues :**

- s'exprimer à l'oral,
- connaître la civilisation anglophone,
- faire une note de synthèse en utilisant des médias anglophones..

**Évaluations :** exposés, essais, 1 contrôle (TOEIC), oral.

---

<b>Gestion 1</b>	1 crédit
code-apo	15-0-0-4

---

**Description :** Ce cours permet de découvrir les interrelations entre les fonctions de l'entreprise : commerciale, financière et comptable et de développer le comportement stratégique. C'est également une sensibilisation aux problématiques d'entreprise par le biais d'une simulation de gestion : regroupés en équipe de direction, les élèves gèrent des restaurants avec des décisions marketing riches et des études commerciales nombreuses. Utilisation du logiciel pédagogique de la société Arkhé

**Compétences attendues :** connaître les interrelations entre les fonctions de l'entreprise.

**Évaluations :** Rapport écrit

---

<b>Introduction aux méthodes numériques</b>	2 crédits
code-apo	15-12-0-4

---

**Description :** Ce cours est une introduction aux méthodes numériques, indispensables pour l'étude de nombreux phénomènes physiques. L'enseignement se divise en trois parties : cours théorique (théorèmes et outils mathématiques), exercices, et travaux pratiques (application en MatLab). Ces trois composantes sont appelées à interagir en permanence. On abordera notamment les méthodes de résolutions approchées d'équations, systèmes linéaires, interpolation polynomiale, intégration numériques et équations différentielles ordinaires.

**Compétences attendues :**

- maîtrise du cours (théorèmes et définitions)
- connaissance des principales méthodes numériques introduites en exercice et études de leurs propriétés
- capacité à proposer des algorithmes de résolution de problème en pseudo-code et en MatLab.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit, évaluation des travaux pratiques

---

<b>Mathématiques 2</b>	1 crédit
code-apo	21-0-0-0

---

**Description :** Ce cours permet d'asseoir des compétences dans les domaines des équations différentielles ainsi que des équations aux dérivées partielles et de découvrir les distributions. Les techniques classiques de résolution analytiques des EDO et des EDP sont étudiées en particulier à l'aide de séries de Fourier, des transformations de Fourier et de Laplace. L'aspect des distributions (Dirac, Heaviside) est aussi abordé

**Compétences attendues :**

- savoir résoudre une équation différentielle
- savoir résoudre une équation aux dérivées partielles
- savoir utiliser les séries de Fourier, les transformations de Fourier et de Laplace

**Évaluations :** 1 examen

<b>Signaux</b>	2 crédits
code-apo	24-12-0-0

**Description :** Les outils mathématiques du traitement du signal sont introduits et étudiés (décomposition en séries de Fourier, transformée de Fourier, impulsion et peigne de Dirac, convolutions temporelle et fréquentielle, modèles des signaux échantillonnés, théorème de Shannon, notion de filtre anti-repliement) pour aboutir à la transformée rapide de Fourier et l'analyse spectrale par ordinateur. Les techniques de transmission - réception de l'information et de changement de fréquence d'un signal y sont également abordées.

**Compétences attendues :**

- classifier les signaux,
- calculer la transformée de Fourier d'un signal analytique et représenter son spectre,
- transposer le spectre d'un signal à différentes fréquences,
- comprendre un schéma de principe de modulation ou d'analyse spectrale.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit, évaluation des travaux pratiques

<b>Travail d'application</b>	2 crédits
code-apo	0-0-5-40

**Description :** encadrés par un enseignant tuteur, les élèves, par groupe, réalisent un travail personnel sur des sujets très variés, proposés par eux-mêmes ou par l'enseignant. Outre une partie bibliographique, éventuellement une partie théorique, le travail d'application comporte une partie pratique.

**Compétences attendues :**

- Apprendre à gérer un projet
- comprendre la gestion de groupe
- Ecrire un rapport
- Faire une soutenance devant un jury

**Évaluations :** Rapport écrit et soutenance

<b>Communication</b>	1 crédit
code-apo	0-15-0-10

**Description :** Cet enseignement vise à faciliter l'adaptation dans l'entreprise, tout en permettant une recherche d'emploi efficace. Par des exercices de prise de parole devant un groupe (travail sur voix, langage, posture) et l'élaboration, la correction de curriculum vitae et de lettres de motivation. De plus, l'utilisation, comme support, des travaux d'application (dossier écrit, entraînement et prestation orale) permet de réaliser des autoscopies, de maîtriser des supports variés et de gérer le stress.

**Compétences attendues :**

- communiquer un message à des interlocuteurs différents,
- utiliser les outils indispensables à la recherche d'emploi ou de stage.

**Évaluations :** rapport et soutenance de TAP

---

<b>Histoire et Philosophie des sciences</b>	1 crédit
code-apo	12-0-0-4

---

**Description :** Après une présentation des objectifs du cours d'histoire des sciences, une bibliographie illustrée de l'histoire, de la philosophie et de l'épistémologie des sciences est proposée. Les rapports entre sciences et techniques, sciences et religions et sciences et politiques sont abordés. Le chapitre 1 débute par la place des femmes, les grandes idées en philosophie et épistémologie des sciences et une réflexion sur la notion de progrès scientifique. Le chapitre 2 traite de la révolution scientifique au XVIII<sup>e</sup> siècle. Le chapitre 3 concerne l'histoire de la thermodynamique, notamment par la lecture de l'ouvrage de Sadi Carnot. Le chapitre 4 est consacré à la vie et aux travaux d'Albert Einstein. Le chapitre 5 relate le cheminement de pensée qui a amené les grandes idées de la théorie du Big Bang. Le dernier chapitre concernant le voyage et les travaux de Charles Darwin fait l'objet d'une présentation en anglais en présence de l'enseignant d'anglais.

**Compétences attendues :**

- expliquer le développement des concepts scientifiques,
- justifier les évolutions scientifiques en fonction des époques, des connaissances, et des besoins,
- expliquer les avancées scientifiques en fonction des réussites et des erreurs.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Introduction aux bases de données</b>	1 crédit
code-apo	4.5-6-0-0

---

**Description :** Ce cours est une introduction aux bases de données relationnelles. Après une présentation générale motivant l'introduction des SGBD, les modèles entité association et relationnels sont décrits. Les éléments fondamentaux du SQL sont ensuite abordés, du point de vue de la modélisation et des requêtes.

**Compétences attendues :**

- compréhension du schéma relationnel d'une base de données, lien entre les tables, clés primaires et étrangères.
- expression algébrique et SQL de requêtes sur un schéma donné.
- interrogation d'une base de données.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit, compte-rendu de TP

---

<b>Mécanique des fluides 2</b>	3 crédits
code-apo	24-15-0-9

---

**Description :** L'extension de l'application des lois et principes généraux de la mécanique au mouvement d'un fluide réel (visqueux) est présentée. La modélisation mathématique associée à l'hypothèse de Stokes, permettant de relier le tenseur des contraintes et les vitesses de déformation, est précisée. La forme locale des équations de bilan pour un fluide incompressible est établie (équations de Navier-Stokes) et les principales solutions exactes des équations sont présentées (écoulements de Poiseuille et Couette). Les approches permettant la détermination des pertes de charges linéaires et singulières dans les écoulements en conduite sont développées (Bernoulli généralisé). Enfin, des notions d'analyse dimensionnelle (théorème PI) et de similitude sont introduites.

**Compétences attendues :**

- connaître la modélisation mathématique de base apte à fournir des solutions à différents problèmes d'écoulements de fluides,
- savoir résoudre les problèmes de base d'écoulements de fluides incompressibles,
- calculer des pertes de charge,
- définir l'ensemble des caractéristiques d'un réseau hydraulique.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit, comptes-rendus de TP

---

**Résistance des matériaux**

4 crédits

code-apo

33-15-0-5

---

**Description :** Après avoir décrit les principaux systèmes mécaniques (lecture de plan), leurs liaisons, et justifié la forme du torseur d'actions mécaniques transmissibles par chacune d'elles, le principe fondamental de la mécanique du solide indéformable est rappelé et mis en application. Ensuite les hypothèses sont posées pour caractériser le solide déformable (domaine des déformations élastiques) et pour définir la poutre au sens de la résistance des matériaux. L'écriture du torseur de cohésion dans la section droite d'une poutre conduit à l'étude des contraintes et des déformations pour les principales sollicitations simples (extension, compression, cisaillement, torsion, flexion plane). L'alliage fer-carbone est étudié, à partir de la fabrication de l'acier jusqu'aux caractéristiques mécaniques des produits métallurgiques. Les principaux essais mécaniques sont présentés. L'étude théorique simplifiée des matériaux est complétée par une approche expérimentale : - essai de traction et de dureté sur des alliages, en liaison avec les traitements thermiques,

- relations entre contraintes et déformations, - outil numérique de calcul (RDM 6).

**Compétences attendues :**

- dimensionner des pièces de machines et des éléments de structures,
- expliciter les critères de dimensionnement en résistance et en déformation,
- calculer les composantes des torseurs d'actions mécaniques transmissibles par les liaisons mécaniques,
- calculer les composantes du torseur de cohésion dans la section droite d'une poutre,
- mesurer et contrôler les caractéristiques mécaniques d'échantillons métalliques,
- traduire graphiquement et sous forme numérique un choix technique simple (utilisation du logiciel AUTOCAD).

**Évaluations :** Contrôle continu 1 examen coef 0,45 1 partiel coef 0,22 moyenne des 5 compte rendus de TP coef 0,33

---

**Béton et mise en œuvre**

2 crédits

code-apo

25.5-8-0-0

---

**Description :** Le béton est un matériau composite provenant d'un mélange de ciment, de granulats, d'eau de gâchage, d'addition, d'adjuvant et de fibres. Les deux premiers chapitres de ce cours portent sur la description de ces différents constituants. Pour chaque constituant, la composition, la fabrication, les propriétés, la normalisation et les domaines d'utilisation sont donnés. Le béton est un matériau industriel qui doit avoir des propriétés constantes afin de permettre son utilisation dans la construction d'ouvrages et d'assurer la durabilité de ces ouvrages. Le troisième chapitre aborde la normalisation européenne sur le matériau béton. La norme NF EN 206-1 définit les différents types de béton utilisable sur les chantiers, les spécifications des bétons en fonction des classes d'environnement des futurs ouvrages, les classifications des bétons en fonction de leurs propriétés, et la conformité des bétons. La formulation d'un béton dépend des propriétés souhaitées à l'état frais et à l'état durci. A l'état frais, la consistance du béton joue sur son ouvrabilité caractérisant sa capacité à remplir les coffrages et à enrober les aciers. A l'état durci, la porosité du béton influence sa résistance mécanique et sa durabilité. Dans le quatrième chapitre, la description de ces différentes propriétés permet d'expliquer la méthode de formulation dite Dreux Gorisse. Les éléments d'ouvrages en béton armé ou en béton précontraint peuvent être fabriqués en usines, on parle d'éléments préfabriqués, ou sur chantier, on parle d'éléments coulés en place. Dans les deux cas de figures, le béton est coulé dans un moule qu'on appelle coffrage et qui donnera la forme définitive au béton. Les différentes techniques de mise en œuvre du béton sont présentées dans le cinquième et dernier chapitre.

