

L'OPUS DE RÉFÉRENCE JAUNE : LE RÉFÉRENTIEL DE FORMATION DU RÉSEAU FIGURE® VERS LES NOUVEAUX MÉTIERS D'INGÉNIEURS



Les opus de référence du Réseau Figure® *Le quintuOR*



Le glossaire du *quintuOR* est disponible sur : <http://reseau-figure.fr>.

O.R. BLANC - Le Réseau et la gouvernance

1

La présentation du Réseau
Les statuts
La charte
Le règlement intérieur

O.R. JAUNE - Le référentiel de formation du Réseau Figure® - Vers les nouveaux métiers d'ingénieurs

2

Le contexte et les caractéristiques des cursus
Les enseignements et approches pédagogiques
Les modalités d'admission et de progression des cursus

O.R. ROSE - L'accréditation et le référentiel d'évaluation de la qualité des programmes de formation du Réseau Figure®

3

Le référentiel d'évaluation de la qualité des programmes de formation
Le processus d'autoévaluation
Le processus d'évaluation et les experts

O.R. VERT - Le référentiel des acquis d'apprentissage du Réseau Figure®

4

Les enjeux et secteurs d'activité
Les acquis d'apprentissage par domaines de formation
Les compétences attendues à l'issue de la formation

O.R. BLEU - Rapport d'activités - Orientations, formations accréditées et étudiants

5

Le Réseau Figure® et les orientations
Les Cursus Master en Ingénierie, vision macro & micro
La vie étudiante

Référentiel de formation - En bref

Le **Réseau Formation en InGénierie d'Universités de Recherche** (Figure) est un réseau d'universités françaises qui propose un nouveau modèle de formation en ingénierie, complémentaire de ceux existants. Le Réseau Figure® ambitionne de former les étudiants aux problématiques actuelles et à venir des entreprises et de les rendre compétitifs sur le marché du travail, en analysant et anticipant les besoins scientifiques, technologiques et sociétaux pour adapter son offre de formation à un monde en mutation.

Les Cours en Ingénierie du Réseau Figure® sont des cursus universitaires...

- A l'origine labellisés « investissements d'avenir », car ils sont issus d'un projet sélectionné par un jury international de l'appel à projet Initiatives d'excellence en formations innovantes (IDEFI) ;
- basés sur des référentiels nationaux de formation et de qualité ;
- permettant d'acquérir un large socle de connaissances et compétences techniques et scientifiques, de maîtriser une spécialité professionnelle et de développer des aptitudes personnelles et professionnelles d'innovation et de créativité ;
- en petits effectifs pour que l'étudiant puisse bénéficier d'un suivi personnalisé ;
- avec une admission sur dossier et entretien de motivation dans l'une des universités membres du Réseau Figure® selon les spécialités proposées.

... avec un ensemble d'atouts différenciants :

- **intégration à de grands centres de recherche** : cycles de conférences, visites de laboratoires, projets tutorés et stages de recherche intégrés au cursus dès l'entrée à l'université ;
- **contact étroit avec les entreprises** : professionnels intervenant à tous les niveaux du cursus (séminaires, mentorat, parrainages, encadrement de projets industriels et de stages) ;
- **ouverture internationale** : semestres de stages ou d'études dans des universités ou des entreprises à l'étranger dans le cursus ;
- **formation interactive** : pédagogie qui laisse une large part au travail personnel des étudiants en autonomie et en équipes à travers des activités de mise en situation variées, apprentissages par résolution de problèmes, études de cas, projets et stages répartis sur l'ensemble du cursus ;
- **implication de l'étudiant** : pleinement acteur de son développement.

Le Cursus Master en Ingénierie (CMI), un cursus :

- exigeant, progressif et cohérent sur 5 ans, fondé sur le renforcement des licences et masters dans les domaines de l'ingénierie (6 crédits en plus par semestre) et bénéficiant d'un label national ;
- construit sur le modèle international de *master of engineering* et de diplôme type « *with honors* » ;
- respectant de grands équilibres {spécialité = 50 % du volume horaire, socle scientifique = 20 %, complément scientifique = 10 %, ouverture sociale, économique et culturelle = 20 %}.

Le Cursus Bachelor en Ingénierie (CBI), un cursus :

- exigeant, progressif et cohérent sur 3 ans, complété par un sas de qualification professionnelle, construit sur des parcours de licence différenciés et renforcés, et bénéficiant d'un label national ;
- construit sur le modèle international de *bachelor of engineering* ;
- respectant de grands équilibres {socle et spécialité = 50 % du volume horaire, disciplines fondamentales = 20 %, disciplines connexes = 10 %, COSEC = 20 %}.

Les diplômés labellisés possèdent une vision systémique de leur domaine d'expertise, une capacité à concevoir et innover afin d'exercer des fonctions d'**ingénieur spécialiste** (label CMI) ou d'**ingénieur d'application** (label CBI) au sein de projets complexes dans des environnements professionnels interculturels. Les CMI et CBI correspondent à des doubles diplômes lorsque ces labels regroupent un diplôme d'établissement (DU englobant) et les diplômes nationaux (licence pour le CBI, licence et master pour le CMI).

SOMMAIRE

Référentiel de formation - En bref.....	3
Introduction.....	8
CONTEXTE ET CARACTERISTIQUES DES CURSUS.....	11
1. Contexte national et international	11
1.1. Différents modèles de formation au métier d'ingénieur.....	11
1.1.1. Comparaison entre les formations.....	11
1.1.2. Similitudes entre les formations.....	11
1.1.3. Différences entre les formations.....	12
1.2. Réseau Figure® : au service d'une nouvelle figure d'ingénieur	16
1.2.1. Genèse du modèle CMI.....	16
1.2.2. Nouvelle figure d'ingénieur.....	18
1.3. Extension du modèle CMI au secteur des services.....	20
1.4. Extension du modèle CMI au modèle CBI.....	21
2. Caractéristiques des Coursus en Ingénierie.....	23
2.1. Formation universitaire en renforcée et intégrée	23
2.2. Formation équilibrée et progressive	25
2.3. Formation menant à un profil.....	27
2.3.1. Profil du Coursus en Ingénierie.....	27
2.3.2. Profil et enseignements numériques et IA	28
2.3.3. Profil et AMS.....	29
2.3.4. Profil et COSEC	30
2.3.5. Profil et approche programme.....	32
2.4. Formation où l'étudiant est acteur de son développement	34
2.4.1. Réflexivité de l'étudiant.....	34
2.4.2. Autoévaluation	36
2.5. Formation avec et par la recherche	38
2.6. Formation-recherche-entreprise	40
2.7. Formation avec et par une mobilité à l'international.....	41
2.8. Formation de qualité.....	43
ENSEIGNEMENTS ET APPROCHES PEDAGOGIQUES	46
3. Enseignements du numérique et de l'IA	46
3.1. Axes d'enseignement.....	46