**Compétences attendues :**

- Etre capable de sélectionner et de contrôler les différents composants d'un béton.
- Etre capable de formuler et de contrôler un béton en fonction d'un cahier des charges tout en respectant la réglementation.
- Etre capable de faire le suivi de fabrication, la mise en œuvre et le contrôle des bétons sur chantiers.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

---

## Géotechnique 2 : Applications

3 crédits

code-apo

18-8-7.5-10

---

**Description :** Ce cours traite un ensemble de thèmes relevant de la géotechnique environnementale : le risque mouvements de terrain, le risque sismique, le risque phénomènes torrentiel et la reconnaissance des sites pollués. La première partie du cours présente les notions d'aléa et de vulnérabilité permettant de définir le concept de risque. Les principes de la gestion et de la prévention des risques naturels ici étudiés sont ensuite exposés. La deuxième partie du cours aborde les différentes techniques de reconnaissance des sols pollués.

### Compétences attendues :

- Connaître les différents principes associés à une analyse de risque et à la gestion du risque ;
- Connaître les différents essais de reconnaissance de sites pollués.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

---

## Hydrogéologie

2 crédits

code-apo

25.5-0-0-0

---

**Description :** Cycle de l'eau : ressources en eau sur la planète – différents usages de l'eau. Bilan hydrologique annuel : relations pluies – débits et dimensionnement des ouvrages. Modéliser une pluie pour le dimensionnement des déversoirs, des réseaux d'eaux pluviales et des risques d'inondation. Principes hydrodynamiques : propriétés physiques de l'eau, typologie des nappes et des aquifères, hydrostatique en milieu saturé et insaturé, interprétation des cartes piézométriques, loi de Darcy (applications et limites).

### Compétences attendues :

- Utiliser la loi de Darcy dans des cas simples (milieux homogènes).
- Mesurer la perméabilité des milieux poreux.
- Ecoulements tridimensionnels : hydraulique des puits et réseaux d'écoulement.
- Réaliser des bilans hydrologiques.
- Interpréter les cartes hydrogéologiques.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

## Polluants dans les milieux naturels

3 crédits

code-apo

18-8-6-5

---

**Description :** Ce cours décrit les grandes classes de polluants d'origine anthropique retrouvés dans les différents compartiments eaux et sols du milieu naturel. Après une description de la nature et de l'origine de la pollution appuyée par des exemples, les modes de transfert et d'évolution (par hydrolyse, photolyse ou biodégradation) des polluants dans le milieu naturel sont ensuite évoqués. L'impact de la pollution en termes de risques environnementaux et sanitaires est également décrit ainsi que la réglementation associée à la surveillance des milieux.

### Compétences attendues :

- connaître l'origine et les modes d'évolution des polluants dans les différents milieux
- apprécier l'impact de la pollution sur les milieux et leurs usages

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP + soutenance orale

---

## Anglais 3

2 crédits

code-apo

22-0-0-0

---

**Description :** Groupes 2 et 3 : préparation au TOEIC (Listening, Reading) Groupe 1 : revoir brièvement le TOEIC Développement de compétences langagières relatives de l'anglais du monde professionnel : rédaction de CV, voir des modèles de lettres de motivation.

**Compétences attendues :**

- approfondir les compétences d'expression et de compréhension à travers des sujets variés et culturels.
- Rédiger des documents professionnels en anglais

**Évaluations :** 1 contrôle écrit (TOEIC), exposés et rapports écrits.

---

<b>Bureautique avancée</b>	1 crédit
code-apo	0-12-0-0

---

**Description :** Ce cours aborde l'utilisation d'un tableur pour l'analyse de données : présentation des résultats, tableaux croisés dynamiques, utilisation du solveur...

**Compétences attendues :** utiliser les outils bureautiques à des fins de présentation de données ou de calculs.

**Évaluations :** Contrôle sur machine

---

<b>Conduite de réunion - Gestion de conflits</b>	1 crédit
code-apo	9-0-0-0

---

**Description :** Concepts et définitions, les différents types de réunion, réunion et entretien, conditions de réussite, qualité des acteurs.

**Compétences attendues :**

- Etre capable de conduire une réunion.
- Etre capable de repérer les personnalités en présence.
- Connaître les éléments constitutifs d'une crise, les éléments contextuels en leur faveur et les stratégies possibles en réponse.

---

<b>Santé et sécurité au travail 2</b>	0 crédit
code-apo	6-0-0-0

---

**Description :** utilisation du MOOC Impact de l'Ecole des Mines de NANTES

**Compétences attendues :**

- Repérer dans l'entreprise les enjeux économiques, juridiques, sociaux et humains de la santé et de la sécurité au travail ;
- Intégrer la santé et la sécurité au travail dans la gestion de ses activités et la conduite de ses projets ;
- Contribuer au management de la santé et de la sécurité au travail dans l'entreprise.

**Évaluations :** Rapport de stage

---

<b>Systèmes</b>	4 crédits
code-apo	33-15-0-0

---

**Description :** La définition et l'étude des propriétés de la transformée de Laplace est suivie par son application à la résolution des équations différentielles. L'analyse transitoire et fréquentielle (courbes de Bode, lieu de Black et lieu de Nyquist) des systèmes linéaires est alors considérée. Les systèmes du premier et deuxième ordre ainsi que l'étude des systèmes intégrateur et avec retard sont plus particulièrement étudiés. Après avoir défini les propriétés de la boucle fermée et les critères de performance des systèmes bouclés du 1er et du 2nd ordre, la stabilité des systèmes est étudiée au travers du critère de Nyquist en définissant les marges de gain et de phase. La correction par avance et par retard de phase est alors introduite. L'étude de la régulation PID porte alors sur l'analyse des actions et les méthodes de synthèse.

**Compétences attendues :**

- appliquer les critères de performance des systèmes bouclés,
- étudier la stabilité des systèmes,
- appliquer le principe des corrections stabilisatrices,
- régler un correcteur PID sur un système d'ordre 1 et 2 (avec ou sans retard) en maîtrisant les objectifs de poursuite et de régulation,
- analyser un schéma de commande simple.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit, évaluation des travaux pratiques

---

<b>Turbomachines</b>	1 crédit
code-apo	18-0-0-0

---

**Description :** Cette première partie du cours de turbomachines est une introduction qui s'adresse de la même façon aux deux spécialités E/GC et E de l'ENSIP. Après une présentation décrivant l'univers des turbomachines et les concepts de base (théorème d'Euler, triangle des vitesses), le fonctionnement d'une pompe (ou d'un ventilateur) centrifuge est décrit en détails. La théorie de la similitude et les coefficients de Rateau pour permettre le choix d'une pompe (par exemple) dans une installation sont ensuite introduits. Le cours finit par une description succincte des machines axiales, illustrée par l'étude d'un ventilateur ou d'une pompe de ce type. Il est à noter qu'un TP sur les pompes centrifuges est inclus dans la série de TP liée au cours sur les machines thermiques.

**Compétences attendues :**

- maîtriser le vocabulaire et les notions de base de la discipline,
- acquérir les outils indispensables au dimensionnement des turbomachines élémentaires,
- maîtriser le choix et l'installation d'une pompe ou d'un ventilateur dans un circuit,
- acquérir le vocabulaire anglais technique propre à la matière.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Veille technologique et réglementaire</b>	1 crédit
code-apo	0-0-9-9

---

**Description :** Ce cours a pour objectif de former les élèves ingénieurs à la rédaction de rapports scientifiques en utilisation des outils en ligne de recherche de bibliographie, de brevet. Les règles de citation de référence sont introduites. Les normes de rédaction de rapport sont également dispensées.

**Compétences attendues :**

- Utiliser des outils de bibliographie (Zotero, Mendeley, etc. . .)
- Connaître les règles de citation des références
- Utiliser des outils de recherches bibliographiques

---

<b>Décontamination des sites et sols pollués</b>	2 crédits
code-apo	24-0-3-6

---

**Description :** Après avoir présenté la réglementation relative à la gestion des sites pollués, ce cours décrit les méthodologies de diagnostic et de surveillance des sites pollués (techniques de forage, prélèvements et analyses des différentes phases, instrumentation et équipement des sites, . . .). Ce cours liste ensuite les différents traitements (par voies biologique, physique, chimique ou thermique) employés dans le cas des sites et sols pollués. Les procédés largement utilisés sont détaillés et les procédés en développement sont introduits. L'accent est mis sur le lien existant entre la technologie choisie et la pollution à traiter. Finalement le cours est illustré par plusieurs études de cas.

**Compétences attendues :**

- mettre en œuvre une méthodologie pour évaluer l'état d'un sol ou site pollué,
- concevoir des filières de traitement de sols pollués ou des méthodes de réhabilitation de sites pollués.

**Évaluations :** 1 rapport + 1 soutenance orale

---

<b>Etudes et gestion des sols</b>	3 crédits
code-apo	24-4-8-6

---

**Description :** L'enseignement porte sur les propriétés physiques, chimiques, physico-chimiques et biologiques du sol afin de comprendre son fonctionnement et l'intérêt de sa gestion en tant que ressource. L'enseignement pluridisciplinaire se structure en 4 thèmes principaux : les constituants et la formation des sols, l'organisation et la réactivité des constituants du sol, l'eau dans le sol et la problématique du gonflement-retrait des sols. L'enseignement aborde également la description sur le terrain des sols et l'interprétation des analyses de sols. Les notions développées en cours sont mises en pratique à travers un projet de choix d'implantation raisonné de lotissements à l'échelle communale.

**Compétences attendues :** Identifier sur le terrain les sols et donner leurs caractéristiques principales - Interpréter les analyses de sols - Différencier les facteurs et les processus physiques, chimiques et physico-chimiques principaux régissant le fonctionnement d'un sol

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + soutenance orale

---

<b>Gestion et valorisation des déchets</b>	2 crédits
code-apo	24-0-0-0

---

**Description :** Après une présentation du contexte environnemental et sociétal de la gestion des déchets, le cours aborde leur classification et apporte des éléments de caractérisation. Le cadre politique et réglementaire de la gestion des déchets est présenté ainsi que les circuits de collecte, de tri et de valorisation en fonction du type de matériau concerné. Enfin, le cours décrit la conception et le fonctionnement d'installations de tri, d'incinération, de compostage, de méthanisation et de centres de stockage des déchets, dans une perspective de réduction de leurs impacts environnementaux. Les procédés de traitement des déchets dangereux sont également abordés.

**Compétences attendues :** savoir concevoir et dimensionner des filières de traitement des déchets respectueuses de l'environnement, diagnostiquer une politique menée par une entreprise ou par une collectivité en matière de gestion des déchets et analyser sa conformité vis-à-vis de la réglementation ainsi que sa pertinence environnementale et économique

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Projet encadré</b>	1 crédit
code-apo	0-0-12-6

---

**Description :** La visite d'installations industrielles de traitement et de valorisation des déchets (centre de tri, compostage, stockage ou valorisation énergétique des déchets) ou de décontamination de sols pollués illustre les notions abordées en cours et assure un approfondissement des connaissances au travers d'une étude de cas et d'un travail réalisé en autonomie.