3.1.	Socle numérique et syllabus indicatif	48
3.2.	Description de Pix	51
3.3.	Pix et les CMI	53
4.	Activités de mise en situation	55
4.1.	Philosophie des AMS dans les Coursus en Ingénierie.....	55
4.1.1.	Présentation	55
4.1.2.	Etudiant, acteur/contributeur de/pour sa formation	56
4.1.3.	Immersion forte dans le monde de la recherche	56
4.1.4.	Immersion effective dans le monde socio-économique.....	57
4.1.5.	Diversité des espaces et des services en support.....	58
4.1.6.	Bénéfices indirects des AMS	58
4.2.	Organisation	59
4.3.	Projets	61
4.3.1.	Projet d'initiation à l'ingénierie	61
4.3.2.	Projet de recherche documentaire.....	61
4.3.3.	Projets longs intégrateurs.....	62
4.3.4.	Évolution de travaux pratiques vers des projets courts	62
4.4.	Stages.....	63
4.4.1.	Stage d'immersion en entreprise	63
4.4.2.	Stage de spécialisation	64
4.4.3.	Stage de fin d'études	64
4.4.4.	Stage d'application.....	64
4.4.5.	Sas de qualification professionnelle	65
5.	Compétences Organisationnelles, Sociales, Environnementales et Culturelles - COSEC	66
5.1.	Contexte et rôle	66
5.2.	Organisation et mise en place.....	68
5.3.	Maîtrise des langues, du numérique et de l'IA	69
5.3.1.	Langue française.....	69
5.3.2.	Langue anglaise.....	69
5.3.3.	Autres langues étrangères.....	71
5.3.4.	Numérique et IA.....	71
5.4.	Développement personnel.....	72
5.4.1.	Compétences transversales.....	72
5.4.2.	Appropriation des compétences transversales.....	75

5.5.	Compréhension de l'entreprise et de l'environnement professionnel.....	76
5.5.1.	Action et implication de l'étudiant	76
5.5.2.	Organisation et vie des entreprises, grandes et petites	77
5.5.3.	Ressources humaines et emploi	78
5.5.4.	Ressources financières de et dans l'entreprise	79
5.5.5.	Ressources et veille technologique	79
	GOUVERNANCE LOCALE ET MODALITES DES CURSUS	81
6.	Gouvernance au niveau local.....	81
6.1.	Pilotage central en lien avec le local.....	81
6.2.	Structure de coordination et de pilotage inter-CMI/CBI.....	83
6.2.1.	Composition et rôle	83
6.2.2.	Organes de décision	84
6.2.3.	Référent COSEC	86
6.2.4.	Référent.....	87
7.	Règles d'admission et de progression.....	88
7.1.	Filière sélective sans concours	88
7.2.	Modalités d'admission	89
7.2.1.	Étapes d'admission.....	89
7.2.2.	Admission des primo-entrants	90
7.2.3.	Admissions parallèles.....	90
7.2.4.	Vie extra-universitaire et année de césure.....	92
7.2.5.	Alternance ou apprentissage	93
7.3.	Progression et attribution du label.....	93
7.3.1.	Présentation	93
7.3.2.	Règles de progression	93
7.3.3.	Mobilité inter-Cursus en Ingénierie.....	95
7.3.4.	Attribution du label	96
	GLOSSAIRE.....	98
	ANNEXES	99
	Annexe 0. Aptitudes (compétences ou capacités transversales).....	99
	Annexe 1. Pratiques pédagogiques	100
	Annexe 2. Grilles COSEC.....	106
	La grille, travaillée en mettant en cohérence les stages obligatoires avec une compétence relationnelle [stage L1 et évaluation de « autonomie » ; stage L3 et évaluation de « s'ouvrir » et stage M2 et évaluation de « interagir et coopérer »]	

permet de préciser quelles compétences peuvent être évaluées sur une activité donnée, si cette compétence nécessite une formation préalable ou un accompagnement spécifique, quand a lieu l'évaluation, qui évalue et enfin quels sont les éléments factuels qui permettent de conduire cette évaluation.....	106
Annexe 3. Mobilité étudiante à l'international.....	108
Annexe 4. Grille du questionnaire AMS pour repérer les bonnes pratiques.....	110
Annexe 5. Exemple de statuts de structure inter-Cursus en Ingénierie.....	111
Annexe 6. Contrat pédagogique	114

Table des illustrations

Figure 1 : Composantes de formation, activités de mise en situation et enseignements du numérique.....	26
Figure 2 : D'un référentiel de formation à l'insertion professionnelle et en société.....	35
Figure 3 : Triptyque formation-recherche-entreprise.....	40
Figure 4 : Structure de coordination et de pilotage inter CMI/CBI.....	84
Tableau 1 : Répartition des crédits ECTS dans la formation.....	24
Tableau 2 : Composantes de formation en licence et en master (en crédits ECTS)	26
Tableau 3 : Enseignements numériques en lien avec le profil	29
Tableau 4 : Acquis d'apprentissage visés par les COSEC	31
Tableau 5 : COSEC en lien avec le profil	31
Tableau 6 : Exemple de répartition des COSEC sur l'ensemble de la formation CMI	32
Tableau 7 : Répartition simplifiée en approche programme.....	32
Tableau 8 : Niveaux taxonomiques	33
Tableau 9 : Proportions des composantes de la formation, des enseignements du numérique et des AMS.....	33
Tableau 10 : Répartition des composantes de la formation, des enseignements du numérique et des AMS tout au long du cursus, et déploiement de l'axe 2 des COSEC.....	34
Tableau 11 : Exemple de portfolio	38
Tableau 12 : Répartition par axes des enseignements du numérique (en ECTS).....	49
Tableau 13 : Répartition des activités de mise en situation obligatoires sur l'ensemble de la formation CMI	59
Tableau 14 : Répartition des activités de mise en situation obligatoires sur l'ensemble de la formation CBI	61

Introduction

Les entreprises et, plus largement, les **acteurs socio-économiques** souhaitent **diversifier les profils des ingénieurs** qu'ils recrutent. Les immenses défis sociétaux auxquels ils doivent faire face font augmenter leur besoin critique d'ingénieurs spécialistes, innovants, créatifs et ayant toutes les aptitudes à maîtriser les technologies de pointe pour participer à leur développement et faire émerger des innovations. Il est aussi essentiel pour les **universités** de former les nouvelles générations pour faire face aux défis liés aux enjeux des transitions : énergétique, du développement durable, aux évolutions technologiques comme l'IA, impactant la société et ses transformations.

Ces ingénieurs doivent être capables de **prendre du recul** pour appréhender des situations complexes, mener une analyse critique, émettre un avis justifié ; de s'appuyer sur les avancées scientifiques pour **mettre en œuvre des solutions innovantes** ; d'avoir une vision systémique des produits dont ils sont les architectes ; de travailler en équipe, d'**animer des équipes** souvent interculturelles et de gérer des partenariats, en tenant compte du contexte (environnement, éthique, etc.). Outre les compétences scientifiques et techniques du spécialiste, l'ingénieur doit avoir une **vision globale de son activité et des enjeux**, être un acteur de la transition dans un environnement socio-économique en mutation et être capable de s'adapter aux différents rebonds de sa carrière, en évoluant de postes opérationnels vers des postes de direction de projets ou de programmes ou vers des positions d'expert.

Les **universités** qui concentrent des forces importantes en matière de recherche et forment une grande partie des cadres scientifiques des entreprises ont le devoir de **s'adapter** pour répondre à ce besoin. Dans ce contexte, les universités du Réseau Formation à l'InGénierie par des Universités de REcherche (Figure) - initié en 2011 et organisé depuis mars 2013 en association régie par la loi du 1^{er} juillet 1901 (cf. O.R. blanc) - proposent les **Cursus Master en Ingénierie** (CMI) et plus récemment les **Cursus Bachelor en Ingénierie** (CBI), de nouvelles filières de **formation universitaire en ingénierie**.

Le modèle défendu par le Réseau Figure® est une initiative novatrice et structurante, qui valorise l'innovation en matière de formation et préfigure l'**offre universitaire de demain**. Cette initiative a été sélectionnée dans le cadre de l'appel à projet initiative d'excellence en formation innovante (IDEFI) du programme investissement d'avenir, dans le but « *d'accélérer la transformation de l'offre de formation pour en renforcer la qualité, de favoriser le renouvellement des méthodes d'enseignement et le décloisonnement des filières et en conforter l'attractivité dans le contexte mondial (... d'être) un puissant levier vers une véritable innovation pédagogique universitaire* »¹.