**Compétences attendues :** savoir rédiger un compte-rendu de visite, identifier des infrastructures et comprendre le fonctionnement d'installations industrielles sur site

**Évaluations :** 1 rapport

---

<b>Ressources en eau et transferts de polluants</b>	2 crédits
code-apo	25.5-0-0-6

---

**Description :** Etablissement des équations de l'écoulement en régime permanent et transitoire, Caractéristiques hydrodynamiques (transmissivité et coefficient d'emmagasinement), Réseaux d'écoulement, Hydraulique des ouvrages, Principe de superposition des images, Initiation à la modélisation hydrodynamique, Initiation au transfert des polluants dans les nappes.

**Compétences attendues :**

- Tracer graphiquement les réseaux d'écoulement.
- Interpréter les tests hydrauliques (pompages d'essais et chocs hydrauliques) dans des cas simples (milieux homogènes).
- Compréhension de l'équation de diffusivité.
- Détermination des caractéristiques hydro-dispersives.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Coagulation-floculation</b>	1 crédit
code-apo	9-0-0-3

---

**Description :** Ce cours présente la coagulation-floculation, étape préliminaire aux opérations de séparation liquide/solide. Les objectifs de traitement sont donnés, les domaines d'application sont précisés, l'insertion dans une filière de traitement d'eau est présentée. La théorie de la coagulation et de la floculation est décrite en détail ainsi que les différents réactifs utilisables ; l'aspect technique associé est également développé avec la présentation des différentes technologies mises en œuvre.

**Compétences attendues :**

- connaître les principaux mécanismes physico-chimiques mis en jeu lors des étapes de coagulation et de floculation
- choisir le réactif adapté et définir un taux de traitement en fonction de la qualité de l'eau brute

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Décantation et flottation</b>	1 crédit
code-apo	9-0-0-3

---

**Description :** L'objectif du cours est d'introduire les principes de dimensionnement des opérations unitaires de séparation liquide solide par sédimentation et par flottation. Les conditions opératoires permettant cette séparation et les différents procédés existants sont présentés.

**Compétences attendues :**

- Connaître les principes de la sédimentation et de la flottation,
- Savoir dimensionner une installation,
- Savoir choisir un procédé en lien avec la qualité des eaux à traiter

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Environnement professionnel 1</b>	1 crédit
code-apo	9-0-0-0

---

**Description :** Présentation de l'environnement professionnel et des différentes étapes d'un projet de construction et d'aménagement (ex : loi MOP). Présentation et définition des parties prenantes d'un projet : maîtrise d'œuvre, maîtrise d'ouvrage, entreprises, sous-traitants.

**Compétences attendues :** Comprendre le rôle des différents intervenants dans la mise en place d'un projet de construction - Déterminer le phasage d'un projet.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Filtration en profondeur et membranaire</b>	1 crédit
code-apo	21-0-0-3

---

**Description :** Ce cours introduit les différents mécanismes entrant en jeu dans la séparation liquide solide en filtration membranaire et en profondeur. Un comparatif des technologies est présenté et les méthodologies de dimensionnement sont données.

**Compétences attendues :**

- Connaître les principes de la filtration en profondeur et sur membranes,
- Savoir dimensionner une installation,
- Savoir choisir un procédé en lien avec la qualité des eaux à traiter

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

**Formation et identification des roches**

2 crédits

code-apo

18-18-0-0

**Description :** L'enseignement porte sur la reconnaissance et la description des roches magmatiques, métamorphiques et sédimentaires : pétrographie (identification macroscopique et microscopique), minéralogie, texture. La genèse des roches endogènes est présentée à partir des éléments de pétrographie et de pétrochimie et des gisements associés. Les roches métamorphiques sont présentées en tenant compte des paragenèses et des évolutions structurales. Elles sont interprétées en terme de dynamique globale. Les roches sédimentaires sont appréhendées à partir des processus sédimentaires. L'enseignement comprend : classifications et reconnaissances des roches, reconstitution des milieux de sédimentation et reconnaissance des formations.

**Compétences attendues :** identifier macroscopiquement les différentes roches- associer modes de formations et formes de gisements- assurer l'analyse pétrographique.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

**Géotechnique 3 : Mécanique des sols**

5 crédits

code-apo

33.0-18-4.5-12

**Description :** Ce cours porte sur la mécanique et la rhéologie des sols. Notions de déplacements, déformations, déformations principales et contraintes. Rappels de Mécanique des milieux continus. ; Expression des contraintes (verticales et horizontales) dans un massif de sol. Construction des cercles de MOHR. Résistance des sols au cisaillement (Boîte de CASAGRANDE, appareil triaxial). Définition de la courbe intrinsèque et du critère de MOHR-COULOMB. Extension des résultats de BOUSSINESQ. Notions de compressibilité, consolidation des sols. Détermination pratique des tassements (Elasticité et essai oedométrique). Portance des sols. Calcul du tassement par essai pressiométrique. La stabilité des pentes et des talus avec l'utilisation du logiciel TALREN. Le dimensionnement des fondations superficielles avec l'utilisation du logiciel FOXTA.

**Compétences attendues :**

- Appréhender la mécanique des sols en milieux saturés
- Connaître et Maîtriser les essais de laboratoire
- Connaître et utiliser l'Eurocode 7 (fondations superficielles)

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

**Mécanique des roches 1 : Géologie structurale**

2 crédits

code-apo

22.5-0-3-10

**Description :** Fondamentaux de mécanique des roches : contraintes, déformations, rhéologie, rupture et fractures. Application aux structures géologiques : tectonique cassante (failles) et tectonique ductile (plis). Application à la stabilité des ouvrages au rocher, notamment avec mini-projet.

**Compétences attendues :** Interpréter un paysage et des structures géologiques. Comprendre le comportement mécanique des roches, à différentes échelles de temps et d'espace. Comprendre le lien entre géologie structural et comportement des ouvrages aux rocher.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

---

**Métrologie des eaux résiduaires**

code-apo

1 crédit

10.5-0-0-3

---

**Description :** Ce cours a pour objectif de présenter les différents outils permettant de caractériser des milieux complexes, tels que les eaux pluviales, les eaux résiduaires urbaines et les effluents industriels. Outre les aspects origine et composition des eaux usées, le cours est largement consacré à la description des critères globaux d'évaluation de la pollution particulaire, organique, carbonée, azotée, phosphorée, ainsi que celle due aux composés halogénés (MES/MVS, COT, DCO, DBO, NTK, PT, AOX, ...). L'impact des différents types de pollution en termes de risques environnementaux et sanitaires est systématiquement décrit. Les tests de toxicité sont également abordés.

**Compétences attendues :**

- Connaître l'origine et les différents types de pollution des eaux usées urbaines.
- Connaître le principe, la mise en œuvre et les domaines d'application des techniques d'analyse des eaux usées.
- Apprécier l'impact de la pollution sur les milieux.
- Interpréter et critiquer des résultats d'analyses.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

**Microbiologie de l'environnement**

code-apo

1 crédit

10.5-0-0-0

---

**Description :** Après avoir rappelé la diversité biologique des microorganismes dans le milieu hydrique, ce cours est consacré tout d'abord à la bactériologie : la cellule bactérienne est caractérisée, l'influence de facteurs chimiques et physiques sur la croissance bactérienne est décrite, et les différentes techniques de dénombrement bactérien sont présentées. Dans une seconde partie du cours, l'accent est mis sur les risques sanitaires liés à la présence de microorganismes pathogènes dans le milieu hydrique en relation avec le traitement et les usages de l'eau. Des exemples de pathologies parasitaires, bactériennes et virales liées à l'eau sont donnés. Enfin, le contexte législatif relatif aux indicateurs de contamination fécale est présenté.

**Compétences attendues :**

- réaliser des cultures bactériennes et des dénombrements,
- distinguer les grandes voies métaboliques,
- faire une analyse des risques microbiologiques liés aux différents usages de l'eau

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

**Réacteurs**

code-apo

1 crédit

19.5-0-0-0

---

**Description :** Après avoir classifié les différents types de réaction chimique, ce cours présente la théorie des réacteurs parfaits (continus et discontinus) appliqués à la cinétique de réaction simple monophasique. Cet enseignement introduit également la description des écoulements réactionnels (distribution de temps de séjour) et leurs effets sur la conversion. Pour chaque réacteur, la méthodologie de dimensionnement est vue à travers l'ensemble des principes fondamentaux (bilans de matières) permettant de résoudre les problèmes rencontrés dans ce domaine.

**Compétences attendues :**

- résoudre les équations régissant les bilans matières au sein des milieux réactionnels,
- réaliser une étude visant à connaître la distribution de temps de séjour d'un réacteur réel et de modéliser le réacteur réel par une combinaison de réacteurs idéaux.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Techniques d'analyses pour l'environnement</b>	1 crédit
code-apo	10.5-0-0-0

---

**Description :** Ce cours utilise le contexte de l'analyse environnementale pour présenter des techniques de préparation d'échantillons, d'identification et de quantification de polluants dans les milieux eaux, sols et air, en complément des techniques mentionnées dans les cours "Chimie des milieux naturels", "Polluants dans les milieux naturels" et "Métrologie des eaux résiduaires urbaines". Les techniques visant à l'analyse des éléments métalliques (spectrométrie d'absorption atomique, plasma couplé par induction associé à différents types de détecteurs) ainsi que des micro-polluants organiques à l'état de traces, tels que les sous-produits de désinfection, les résidus médicamenteux ou les pesticides (chromatographies liquide ou gazeuse couplées à la spectrométrie de masse), y sont présentées. Le cours est illustré par de nombreux exemples d'analyses d'eau, et établit une relation étroite avec les aspects du traitement des eaux.

**Compétences attendues :** choisir une méthode d'analyse appropriée, préparer des échantillons, mettre en oeuvre des techniques de spectroscopie atomique et de chromatographie gaz et liquide, savoir interpréter des résultats d'analyse et évaluer les performances d'une technique analytique

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Travaux pratiques 1</b>	3 crédits
code-apo	0-32-3-6

---

**Description :** Les travaux pratiques mettent en oeuvre les techniques, procédés, ou méthodes abordés dans le module UE079 TEN.

**Compétences attendues :**

- réaliser avec autonomie des expérimentations dans le domaine de l'analyse chimique et microbiologique des eaux, et dans le domaine du génie de procédés appliqués au traitement et à l'épuration des eaux
- exploiter les résultats obtenus

**Évaluations :** comptes-rendus de TP + 1 soutenance orale

---

<b>BIM Building Information Modeling</b>	2 crédits
code-apo	11-0-12-10

---

**Description :** le BIM est une méthode de travail, un processus, utilisant une maquette numérique 3D intelligente comme élément central des échanges entre les différents intervenants à l'acte de construire. Pour cela, une visite de chantier ou d'un bâtiment (ex :STEP) sera effectuée, puis les plans 2D seront fournis aux élèves-ingénieurs qui devront modéliser le bâtiment et donc créer la maquette numérique 3D de ce dernier. Parallèlement à ce travail, les outils d'acquisition de nuages de points 3D (scanner 3D) seront présentés et mis en oeuvre dans le cas de bâtiments anciens.

**Compétences attendues :** Connaissances approfondies sur un logiciel orienté Bim (Revit)

**Évaluations :** 1 rapport de projet

---

<b>Hydraulique des réseaux 1</b>	2 crédits
code-apo	24.0-0-0-0

---

**Description :** Dans le cycle urbain de l'eau, ce cours donne des outils pour la conception des réseaux hydrauliques en conduite pleine (réseaux de distribution d'eau potable) et en conduite à surface libre (réseau de collecte des eaux usées et des eaux pluviales). Partant des besoins à satisfaire (demandes en eau potable ou quantités d'eaux usées et pluviales à stocker ou à évacuer), on évalue en terme de débit et de ligne piézométrique les régimes dus aux écoulements. Face aux contraintes de desserte et d'exploitation des systèmes, on dimensionne les diamètres des canalisations optimales et les ouvrages pour apporter toutes les satisfactions à moyen terme en quantité, à long terme en résistance mécanique et physico-chimique. La gestion patrimoniale des deux réseaux, alimentation en potable et assainissement collectif, est également abordée pour assurer le meilleur fonctionnement de ces deux réseaux.

**Compétences attendues :**

- Concevoir et dimensionner un réseau d'eau potable, d'eaux usées et d'eaux pluviales.
- Sélectionner les équipements hydrauliques.
- Connaître les techniques de construction et les contraintes d'exploitation des réseaux.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

**Infrastructures routières 1**

1 crédit

code-apo

7.5-0-0-0

**Description :** Ce premier volet de cours porte sur les techniques routières et les terrassements du point de vue environnement réglementaire et technique. Les objectifs sont (1) la présentation des techniques : matériels, constituants et le GTR et (2) l'initiation à quelques règles pratiques : cubatures, déroulement d'un chantier de terrassement, contrôles (portance, compacité, . . .). Technologie des matériaux de viabilité, normalisation et classification des granulats et sols (GTR).

**Compétences attendues :** Définir les principales tâches de terrassement routier - suivre une réunion de chantier - calculer l'équilibre déblais-remblais - contrôler la mise en œuvre et le compactage des différentes couches de structure de chaussée

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

**Métrologie**

1 crédit

code-apo

12-0-0-0

**Description :** Le but de ce cours est de définir tous les aspects liés à la métrologie et plus particulièrement en partant du capteur de la grandeur mesurée (mesurande) jusqu'à l'utilisateur (afficheur). Ce cours s'appuiera sur des notions mathématiques de base, et offrira aux élèves le moyen de faire des choix de capteurs adaptés aux différentes applications qu'ils rencontreront dans leur métier. Pour cela le cours peut-être découpé en quatre grandes parties regroupant :

1. La définition du vocabulaire de la métrologie, ainsi que des outils mathématiques nécessaires à l'évaluation des performances des capteurs (exemple : justesse, fidélité, écart-type)
2. La présentation des différents types de capteurs fournissant une seule grandeur mesurée, directe ou indirecte (exemple : notion de corps d'épreuve). La présentation des technologies employées en fonction des types de capteurs, et une liste des capteurs largement utilisés dans le cadre des métiers liés à la mécanique, le génie civil et le traitement de eaux (exemples : manomètre, débitmètre PH-mètre, jauge de déformations, palpeur)
3. Les notions de conversion analogique/numérique de signaux sera aussi abordé. Cela permettra d'introduire les notions de résolution et de base de mesure spatiale. Ceci permettra aussi l'extension du cours vers les notions de résolution temporelle des capteurs simples (une grandeur mesurée).
4. La dernière partie concernera une extension vers les notions de capteurs fournissant des champs de mesures (exemple : Caméra, MEB), en abordant les problèmes de mesures 2D, 2D  $\frac{1}{2}$  et 3D par l'entremise d'exemples spécifiques des domaines concernés (Mécanique, Génie Civil, Traitement des Eaux).

**SIG Systèmes d'information géographique**

0 crédit

code-apo

8-0-0-0

**Description :** Cet enseignement de géomatique permet l'acquisition des notions de bases nécessaires à l'utilisation des systèmes d'information géographiques. Les notions d'informations spatiales, de cartographie numérique, de création et restitution spatialisée des données sont abordées par l'utilisation de logiciels de SIG et directement appliquées sur des cas concrets du domaine de l'environnement.

**Compétences attendues :** Apprendre à utiliser un SIG- Créer et restituer de la donnée spatialisée en réponse à une question concrète

**Évaluations :** pas d'évaluation

---

<b>Topographie</b>	3 crédits
code-apo	24.0-8-0-10

---

**Description :** La topographie est la technique permettant de décrire la configuration du terrain avec tous ses points caractéristiques. Les éléments à recueillir doivent permettre de positionner dans l'espace chacun de ces points dans le but d'en faire une représentation graphique, plan topographique. Par extension, la topographie permet de reporter sur le terrain les éléments caractéristiques d'une future construction en vue de son édification. On parle alors d'implantation d'ouvrages. Enfin, la topographie permet de suivre dans le temps l'évolution d'éléments naturels ou non par comparaison entre les levés topographiques effectués périodiquement. Ce cours comprend quatre volets : 1- Généralités : description de l'activité du géomètre topographe, des techniques de positionnement sur la terre et de la topographie. 2- Nivellement : description de l'altimétrie, apprendre à faire un nivellement direct en utilisant le niveau ou un nivellement indirect en utilisant le tachéomètre à partir d'un cheminement fermé. 3- Polygonale : description de la planimétrie, apprendre à faire une polygonale en utilisant le tachéomètre à partir d'un cheminement fermé. 4- Etude de projets : lecture et établissement d'un plan topographique, réalisation d'un tracé routier, estimation des cubatures appliquées aux carrières, aux terrassements et aux barrages d'eau.

**Compétences attendues :**

- Connaître l'activité du géomètre topographe.
- Maîtriser les techniques de relevés de terrain (nivellement direct ou indirect, cheminement et polygonale).
- Utiliser deux appareils topographiques, le niveau et le tachéomètre.
- Connaître le fonctionnement des coordonnées Lambert.
- Lire et établir un plan topographique.
- Calculer les cubatures (applications aux terrassements routiers, exploitations de carrière, retenues en hydrogéologie).
- Régler un réseau d'alimentation en eaux potables ou un réseau d'assainissement en eaux pluviales et en eaux usées.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + 1 compte-rendu de TP

---

<b>Voirie, réseaux divers</b>	1 crédit
code-apo	6-0-12-0

---

**Description :** L'enseignement de voirie et réseaux divers (VRD) est dispensé suivant quatre thèmes : initiation à l'environnement de la VRD qui présente les éléments constitutifs de la voirie et les intervenants dans le domaine public, un volet réglementaire sur l'autorisation de travaux de voirie (règlement de voirie, permission...), un volet complémentaire sur l'exécution des travaux de voirie qui expose les différents types de travaux existants ainsi que les méthodes et règles de l'art pour les réaliser, et une dernière partie dédiée aux ressources financières et particulièrement celles allouées aux collectivités.

**Compétences attendues :**

- comprendre et décrypter les éléments remarquables de la voirie et les intervenants publics
- connaître les travaux de voirie et les méthodes d'exécution
- connaître les autorisations réglementaires et les ressources financières nécessaires à la réalisation des travaux de voirie

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Altération des matériaux de construction</b>	1 crédit
code-apo	15-0-0-0

---

**Compétences attendues :**

- Connaissance du milieu physico-chimique des liants hydrauliques
- Evaluation des pathologies et méthodes d'investigation
- Evaluation des risques
- Méthodes conservatoires et curatives en fonction de l'intensité des désordres

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

<b>Anglais 4</b>	2 crédits
code-apo	24-0-0-0

**Description :** Sur ce semestre, les groupes sont hétérogènes et le cours est orienté sur le monde anglophone et sur le monde scientifique. Les étudiants vont développer leur pratique d'un anglais adapté aux nouvelles technologies dans le but de pouvoir les mettre au service du monde du travail. Ils doivent préparer deux présentations orales conséquentes : une recherche sera menée afin de pouvoir approfondir leurs compétences linguistiques et professionnelles en anglais sur un thème actuel ; un autre travail de synthèse sera présenté sur des recherches scientifiques et internationales devant un jury.

**Compétences attendues :**

- préparer une présentation professionnelle en anglais (expression orale + compréhension écrite),
- faire de la recherche (approfondissement des compétences linguistiques et savoir-faire en civilisation) afin de pouvoir faire une synthèse des articles de journaux scientifiques.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit, exposés.

<b>Code des marchés publics - MOA, MOE</b>	2 crédits
code-apo	22.5-0-0-10

**Description :** Les collectivités publiques représentent des acteurs majeurs dans la mise en œuvre des politiques d'achat dans les domaines des travaux publics et de l'eau (travaux, services et fournitures). Dans ce cadre, une première partie du cours est consacrée aux marchés publics, et présente la réglementation encadrant les commandes publiques, les différents intervenants (pouvoirs et contre-pouvoirs), la loi sur la maîtrise d'œuvre (loi MOP), l'organisation de la mise en concurrence et les obligations des maîtres d'ouvrage et prestataires, les pièces contractuelles générales et particulières des marchés. Dans un second temps, les modalités de réalisation et de gestion contractuelle des marchés sont abordées ; cette deuxième partie est soutenue par un référentiel constant aux principales règles françaises et européennes jurisprudentielles. Pour chaque partie des exemples de mise en application dans les domaines du génie civil et de l'eau sont présentés et une étude de cas concrétise le contenu de ce cours.

**Compétences attendues :**

- comprendre et connaître les règles et modalités d'achat des collectivités publiques (+ Etat)
- découvrir le référentiel encadrant la commande publique (CMP, CCAG, CCTG, loi MOP, ...)
- appréhender les règles juridiques applicables aux marchés publics de travaux et services
- donner les outils permettant d'estimer la régularité d'une procédure
- répondre à un appel d'offre en respectant le Code des marchés publics
- s'approprier le contexte décisionnel et juridique d'attribution et d'exécution des marchés publics
- anticiper et gérer les litiges d'exécution et de gestion des marchés publics

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + 1 rapport + 1 soutenance orale

---

<b>Droit de l'environnement et développement durable</b>	0 crédit
code-apo	18-0-0-0

---

**Description :** Ce cours présente les enjeux et les objectifs du développement durable. Il donne des notions de droit de l'environnement en présentant les différents acteurs et textes réglementaires concernant la protection des sites, des paysages, des espaces naturels et de certains espaces géographiques, la maîtrise de l'urbanisme, le régime général des installations classées pour la protection de l'environnement, la loi sur l'eau et la prévention des risques naturels et technologiques. Ce cours aborde également les méthodologies employées pour les études d'impact et les études diagnostiques, le management environnemental.