¹ <https://anr.fr/fr/detail/call/initiatives-dexcellence-en-formations-innovantes-idefi-2011/>

Au service des étudiants, ce modèle nécessite la mobilisation des acteurs académiques, la mise en place de partenariats et l'implication des professionnels ; promeut la modernisation des méthodes d'enseignement, la **pluralité des modalités d'apprentissage**, l'assurance qualité et d'évaluation de l'offre de formation, la pluridisciplinarité, le lien avec la recherche, la cohérence avec les forces scientifiques en présence, la diversité des parcours et des publics, la réussite des étudiants ; et implique la valorisation du système universitaire français au niveau européen, l'attractivité régionale, nationale et internationale, l'acquisition d'un haut niveau de compétences disciplinaires et génériques et l'**insertion professionnelle** des diplômés.

En effet, le CMI valorise les atouts des formations universitaires existantes de licence et master et est construit en prenant exemple sur le modèle international de *consecutive master*. Ainsi, il se différencie de fait de la plupart des filières d'ingénieurs traditionnelles françaises. Le CMI s'appuie sur un ensemble d'éléments : un **contact étroit avec le monde de la recherche** et une sensibilisation à l'innovation ; une acquisition progressive des connaissances et des compétences nécessaires à une **vision systémique d'une discipline** et à une expertise dans une **spécialité** ; une ouverture aux grands enjeux du monde contemporain ; le développement d'une envie d'entreprendre, d'**innover**, de se connaître et de se responsabiliser.

Initialement déployé dans les disciplines traditionnelles des sciences pour l'ingénieur, le CMI se décline dans tous les domaines à la recherche d'ingénieurs de haut niveau capables de formuler des solutions innovantes face à des problématiques complexes et de les mettre en œuvre de manière responsable. Des exemples des activités mises en place sont proposées dans l'**O.R. bleu**. S'appuyant sur l'expérience acquise dans le cadre des CMI, le CBI est en développement, dans un premier temps à l'international et dans un deuxième en France.

La qualité des programmes du Réseau Figure® est vérifiée par un processus d'accréditation des formations et attestée par un **référentiel d'évaluation de la qualité des programmes du Réseau Figure®** (cf. **O.R. rose**), approuvé par les établissements membres et mis en œuvre pour la première fois en 2016-2017. Il intègre les principales références et lignes directrices pour le management de la qualité dans l'espace européen de l'enseignement supérieur (ESG) et répond aux standards de l'European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAE). Ce processus d'accréditation a été validé pour cinq ans par le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) en janvier 2020.

Le **référentiel de formation du Réseau Figure®** présente les objectifs, les exigences, le fonctionnement des Coursus en Ingénierie, le profil des diplômés et les performances qu'on peut en attendre. Il décrit en premier lieu, le contexte de mise en place et les caractéristiques des cursus, en deuxième lieu des approches pédagogiques pour guider la mise en œuvre des enseignements du numérique, des activités de mise en situation et des activités et enseignements d'ouverture sociale, économique et culturelle, et en troisième lieu la

gouvernance au niveau local et les modalités d'accès aux cursus. Le respect et l'application de ce référentiel, des processus aux objectifs et enseignements, sont les gages de la lisibilité et de la qualité du dispositif.

1. Contexte national et international

1.1. Différents modèles de formation au métier d'ingénieur

1.1.1. Comparaison entre les formations

Partant du constat que la formation des ingénieurs constitue un facteur important de la compétitivité internationale, l'AERES, devenue depuis l'Hcéres, a mené deux études, en 2009 « Évaluation de la recherche en ingénierie » et en 2010 « Formation universitaire au métier d'ingénieur »². Ces études, synthétisées dans le paragraphe ci-dessous, ont permis de mettre en évidence les grands modèles des formations en ingénierie et les stratégies adoptées au niveau national et international. Elles ont servi de base à la création d'un nouveau modèle, développé ensuite par le Réseau Figure®.