**Compétences attendues :**

- comprendre et mettre en oeuvre les interactions liées au développement durable
- interpréter les textes réglementaires et les enjeux d'un territoire par une analyse interdisciplinaire des paramètres environnementaux, économiques et sociaux
- apprendre à définir en fonction des enjeux prioritaires des territoires et en application des textes réglementaires, les programmes techniques et les aménagements à réaliser

**Évaluations :** pas d'évaluation

---

<b>Gestion des eaux pluviales</b>	0 crédit
code-apo	12-0-0-0

---

**Description :** La gestion des eaux pluviales et de ruissellement est un enjeu important pour les collectivités locales dans l'aménagement de leur territoire, tant pour des raisons de santé publique (risque de dégradation de la qualité des eaux superficielles) que des raisons de sécurité (risque inondation). Dans une démarche de développement durable, les industriels sont également concernés car la réutilisation des eaux pluviales, pour certains usages, permet de réaliser des économies d'eau potable. Ce cours traite du cadre réglementaire relatif aux eaux pluviales (urbanisme, réutilisation des eaux pluviales), de la caractérisation (pollution) des eaux pluviales, des traitements de dépollution possible, et expose les différentes techniques de régulation quantitative des eaux pluviales (noues et fossés, tranchées drainantes, puits d'infiltration, structures alvéolaires, bassin à sec, chaussées à structure réservoir, toits stockants, ...). La réutilisation des eaux pluviales dans l'habitat (particuliers, habitat à usage collectif) est également abordée.

**Compétences attendues :**

- connaître les différentes techniques alternatives en assainissement pluvial

**Évaluations :** pas d'évaluation

---

<b>Projet transversal</b>	3 crédits
code-apo	0-0-10-30

---

**Description :** Ce projet vise à valider les compétences pédagogiques de la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nd</sup>e année (Spécialité et parcours GMC-GTS/TEN) du diplôme GEGC . Pour cela, ce projet portera sur la station d'épuration (STEP) de la Folie à Poitiers. Ce projet commencera par une visite du site, puis les étudiants (par groupe de 2/3) travailleront sur une partie du site en lien avec leurs compétences acquises en spécialité et parcours. Les groupes d'étudiants pourront aborder des domaines différents et compléter leurs connaissances sur la topographie, la construction, la géotechnique, la VRD, le traitement des eaux usées, la gestion et l'entretien d'une STEP,...

**Évaluations :** 1 rapport + 1 soutenance orale

---

<b>Transfert de chaleur</b>	2 crédits
code-apo	24-0-0-0

---

**Description :** Ce cours apporte des connaissances générales sur les différents modes de transfert de la chaleur et les mécanismes physiques associés. La première partie concerne la conduction : loi de Fourier, équation de la chaleur, notions de résistances thermiques, résistances thermiques de contact, capacité thermique. Les problèmes traités concernent les géométries planes (mur semi-infini) comme les géométries cylindriques (isolation de conduite, optimisation...). L'aspect transitoire de la conduction est traité notamment à travers l'introduction de méthodes adaptées (méthode de séparation des variables). La seconde partie est une introduction aux phénomènes convectifs : notion de coefficient d'échange convectif, nombre de Nusselt (convection forcée), nombre de Grashof (convection naturelle), corrélations des plus courantes. La troisième partie concerne les transferts par rayonnement thermique : rayonnement thermique des surfaces, surfaces noires, grises. On introduit les lois de PLANCK et de STEFAN-BOLTZMANN, la notion de facteurs de forme, d'échange d'énergie entre surfaces à émission et réflexion diffuses. La méthode De Poljak est présentée. La quatrième partie concerne les échangeurs : introduction aux échangeurs de chaleur : technologie des échangeurs sens de circulation, les modes de transferts, l'efficacité et le dimensionnement par la méthode DTLM et NUT.

**Compétences attendues :**

- qualifier des échanges thermiques en étudiant le phénomène physique,
- quantifier des échanges thermiques,
- justifier thermiquement du choix des matériaux,
- dimensionner des systèmes thermiques,
- donner des solutions correspondant à un cahier des charges,
- dimensionner un échangeur en fonction des caractéristiques d'un process.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Adsorption sur charbon actif</b>	0 crédit
code-apo	4.5-0-0-0

---

**Description :** Après une présentation des caractéristiques des charbons actifs (texture, structure) et de l'adsorption (cinétique et équilibre d'adsorption en réacteur discontinu, filtration sur charbon actif en grains), le cours présente les diverses applications en traitement des eaux de consommation (historique, procédés mettant en oeuvre des charbons actifs en poudre et en grains, performances attendues, étude de cas).

**Évaluations :** évaluation avec la matière Filière de production d'eau potable (S8 UE12 TEN)

---

<b>École de terrain : reconnaissance des roches</b>	3 crédits
code-apo	10.5-30-0-0

---

**Description :** Les compétences acquises en Géologie sont mises en pratique en intégrant la dimension du terrain dans le cas de l'étude géologique du secteur des Sables d'Olonne dans un contexte alliant magmatisme et métamorphisme. La cartographie à grande échelle attendue est réalisée sur la base des descriptions rigoureuses des différents affleurements rencontrés, comprenant l'identification des roches, l'analyse et la mesure des structures géologiques. Le travail des étudiants est complété par des enseignements qui s'appuient sur les cas rencontrés sur terrain.

**Compétences attendues :** Utiliser le matériel de terrain afin de reconnaître les différents types de roches et de réaliser des mesures pour analyser les structures géologiques - Se situer dans les différents systèmes géologiques en tenant compte de la chronologie de formation et/ou de mise en place - Fournir un rapport rendant compte des observations et des mesures de terrain ainsi que des interprétations sur le contexte géologique étudié.

**Évaluations :** 1 compte-rendu de terrain

---

<b>Épuration biologique et dimensionnement des stations d'épuration à boues activées</b>	3 crédits
code-apo	48-0-0-0

---

**Description :** Après un bref rappel du métabolisme bactérien et de la cinétique enzymatique, le cours traite de la cinétique de croissance bactérienne et de la modélisation des réacteurs biologiques à bactéries libres afin de montrer l'influence de paramètres fondamentaux sur l'élimination de substrats et la production de biomasse en examinant successivement le cas des réacteurs discontinus, des réacteurs continus sans recirculation, des réacteurs uniques, en série et piston avec recirculation. Le cours aborde ensuite les voies de transformation par voie biologique de la pollution organique en milieu aérobie et en milieu anaérobie, de la pollution azotée et de la pollution phosphorée dans les eaux usées et dans les boues en précisant, pour chaque grand type de réactions, les principales réactions mises en jeu et les conditions optimales de mise en œuvre de ces réactions. Cet enseignement présente ensuite les bases de dimensionnement de tous les ouvrages d'une station d'épuration urbaine à boues activées (prétraitements, décanteur primaire, réacteur biologique et clarificateur, ...), le calcul de la consommation d'oxygène et le dimensionnement des dispositifs d'aération, l'évaluation de la production de boues et les méthodes permettant de diagnostiquer et d'améliorer le fonctionnement d'installations existantes. Les divers réacteurs à boues activées à alimentation séquentielle sont aussi présentés d'une manière succincte.

**Compétences attendues :**

- Faire des bilans de matière au niveau d'un réacteur biologique et d'une station d'épuration,
- Comprendre l'influence des paramètres de fonctionnement sur les performances d'un réacteur biologique,
- Comprendre les voies de transformation par voie biologique des pollutions organique, azotée et phosphorée en vue d'appliquer ces réactions à l'épuration des eaux,
- Dimensionner une station d'épuration à boues activées, un lagunage et un filtre plantés à roseaux (dimensionnement de chaque ouvrage, calculs de consommation de réactifs et d'énergie, ...),
- Diagnostiquer les performances d'une installation industrielle de traitement des eaux usées par les procédés ci-dessus en vue de résoudre les problèmes de dysfonctionnements et d'optimiser les performances.

**Évaluations :** 2 contrôles écrits

---

<b>Équilibres calco-carboniques</b>	1 crédit
code-apo	10.5-0-0-0

---

**Description :** Après un rappel théorique, les méthodes graphiques de résolution des équilibres calco-carboniques selon HALLOPEAU et DUBIN et LEGRAND et POIRIER sont présentées avec des exemples de cas concrets. La méthode selon Legrand-Poirier est mise en application avec le logiciel LplWin. A l'issue du cours, les élèves sont en mesure d'évaluer l'impact des traitements (coagulation/floculation, aération, reminéralisation, décarbonatation, ...) sur la composition et plus particulièrement sur le caractère agressif ou calcifiant des eaux en cours de potabilisation.

**Compétences attendues :** Résoudre les équilibres calco-carboniques à l'aide des méthodes graphiques appliquées au traitement des eaux, utiliser l'abaque de Hallopeau et Dubin, utiliser le logiciel LplWin

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Filière de production d'eau potable</b>	1 crédit
code-apo	9-0-0-0

---

**Description :** Après avoir présenté le contexte législatif européen et national relatif à la production, la distribution et à la qualité des eaux potable, ce cours s'attache à décrire les différentes filières envisageables pour le traitement d'eaux souterraines ou d'eaux de surface. En relation avec la qualité de la ressource et les objectifs de traitement (élimination des matières en suspension, turbidité, matières organiques naturelles, micropolluants minéraux ou organiques, algues, germes pathogènes...), ce cours expose de manière synthétique les critères permettant le choix d'une filière adaptée. Illustré par de nombreux exemples de filières de production d'eau potable, ce cours se veut un guide pratique de conception d'usines de production d'eau potable.

**Compétences attendues :**

- choisir une filière complète de production d'eau potable en fonction de la qualité des eaux brutes et des objectifs de traitements,
- dimensionner tous les ouvrages d'une usine d'eau potable classique,
- diagnostiquer les performances d'une usine d'eau potable en vue de résoudre les problèmes de dysfonctionnements et d'optimiser les performances.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

**Géotechnique 4 : Fondations**

5 crédits

code-apo

31.5-34-0-20

**Description :** Rappels des essais de laboratoire et présentation des essais in-situ. La première partie de ce cours présente l'ensemble des types de fondations (puits, radier, semelle filantes, pieux, micropieux, ...) et succinctement leur dimensionnement. Un projet portant sur une mise en situation concrète d'études géotechniques (G1, G2 AVP) : étude minéralogique, analyse des essais de laboratoire (limlites d'Atterberg, VBS, granulométrie, etc.), des essais in-situ (pénétrömètre, pressiomètres, etc.), choix du type de fondation. Tous les calculs d'infrastructures, fondations et travaux souterrains nécessitent des investigations in situ en amont : des reconnaissances à la pelle mécanique ou par tranchée, sondages et forages. La seconde partie du cours porte sur les différentes méthodes d'investigations par sondages et forages en percussion, rotation et rotoperçusion ainsi que le matériel d'équipement (tubage, crépine) et les propriétés/utilisation des boues de forages. La présentation des essais in situ : essais « d'eau » – infiltration et perméabilité et essais géotechniques : pressiomètre, scissomètre, pénétrömètre, phicomètre est accompagnée de TP et/ou démonstrations sur chantiers. Les équipements in situ, dilatomètre, inclinomètre, tassomètre sont également abordés.

**Compétences attendues :**

- Connaître l'Eurocode 7 (fondations profondes)
- Définitions et connaissances des types de fondations (superficielles, profondes et spéciales)
- Maîtriser les missions géotechniques (G1 et G2AVP)
- Connaître les essais in-situ.

**Évaluations :** 1 rapport + 1 soutenance orale

**Infrastructures routières 2**

1 crédit

code-apo

8-0-0-0

**Description :** Ce second volet sur les techniques routières et les terrassements est une application des Recommandations pour les Terrassements Routiers et Guide Technique de réalisation de Remblais et couches de forme, la détermination des catégories de voies, de trafics, des arases et des plateformes avec les applications dans les différents terrains géologiques, les essais de contrôle de plateforme et de compactage. Sont abordés également le choix des matériels de terrassement, l'optimisation des rendements (Q/S) et déblais / remblais.

**Compétences attendues :** Définir une structure de chaussée - définir le cahier des charges de mise en œuvre et de contrôle

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

**Mécanique des roches 2 : Massifs rocheux**

1 crédit

code-apo

10.5-0-0-0

**Description :** Ce cours présente les fondements de la mécanique des roches et des méthodes pour le prédimensionnement des ouvrages souterrains (recommandations de l'AF TES, méthode RMR de Bieniawski, Q-system de Barton). Le rôle mécanique de l'eau présente dans la roche et les massifs rocheux est également abordé.

**Compétences attendues :**

- proposer des méthodes de caractérisation des discontinuités d'un massif rocheux,
- mener un prédimensionnement d'un ouvrage souterrain (tunnel, galerie souterraine).

---

<b>Oxydation chimique - Désinfection</b>	1 crédit
code-apo	10.5-0-0-0

---

**Description :** Introduite par des notions générales sur la désinfection et la réglementation appliquée à la production d'eau potable, l'oxydation en milieu aqueux par le chlore et ses dérivés, le dioxyde de chlore et l'ozone, est décrite : réactivité avec les composés minéraux et organiques, place dans les filières de traitement, mise en œuvre industrielle, analyse.

**Compétences attendues :**

- comprendre les processus chimiques régissant les réactions d'oxydation des composés dissous
- connaître les sous-produits d'oxydation potentiellement formés et leurs risques sur la santé humaine
- être capable de choisir l'oxydant le plus adapté à la qualité de l'eau à traiter et aux objectifs de traitement

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Précipitation - Décarbonatation - Mise à l'équilibre</b>	1 crédit
code-apo	9-0-0-0

---

**Description :** Les aspects technologiques de la mise à l'équilibre calco-carbonique pour la production d'eau potable sont présentés ainsi que les données de dimensionnement. Les procédés de précipitation des sels dissous sont également détaillés, particulièrement les opérations de décarbonatation et d'adoucissement par la chaux.

**Compétences attendues :** concevoir et dimensionner des unités de précipitation et reminéralisation

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Travaux pratiques 2</b>	3 crédits
code-apo	0-32-3-6

---

**Description :** Les travaux pratiques mettent en œuvre les techniques, procédés, ou méthodes abordés dans le module UE12 TEN.

**Compétences attendues :**

- réaliser avec autonomie des expérimentations dans le domaine de l'analyse des eaux, et dans le domaine du génie de procédés appliqués au traitement et à l'épuration des eaux
- exploiter les résultats obtenus

**Évaluations :** comptes-rendus de TP + 1 soutenance orale

---

<b>Anglais 5</b>	2 crédits
code-apo	32-0-0-0

---

**Description :** la priorité absolue de ce cours est la prise en charge par les étudiants des situations de communication aussi proches que possible de la réalité professionnelle : la direction / participation aux simulations de réunions professionnelles, à des tables rondes et à des cas d'études scientifiques, internationales et éthiques basés sur des sujets d'actualité du monde de l'ingénierie .

**Compétences attendues :**

- mener (avec préparation) et participer activement à une réunion professionnelle en anglais,
- pouvoir faire des présentations professionnelles sur des sujets scientifiques et/ou d'actualité,
- faire une analyse logique sur une question morale et/ou éthique soulevée dans le monde de l'ingénierie,
- faire le lien entre le cours de langue et la formation scientifique et professionnelle de l'ENSI Poitiers.

---

<b>Gestion 2</b>	1 crédit
code-apo	19.5-0-0-0

---

**Description :** ce cours permet d'aborder l'initiation à la lecture et l'analyse d'états financiers (bilan, compte de résultat, soldes intermédiaires de gestion) au travers d'une présentation des informations contenues dans les états et d'un entraînement à la résolution d'exercices simples de comptabilité générale. De plus, on y développe la comptabilité générale : matière première de l'analyse. Informations contenues dans le bilan et dans le compte de résultat. Grandeurs caractéristiques de l'activité : les soldes intermédiaires de gestion.

**Compétences attendues :** analyser des états financiers (bilan, compte de résultat, soldes intermédiaires de gestion) au travers d'une présentation des informations contenues dans les états et d'un entraînement à la résolution d'exercices simples de comptabilité générale et de l'étude de la comptabilité générale.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Projet de Fin d'Etudes</b>	6 crédits
code-apo	0-0-25-75

---

**Description :** les projets de fin d'études consistent en une étude approfondie apportant une contribution originale au développement des techniques dans des domaines liés à la spécialité professionnelle. Cette étude est élaborée au cours d'un projet en partenariat avec une entreprise ou au sein d'un laboratoire de recherche.

**Compétences attendues :**

- savoir travailler en groupe,
- mener un projet avec différents partenaires et interlocuteurs,
- faire de la veille technologique.

**Évaluations :** Rapport écrit et soutenance

---

<b>Qualité</b>	1 crédit
code-apo	10.5-0-0-0

---

**Description :** la qualité est un élément fondamental de toute production. C'est pourquoi ce cours aborde les points suivants : positionnement humain dans la fonction qualité ; connaissance des performances, rapport aux objectifs, relation causes à effets ; les indicateurs relevés et leurs utilisations, la réactivité préventive. Gestion des processus, outils d'analyse associés ; management par la qualité TQM, déploiement de la qualité QFD ; approche norme ISO 9000 version 2000 ; système d'amélioration continue ; pérennisation d'une démarche qualité.

**Compétences attendues :**

- expliquer le positionnement humain dans la fonction qualité,
- connaître les performances, rapport aux objectifs, relation causes à effets, les indicateurs relevés et leurs utilisations, la réactivité préventive,
- gérer des processus et les outils d'analyse associés,
- manager par la qualité TQM, déploiement de la qualité QFD,
- appliquer les normes ISO,
- appréhender les systèmes d'amélioration continue,
- pérenniser la démarche qualité.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Santé et sécurité au travail 3</b>	0 crédit
code-apo	6-0-0-0

---

**Compétences attendues :** développer une approche managériale à la fois technique et stratégique de la RSE, du développement durable et de la maîtrise des risques QSE en entreprise.

**Évaluations :** Rapport de stage

---

<b>Vie de l'entreprise</b>	0 crédit
code-apo	32-0-0-10

---

**Description :** Présentation par groupe de spécialité par un chef du personnel ou directeur des ressources humaines d'entreprises. Formation création entreprise : Formation sur les démarches à réaliser afin de se préparer à la création d'une PME PMI Collectivités territoriales et développement durable : Les actions mises en œuvre par les Collectivités territoriales dans le cadre du développement durable.

**Compétences attendues :**

- Se sensibiliser à la recherche de stage ou 1er emploi
- Simuler un entretien collectif
- Apprendre les bases de la création d'entreprise,
- Comprendre son contrat de travail et les relations sociales collectives dans l'entreprise
- Aborder l'éthique du cadre dans l'entreprise
- Faire une simulation speed meeting
- Valoriser ses compétences

---

<b>Conception des ouvrages souterrains</b>	3 crédits
code-apo	28-8-0-0

---

**Description :** Le module commence par des compléments de mécanique des roches pour les travaux souterrains. On présente ensuite la typologie, le cadre et l'histoire des ouvrages souterrains. L'étape suivante concerne la reconnaissance des terrains, à la fois avant le creusement et à l'avancement, ainsi que l'auscultation des ouvrages. Une part importante du module est dédiée aux méthodes de creusement (explosif, machine à attaque ponctuelle, tunnelier) et soutènement des ouvrages souterrains.

**Compétences attendues :** Connaître les différentes techniques classiques de creusement et de soutènement des ouvrages souterrains et être capable de choisir la meilleure d'entre elles pour un ouvrage spécifique.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

---

<b>Eau potable</b>	4 crédits
code-apo	38-0-8-8

---

**Description :** Ce cours est un approfondissement des enseignements de 2ème année. L'objectif est d'apporter une formation spécialisée concernant les traitements spécifiques d'élimination du fer, du manganèse, de l'arsenic, du sélénium, du fluorure, de l'azote et des micropolluants organiques. Il est complété par la présentation des procédés de désinfection des eaux par irradiation UV, des procédés de dessalement des eaux, ainsi que des éco-procédés appliqués à la production d'eau potable. Le cours compare selon des critères techniques et économiques les différentes technologies envisageables et donne les bases du dimensionnement des ouvrages. De nombreux exemples d'installations sont étudiés. Les problématiques de dysfonctionnements et non-conformités sur une unité de production d'eau potable ou bien encore de gestion de l'eau potable en temps de crise sont abordées par des professionnels. Enfin, la conception d'une unité de traitement d'eau potable est réalisée par le biais de deux projets présentés par des industriels : à partir d'une ressource en eau donnée et des contraintes de production, faire le choix et le dimensionnement d'une filière complète de traitement d'eau potable.

**Compétences attendues :**

- concevoir, dimensionner des ouvrages de traitement d'eau potable
- diagnostiquer des filières de productions d'eau potable

**Évaluations :** 2 contrôles écrits + 3 projets

---

<b>Environnement professionnel 2</b>	4 crédits
code-apo	42-0-0-0

---

**Description :** Un projet professionnel, mené par des professionnels, qui permettra aux étudiants d'intervenir à différentes étapes d'un projet, et dans différentes postures et situations. L'intervention de professionnels qui exercent dans les domaines de compétences et les missions enseignées L'étude d'un cas concret : une opération d'aménagement couplée à une opération de construction. Des mises en situation au cours desquels l'étudiant sera invité à réagir professionnellement, et à se positionner selon des apports théoriques.

**Compétences attendues :**

- les étudiants sauront se repérer dans l'environnement professionnel d'une opération d'aménagement / de construction, et se positionner en fonction de leurs missions.
- Connaissances des fonctions et responsabilités des principaux acteurs
- Connaissances du contenu des différentes phases d'une opération d'aménagement / de construction, et la manière dont les aborder.
- Connaissance générale des méthodes d'étude et des techniques de réalisation de la construction
- Connaissances des bases de l'organisation d'une opération à travers l'étude d'un cas concret.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Environnement professionnel 3</b>	1 crédit
code-apo	9-0-0-0

---

**Description :** Ce module présente la mise en application de la loi MOP pour la maîtrise d'ouvrage publique et ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée dans le cadre des travaux souterrains. On définira notamment les principaux acteurs (Maître d'Ouvrage, Maître d'Œuvre, Entreprise de travaux), en précisant leurs rôles et responsabilités (suivi technique et administratif de chantiers. . .) et la réglementation, notamment pour la dévolution des marchés publics souterrains. On abordera également les pratiques contractuelles dans les travaux souterrains.