Cette pluralité de modèles complémentaires est bénéfique pour répondre aux besoins des entreprises de différents profils d'employés et aux besoins des étudiants de différents types de formations. L'objectif commun de toutes ces formations d'ingénieurs consiste à fournir aux entreprises les cadres qui lui sont nécessaires pour résoudre les problèmes exigeant de solides compétences scientifiques et techniques, tout en tenant compte de leur environnement socio-économique.

1.1.2. Similitudes entre les formations

Autrefois à la recherche du « mouton à cinq pattes », les entreprises espèrent aujourd'hui recruter le « canard à cinq pieds palmés et trois ailes » à l'aise à la fois sur terre, sur mer et dans les airs. Elles recherchent des ingénieurs dotés de compétences à la fois humaines et techniques fortes, des spécialistes inventifs et éthiques qui savent travailler en équipe interculturelle et manager. Et l'explosion des outils de l'intelligence artificielle (IA) depuis 2022-2023, avec notamment l'IA générative, tend à accélérer ces exigences et à démultiplier la recherche de profils intégrant un très large champ de compétences.

Les formations d'ingénieurs ou filières relevant de l'ingénierie construisent des parcours permettant d'acquérir des connaissances socles attachées au cœur de métier (mathématiques générales, sciences fondamentales ; base en sciences humaines et sociales (SHS), droit,

² Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES) - (2010) - Formation universitaire aux métiers de l'ingénieur ; rapport consultable sur le site du Réseau : <https://reseau-figure.fr/wp-content/uploads/2019/11/AERES-formation-metier-inge-CHABBAL.pdf>, dans la rubrique « documents de référence ».

économie, gestion ; champs disciplinaires ; autres sciences de l'ingénieur, etc.) et des compétences scientifiques et techniques. Les méthodes d'enseignement sont diverses, allant des cours classiques (cours magistraux (CM), travaux dirigés (TD), travaux pratiques (TP)) aux enseignements/activités plus actives (apprentissage par problème (APP), études de cas, projets, stages, etc.), qui initient les étudiants aux réalités du métier d'ingénieur et participent à leur professionnalisation.

Les formations d'ingénieur sont également conçues pour permettre aux étudiants de développer des aptitudes ou compétences transversales (capacité à apprendre, à travailler en équipe, à être autonome, etc., cf. annexe 0³), importantes dans le monde professionnel. Ces compétences transversales s'acquièrent lors d'activités de mise en situation (AMS), d'activités associatives, ou encore dans tous les cours donnés par des enseignants sensibilisés, etc.

L'acquisition de ces connaissances et aptitudes nécessitent des outils et méthodes pédagogiques et d'évaluation/autoévaluation différentes et adaptées ; et la définition d'objectifs de formation clairs et définis en amont.

L'étude AERES présente deux nécessités pour les formations d'ingénieur, qu'elles comprennent une période d'étude et d'expérience professionnelle ainsi que les quatre composantes exposées ci-dessous, et que leur pourcentage (en proportion de l'activité hors AMS) reste supérieur à un certain seuil : 55 % pour les sciences de l'ingénieur, moyenne à 60 %, dont un minimum souhaité de 40 % pour la spécialité ; 15 % pour les pré-requis (mathématiques générales et sciences fondamentales) et 15 % pour les SHS ; avec de l'ordre de 25 % d'AMS dans l'activité globale.

1.1.3. Différences entre les formations⁴

Toutes les économies ont un besoin critique d'ingénieurs ayant toutes les aptitudes souhaitables pour maîtriser les technologies les plus avancées, porter leur développement, participer à l'émergence d'innovations susceptibles d'être valorisées dans des entreprises nouvelles. Dans la plupart des pays étrangers, les ingénieurs sont formés dans des universités et plus précisément, au sein de celles-ci, dans des facultés ou collèges qui interagissent avec les autres domaines. La formation tire ainsi pleinement profit des qualités essentielles de l'université, et notamment de la pluridisciplinarité, des traditions d'esprit critique et créatif et de l'interaction entre formation et recherche.

³ L'annexe 0 présente une extraction du rapport AERES qui synthétise les compétences transversales proposées par les référentiels des organismes d'évaluation et d'accréditation ou les groupes de réflexion (ex. : Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) aux États-Unis, commission des titres d'ingénieurs (CTI) en France ; groupe européen "Tuning" ; cadre conceive, design, implement, operate (CDIO) ; etc.).

⁴ Texte basé sur le dossier de dépôt du projet à l'appel IDEFI.

En France, cette situation existe dans les domaines de formation du droit et de la médecine. Mais, par tradition, s'est maintenu un système où la formation des ingénieurs et des gestionnaires se fait dans des écoles à statut différent de celui des universités. Il est peu contestable que les universités, maintenant dans le cadre du système licence-master-doctorat (LMD), forment de très bons spécialistes, par exemple en mécanique et en électronique, mais il leur manque, de l'avis des entreprises, une préparation à des dimensions indissociables du métier d'ingénieur : gestion de projets, élaboration de plans de financement, direction d'équipes, et gestion des partenariats, vision intégrée de la vie du produit, etc.

Par ailleurs, en France, le niveau mathématique est souvent considéré comme le plus important facteur de différenciation, notamment lors des concours. Toutefois, il est contre-productif de se priver d'autres catégories d'intelligence qui peuvent être également précieuses pour le métier d'ingénieur. De plus la motivation et les appétences de l'étudiant sont à considérer, celui-ci peut préférer le contexte qu'offre une formation académique : progressivité de la formation, liberté de choix, temps libre laissé à l'approfondissement, etc. Ensuite, il est important de ne pas trop hiérarchiser les formations pour conserver différentes voies d'épanouissement et construire des parcours avec des étudiants de différents niveaux pour les amener tous à une insertion professionnelle rapide. Par exemple, les étudiants étrangers arrivent généralement au niveau *graduate school* (L3 ou M1, première ou deuxième année d'école) avec une formation assez différente au plan des disciplines abstraites (mathématiques, physique générale, etc.) et des filières universitaires leur sont plus accessibles.

Le Réseau Figure® développe un modèle qui consiste à remodeler certaines filières existantes à l'université, dans le cadre du système LMD, pour en faire le support de la préparation d'un autre profil d'ingénieur, très proche de ceux que produisent les universités étrangères, clairement distancié du corps des ingénieurs un peu « formatés » par le système des écoles. Au préalable à la définition de ce nouveau modèle, des comparaisons internationales portant sur les programmes proposés par une centaine d'universités françaises et étrangères ont conduit à identifier à grands traits plusieurs modèles⁵. En effet, au-delà des similitudes entre les modèles de formation se révèlent, d'une filière à l'autre, des facteurs de différenciation, tels que : le choix d'une dominante (maîtrise d'une discipline, formation poussée en mathématiques générales et sciences fondamentales), le mode de sélection, la forme de l'expérience professionnelle qualifiante : soit après le diplôme, soit par interpénétration de périodes d'études et de périodes d'expérience de terrain (stages intégrés) et l'organisation du cursus : progressif et intégré ou comportant deux phases séparées par un concours.

Le modèle international dominant. Ce modèle, de type universitaire, se développe dans les *engineering schools* des universités globales nord-américaines et constitue de fait le modèle

⁵ AERES (2010) - Formation universitaire aux métiers de l'ingénieur.