**Compétences attendues :** Maîtriser le code des marchés publics et ses spécificités dans les cas des ouvrages souterrains.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Pollution de l'air</b>	2 crédits
code-apo	34.5-0-0-0

---

**Description :** Ce module présente les sources de pollution atmosphérique (transports, grandes installations de combustion, incinération, industries, . . .) avec leurs polluants associés (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, COV, CO, particules, . . .) et les principales cibles (santé humaine, impact climatique, biens matériels et ressources biologiques, nuisances olfactives). Il présente ensuite les réglementations européennes et nationales et l'organisation du contrôle des installations industrielles et de suivi de la qualité de l'air en France (réseau Atmo). Il décrit ensuite les méthodes manuelles et automatisées d'analyses des différents polluants atmosphériques. Après une brève présentation de l'équilibre Gaz-Liquide et des conventions d'écriture, ce module présentera aussi les différents types de contacteurs Gaz-Liquide utilisables en particulier dans le domaine du traitement des eaux et des effluents gazeux. Le cours aborde ensuite les équations de bilans de matière, les notions d'étages théoriques pour les colonnes à plateaux et d'unité de transfert pour les colonnes à garnissage ainsi que le dimensionnement de réacteurs de transfert gaz-liquide. Quelques notions de transfert de matière avec réaction chimique en phase liquide sont présentées. Ce cours présente ensuite synthétiquement les procédés de traitement des émissions gazeuses des sources fixes et mobiles. Aussi, il présente les principales technologies disponibles de dépollution, des applications industrielles spécifiques aux grandes classes de polluants et enfin quelques procédés émergents ou en cours de développement.

**Compétences attendues :** Choisir et mettre en œuvre des analyses de l'air, commenter et interpréter des résultats, connaître les différents procédés de dépollution de l'air, concevoir et dimensionner une installation de traitement des gaz

**Évaluations :** 3 contrôles écrits

---

<b>Hydraulique des réseaux 2</b>	4 crédits
code-apo	46-0-0-0

---

**Description :** Ce cours constitue une initiation à l'utilisation de logiciels de modélisation des écoulements dans des réseaux en conduites pleines (logiciel Porteau, avec une étude de cas en eau potable) et en conduite à surface libre (logiciels Infoworks avec une étude de cas en assainissement). Ce cours aborde également l'évolution de la qualité de l'eau en réseau d'eau potable ainsi que le thème de la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable et d'assainissement.

**Compétences attendues :**

- connaître les données et méthodes associées aux outils de modélisation,
- savoir saisir ces données, calculer les régimes d'écoulement,
- simuler des fonctionnements, - critiquer et exploiter les résultats,
- connaître la démarche d'utilisation des outils numériques dans la réalisation de dimensionnement et de schéma directeur.

**Évaluations :** 2 projets

---

<b>Structures en béton</b>	6 crédits
code-apo	81.0-0-0-0

---

**Description :** Le calcul des structures nécessite des rappels sur la définition des actions, le PFS, les sollicitations (N, V et Mf) et les systèmes iso et hyperstatiques simples appliqués aux constructions. Le principe de la descente de charges est précisé et après un bref historique, les méthodes de calcul du béton armé et du béton précontraint sont présentées selon les règles de l'EUROCODE 2, tant pour l'Etat Limite Ultime que pour l'Etat Limite de Service. Les TD sont appliqués à des cas simples et concrets de projets de construction. Ils concernent les poutres, les planchers, les poteaux et les fondations superficielles.

**Compétences attendues :**

- maîtriser les notions fondamentales dictant le comportement d'une section en béton armé et/ou en béton précontraint, \* maîtriser les calculs de base pour la conception de structures en béton armé et/ou précontraint.

**Évaluations :** 3 contrôles écrits

---

<b>Calculs et modèles en Génie Civil (GMC)</b>	3 crédits
	50-0-0-0

---

**Description :** L'ingénieur en bureau d'études utilise des codes de calcul basés sur la résolution d'équations aux dérivées partielles. Ce cours vise à présenter les méthodes analytiques et numériques, les plus utilisées en génie-civil pour la résolution des équations aux dérivées partielles (méthodes des différences finies et éléments finis). Pour chaque méthode, une attention particulière sera portée sur les critères de convergence ainsi que sur la stabilité des schémas mis en œuvre. Ce cours introduit également la théorie de la Plasticité, largement utilisée en géomécanique. Cette théorie est illustrée dans le cours par des applications issues de problèmes de la géotechnique (modèle Cam-Clay). Les enseignements comprennent des Travaux Dirigés avec le logiciel aux éléments finis Plaxis. Les élèves du parcours GMC auront 15 heures de TD spécifiques avec Plaxis.

**Compétences attendues :**

- mener des calculs avec un code aux éléments finis
- construire à partir d'un cas réel, un modèle numérique simplifié (exploitation des symétries du problème, construction du maillage, conditions aux limites, choix de la loi de comportement) pour un code aux éléments finis.

**Évaluations :** Projet

---

<b>Calculs et modèles en Génie Civil (GTS)</b>	4 crédits
code-apo	50-0-0-0

---

**Description :** L'ingénieur en bureau d'études utilise des codes de calcul basés sur la résolution d'équations aux dérivées partielles. Ce cours vise à présenter les méthodes analytiques et numériques, les plus utilisées en génie-civil pour la résolution des équations aux dérivées partielles (méthodes des différences finies et éléments finis). Pour chaque méthode, une attention particulière sera portée sur les critères de convergence ainsi que sur la stabilité des schémas mis en œuvre. Ce cours introduit également la théorie de la Plasticité, largement utilisée en géomécanique. Cette théorie est illustrée dans le cours par des applications issues de problèmes de la géotechnique (modèle Cam-Clay). Les enseignements comprennent des Travaux Dirigés avec le logiciel aux éléments finis Plaxis. Les élèves du parcours GMC auront 15 heures de TD spécifiques avec Plaxis.

**Compétences attendues :**

- mener des calculs avec un code aux éléments finis
- construire à partir d'un cas réel, un modèle numérique simplifié (exploitation des symétries du problème, construction du maillage, conditions aux limites, choix de la loi de comportement) pour un code aux éléments finis.

**Évaluations :** Projet

---

<b>Démarche QSE en ouvrages souterrains</b>	1 crédit
code-apo	12-3-0-3

---

**Description :** Ce module est dédié à l'application de la démarche Qualité, Sécurité, Environnement au domaine des travaux souterrains et aux spécificités de ces derniers dans cette démarche. La gestion et la valorisation des matériaux d'excavation est notamment abordée, ainsi que la lutte contre les nuisances dans les chantiers souterrains.

**Compétences attendues :** Savoir adapter la démarche QSE aux travaux souterrains afin d'améliorer la qualité et la sécurité des travaux souterrains et la gestion des risques.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Eau et santé</b>	2 crédits
code-apo	21-0-0-0

---

**Description :** Ce cours aborde plusieurs aspects : la toxicologie (notions générales, mécanisme d'action des substances toxiques, évaluation du risque toxique, établissement de normes); le contrôle sanitaire en France des eaux potables et des eaux de baignade (réglementation, acteurs, diffusion des résultats); la gestion du risque légionelle (contexte réglementaire, mesures de prévention, maintenance des installations).

**Compétences attendues :**

- être capable de comprendre les effets de substances toxiques et d'évaluer un risque toxique
- connaître les enjeux du contrôle sanitaire

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + 1 projet

---

<b>Eaux résiduaires urbaines</b>	5 crédits
code-apo	53.5-0-4-0

---

**Description :** Ce cours se divise en 4 parties : 1- Epuration à biomasses fixées. Ce cours a pour objectif de présenter les principes de fonctionnement, les aspects technologiques, les bases de dimensionnement et les performances de procédés d'épuration à biomasse fixée : les lits bactériens, les disques biologiques, les biofiltres et les réacteurs à boues activées avec des supports mobiles. 2- Procédés extensifs. Cet enseignement présente le principe de fonctionnement, les bases de dimensionnement et les performances des procédés d'épuration adaptés pour les petites collectivités tels que le lagunage naturel, l'infiltration-percolation et les filtres plantés de roseaux. Les bambouseraies, les taillis à très courte rotation, les zones de rejet végétalisées, ... seront également abordés dans ce cours. 3- Assainissement non collectif. Ce cours présente la réglementation concernant l'assainissement non collectif (ANC), les principes de fonctionnement et les performances de divers dispositifs de traitement utilisés en ANC. 4- Réutilisation des eaux usées urbaines traitées. Après une présentation des aspects réglementaires relatifs aux différents domaines de réutilisation des eaux usées traitées, le cours présentera, à l'aide de cas concrets réalisés en France ou à l'étranger, des filières de post-traitements en vue de réutiliser les eaux usées urbaines traitées en arrosage d'espaces verts, recharge de nappe et production d'eau industrielle ou potable. Enfin, la conception, le dimensionnement, l'implantation d'une STEP est réalisée par le biais de deux projets présentés par des industriels.

**Compétences attendues :**

- concevoir et dimensionner des stations d'épuration
- diagnostiquer une station d'épuration afin de proposer des solutions à des problèmes de dysfonctionnement ou d'optimiser les performances.

**Évaluations :** 2 contrôles écrits

---

<b>Espace souterrain</b>	2 crédits
code-apo	21-3-0-10

---

**Description :** Ce module est dédié aux ouvrages annexes aux grands ouvrages souterrains. On y intègre le cas des équipements (ventilation, éclairage, électricité...) et de la mise en sécurité des ouvrages souterrains. Une attention particulière est portée aux ouvrages souterrains en milieu urbain et à leurs interactions avec ce milieu urbain.

**Compétences attendues :** Savoir intégrer un ouvrage dans son environnement en prenant en compte l'ensemble des contraintes, particulièrement en milieu urbain.

**Évaluations :** 1 rapport

---

<b>Etanchéité et revêtement</b>	1 crédit
code-apo	6-0-0-0

---

**Description :** On présente dans ce module les différentes techniques d'étanchéité et de revêtements des ouvrages souterrains, ainsi que le traitement d'arrêt d'eau dans les ouvrages souterrains.

**Compétences attendues :** Savoir traiter les conditions d'eaux d'un ouvrage souterrain.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Géotechnique approfondie</b>	7 crédits
code-apo	61.5-0-14-40

---

**Description :** Ce cours fait suite aux cours de géotechnique de première et deuxième année . Il aborde trois domaines, la pathologie des fondations, les fondations profondes et les soutènements. Ces enseignements sont essentiellement assurés par des professionnels issus de bureaux d'études géotechniques. Que ce soit dimensionnement ou pathologie des fondations, les cours et TD sont associés à des projets d'études de cas réels. Les sujets traités sont : Creusement - Soutènement . Analyses des actions sur les parois d'excavation (parois moulées, préfabriquées, Jet Grouting, berlinoises, ancrages) - Catalogue des types et technologies des soutènements flexibles . Ouvrages de soutènement, théorie de l'équilibre limite de poussées et de butée, méthodes de prédimensionnement et méthode au coefficient de réaction (utilisation du logiciel KRéa). Dimensionnement fondations profondes, fondations spéciales, conception et réalisation d'ouvrages souterrains, actions des actions sur les parois d'excavation, utilisation du logiciel FOXTA – calculs au coefficient de réaction. Renforcement des sols (clouage tirants), colonnes ballastées.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + 1 rapport

---

<b>Milieu naturel</b>	2 crédits
code-apo	30-0-0-0

---

**Description :** Ce cours traite de la qualité de la ressource en eau, en relation avec la biologie des milieux aquatiques. Ce cours offre une vue d'ensemble des écosystèmes aquatiques, en particulier relatifs aux eaux courantes. Les différents indices biologiques (indice saprobie, indice biotique, indice biologique global normalisé, indice diatomique) sont présentés et l'utilisation des bioindicateurs pour la recherche de toxiques dans le milieu naturel est décrite. Ce cours est également l'occasion de détailler le phénomène d'eutrophisation dû à l'activité humaine : manifestation dans les rivières, mer, lacs, ou retenues, conséquences en terme de modification des écosystèmes aquatiques et moyens mis en œuvre pour lutter contre ce phénomène. Enfin, la classification des cours d'eau à l'aide des grilles d'évaluation de la qualité des eaux est exposée.

**Compétences attendues :** diagnostiquer la qualité des cours d'eaux à partir d'analyses biologiques

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Traitement des boues</b>	1 crédit
code-apo	16.5-0-0-0

---

**Description :** Ce cours se divise en 2 parties :

1. Traitement des boues liquides. Ce cours décrit le principe de fonctionnement, les aspects technologiques, les bases de dimensionnement et les performances de divers procédés de traitement de boues liquides tels que les opérations d'épaississement statique et dynamique, de deshydratation (filtre presse, filtre à bandes, centrifugation), de conditionnement et de stabilisation des boues.
2. Traitement et valorisation des boues déshydratées. Ce cours aborde plus particulièrement les filières de traitement et de valorisation des boues d'épuration. Après un rappel des données concernant la production et la composition des boues, le cours présente les différentes voies de valorisation des boues : épandage agricole, compostage, incinération et méthanisation des boues (aspects réglementaires et technologiques). Les différentes filières de traitement des boues d'épuration seront également décrites en présentant d'une manière plus détaillée certaines opérations comme le séchage des boues et les procédés de réduction de la production de boues.

**Compétences attendues :** Concevoir et dimensionner des filières de traitement des boues

---

<b>Travaux souterrains à faible profondeur</b>	2 crédits
code-apo	24-4-0-0

---

**Description :** Ce module est dédié aux techniques d'amélioration des sols telles que le jet grouting, les injections et la congélation des sols. On détaillera également le creusement en terrains meubles par les techniques de confortement à l'avant du front de taille (prévoûtes, voûtes parapluie) d'une part, et l'utilisation des boucliers pour le creusement des tunnels. La gestion des aquifères est également abordée. Les techniques de tranchées couvertes sont également traitées dans ce module.

**Compétences attendues :** Etre capable d'adapter les méthodes des travaux souterrains à des conditions défavorables.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

---

<b>Carrières : reconnaissance, exploitation, minage</b>	2 crédits
code-apo	15-16-0-0

---

**Description :** L'enseignement comprend l'exploitation des gisements : aspects juridiques (législation ouverture et réaménagement de carrières et études d'impact), les aspects économiques et type d'exploitations de granulats (carrières - sablières). Du point de vue technique il s'agit de la mise en exploitation d'une carrière, optimisation des chaînes techniques d'extraction, abattage, concassage, criblage en carrière de roches massives, extraction, lavage, criblage, concassage de roches meubles. Dans une deuxième partie l'enseignement aborde les techniques de minage et leurs réglementations : caractéristiques, classification et conditionnement des explosifs. On aborde également la mise en œuvre des explosifs déflagrants et détonants, le choix des détonateurs - relais de détonation et boosters, les types d'amorçage et la sécurité, la mise en œuvre de tir et chargement de mine et les Incidents de tir La dernière partie de l'enseignement comprend la description du gisement à travers le relevé sur le terrain des différents types de couches géologiques présentes dans un contexte de roches sédimentaires (log stratigraphique).

**Compétences attendues :**

- Connaître les réglementations liées à l'exploitation d'un gisement (ouverture, exploitation, réhabilitation,...)
- Faire un plan de tir de minage
- Relever sur le terrain du log stratigraphique pour évaluer la ressource

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + 1 rapport

---

<b>Eaux industrielles</b>	4 crédits
code-apo	51.5-0-0-0

---

**Description :** Ce cours présente trois volets : 1 - Utilisation et traitement de l'eau dans l'industrie. Ce cours traite de l'utilisation de l'eau dans différents secteurs d'activité industrielle. Pour quelques industries, le cours décrit les principales opérations de fabrication afin de cerner les besoins en eau, les qualités d'eau requises et présente les principales caractéristiques des eaux usées produites. 2 - Production d'eau de procédés. Le cours aborde les différentes filières de production d'eau de procédé allant de la qualité eau industrielle à la qualité eau ultra-pure. 3 - Traitement des eaux de chaudières et de circuits de refroidissement. Après avoir décrit le cycle de l'eau dans la chaufferie et les différentes contraintes liées l'exploitation des chaudières, ce cours présente les possibilités de traitements et de conditionnement des eaux de chaudière. Le traitement des eaux de circuit de refroidissement est ensuite abordé en insistant sur les principaux problèmes rencontrés (entartrage, corrosion, encrassement biologique).

**Compétences attendues :**

- concevoir des filières de traitements d'eaux de procédés et être capable d'évaluer les avantages et limites de chacune des filières proposées,
- diagnostiquer des installations industrielles en vue de proposer des solutions en cas de dysfonctionnements ou d'optimiser les performances des installations.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + 2 projets

---

<b>Eaux résiduaires industrielles</b>	4 crédits
code-apo	49-0-0-0

---

**Description :** Le cours décrit les différents procédés de traitement d'eaux résiduaires industrielles (et en particulier les procédés plus spécifiquement mis en œuvre dans ce domaine : oxydation avancée, évapoconcentration, électrocoagulation,...) et présente de nombreuses filières de traitement. Les différentes possibilités d'économie d'eau sont présentées (réutilisation des eaux, utilisation des eaux pluviales, technologies propres) au travers d'exemples concrets.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Exploitation et aménagement de l'espace souterrain</b>	4 crédits
code-apo	50-0-0-0

---

**Description :** Ce module est un ensemble de conférences de professionnels des ouvrages et travaux souterrains dans différents domaines d'application : galeries hydrauliques, stockages des déchets radioactifs, stockage de gaz et tunnels et infrastructures urbaines.

**Compétences attendues :** Comprendre les spécificités des différents ouvrages souterrains et les enjeux de société qui leurs sont liés.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Géophysique et pétrophysique</b>	5 crédits
code-apo	43.5-16-0-0

---

**Description :** La reconnaissance des sols et des massifs rocheux fait de plus en plus appel aux méthodes de la géophysique par nature non intrusive. Ce cours vise à présenter les différentes méthodes de la géophysique appliquée utilisée en Génie-Civil. Pour chaque méthode, on montre comment le mesurable pétrophysique peut être relié quantitativement à un paramètre d'état du géomatériau (porosité, teneur en eau, densité, salinité, teneur en argile).

**Compétences attendues :**

- Être un interlocuteur compétent pour les compagnies et bureaux d'études de géophysique.
- Identifier la méthode géophysique adaptée à la cible mise en jeu.
- Organiser une campagne très simple de prospection géophysique.

**Évaluations :** 1 contrôle écrit + comptes-rendus de TP

---

<b>Gestion des bases de données</b>	2 crédits
code-apo	14-0-0-0

---

**Description :** Ce cours a pour objectif d'introduire les techniques de gestion des bases de données. Les analyses statistiques sont présentées et une formation au logiciel R est introduite.

**Compétences attendues :**

- Connaître les outils d'analyse du "big data"
- Logiciel R

**Évaluations :** 1 contrôle écrit

---

<b>Infrastructures routières 3</b>	3 crédits
code-apo	34.5-0-0-0

---

**Description :** L'objectif est d'apprendre à caractériser les différentes couches qui constituent les structures de chaussées et de calculer ces structures. L'inventaire et les propriétés des différents matériaux utilisés en structure de chaussée concernent aussi bien les couches de roulements que les couches sous-jacentes jusqu'à la plateforme supérieure de terrassement. La caractérisation des matériaux commence par la définition et constitution des hydrocarbures ; les propriétés et nomenclature des liants hydrocarbonés (goudrons, bitumes et cut backs). L'enseignement comprend la formulation de béton bitumineux, les contrôles et essais en laboratoire. Basés sur des études de cas, les calculs de structure de chaussée sont complétés par des modélisations de structures avec ALIZE. Pré-requis : géotechnique routière, matériaux géologiques et classification GTR.

**Évaluations :** 2 contrôles écrits

---

<b>Minage en souterrain</b>	1 crédit
code-apo	48-8-0-4

---

**Description :** Ce module est consacré aux travaux à l'explosif, du point de vue technique et réglementaire. Une partie du module est commune avec le parcours GMC. L'enseignement aborde les techniques de minage et leurs réglementations : caractéristiques, classification et conditionnement des explosifs. On aborde également la mise en œuvre des explosifs déflagrants et détonants, le choix des détonateurs - relais de détonation et boosters, les types d'amorçage et la sécurité, la mise en œuvre de tir et chargement de mine et les Incidents de tir. La seconde partie du module est dédiée plus spécifiquement à l'explosif en souterrain

**Compétences attendues :** Connaître la réglementation en terme de travaux à l'explosif et savoir établir un plan de tir en souterrain.

**Évaluations :** 1 rapport

---

<b>Télégestion</b>	0 crédit
code-apo	6-0-0-0

---

**Description :** Ce cours présente les principes et la mise en œuvre de la télégestion appliquée à une installation de traitement d'eau ou à un réseau d'eau : instrumentation spécifique, fonctionnement et maintenance des différents équipements, organisation du réseau de télégestion, supervision.

**Compétences attendues :**

- connaître la structure des systèmes de télégestion
- comprendre les fonctions des différents équipements

**Évaluations :** pas d'évaluation

---

<b>Traitement des eaux de piscine</b>	0 crédit
code-apo	4.5-0-0-0

---

**Description :** Ce cours sur le traitement des eaux de piscines publiques examine successivement les aspects réglementaires, les filières classiques de traitement, la formation de sous-produits de chloration, les risques pour la santé et les nouveaux procédés mis en œuvre pour diminuer la concentration en sous-produits indésirables (déchloration UV, stripping, ozonation).

**Évaluations :** pas d'évaluation

---

<b>Stage de 2e année</b>	4 crédits
code-apo	0-0-0-0

---

**Compétences attendues :** Acquérir de nouvelles compétences professionnelles et renforcer celles déjà acquises à l'ENSI Poitiers.

**Évaluations :** 1 rapport écrit + 1 soutenance orale

---

<b>Stage de 3e année</b>	14 crédits
code-apo	0-0-0-0

---

**Compétences attendues :** Acquérir de nouvelles compétences professionnelles et renforcer celles déjà acquises à l'ENSI Poitiers.

**Évaluations :** 1 rapport écrit + 1 soutenance orale

---

<b>Stage de 1e année</b>	2 crédits
	0-0-0-0

---