international de référence, inspiré historiquement du modèle allemand, imité par les universités asiatiques et sud-américaines. Le cursus est caractérisé par un équilibre entre quatre grands secteurs de formation académiques privilégiant la maîtrise d'une spécialité et favorisant l'acquisition des compétences et la formation personnelle. Une progressivité réfléchie s'intègre sur une période de quatre ans pour le cycle court de *bachelor of engineering* ou sur cinq ans pour le cycle long de *master of engineering*, avec un contact étroit avec les entreprises qui se traduit par l'importance des projets de type industriel - les stages étant admis mais pas prescrits. Les aptitudes à développer sont affichées et font l'objet d'une autoévaluation par l'étudiant pendant et à la fin des études et l'expérience professionnelle de terrain est très généralement postérieure à la période d'études. De durée variable (au moins six mois) ce "training" est validé par un examen qui donne le titre de *professional engineer*. Les stages, quand ils existent, ne dispensent pas de cette période. L'obtention fréquente du *PhD* par les diplômés leur donne vocation à tenir des fonctions d'expertise recherchées dans les entreprises, grandes ou de taille intermédiaire, les plus performantes sur les marchés.

Le modèle à la « française ». Ce modèle s'est historiquement développé en dehors de l'Université. Il est fondé sur un cursus en deux phases : la première, dans une classe préparatoire de lycée (ou un cycle préparatoire), est essentiellement consacrée à la préparation d'un concours centré sur les sciences fondamentales (peu de contacts avec l'enseignement supérieur). Elle fait une place modeste aux enseignements de spécialité en ingénierie et à la formation personnelle. Cette première phase s'achève par une sélection sur concours pour l'accès à la deuxième phase de la formation qui se déroule en école, où une place importante est aujourd'hui réservée aux activités de mise en situation (AMS) et aux enseignements de gestion et de management. Certaines écoles intègrent en sus dans leurs effectifs quelques étudiants qui ont commencé leurs études en institut universitaire de technologie (IUT) ou licence, et depuis 2021 avec le bachelor universitaire de technologie (BUT). Il existe une variante de ce modèle correspondant à la création d'écoles à classes préparatoires intégrées et d'écoles implantées au sein des universités avec une expérience professionnelle qualifiante intégrée dans le cursus. Ce modèle de formation intégrée, pratiqué dans les universités de technologie et par quelques instituts nationaux des sciences appliquées (INSA) et écoles, apparaît particulièrement adapté à la forme de certaines catégories d'ingénieurs de haut niveau, mais ne couvre pas tous les besoins d'un marché en ingénieurs très multiforme. Sont attirés vers ces formations des étudiants de bon niveau, et plus particulièrement les « forts en maths ».

Le modèle licence-master universitaire actuel : L'enseignement universitaire français s'est largement conformé aux recommandations de Bologne : un premier cycle de licence en trois ans suivi d'un cycle de master en deux ans. En général, les licences de sciences pour l'ingénieur sont articulées autour d'un tronc commun de deux ans entre les différentes branches de l'ingénierie, suivis de deux semestres plus spécialisés sur une discipline. Le master débute par

un semestre qui conforte les acquis de licence pour aboutir progressivement à une forte spécialisation en deuxième année qui se conclut par un stage. Les points forts de ce système sont la qualité et la cohérence de l'enseignement disciplinaire, ainsi que le développement de laboratoires de sciences de l'ingénieur de grande qualité, conduisant certains étudiants à poursuivre leur formation par des études doctorales. Depuis aussi le début des années 2020, il faut noter l'émergence dans certaines universités de doubles diplômes de type double licence, afin de proposer des parcours sélectifs et pluridisciplinaires. Mais il existe des points faibles : l'absence de référentiel fixant un minimum de lignes directrices communes entraîne une grande diversité de propositions et d'équilibres de formation au sein de ce cadre général, d'où une faible lisibilité de cette formation par les entreprises et par les étudiants. La formation personnelle et les activités de mise en situation des étudiants sont souvent très minorées au profit de la formation théorique. De plus, l'absence de formation solide en sciences humaines et sociales ne développe pas l'ouverture d'esprit pourtant nécessaire à l'ingénieur. Cette double carence ne favorise pas le développement des compétences normalement exigées pour la formation d'un bon professionnel.

Vers un nouveau modèle proposé par le Réseau Figure® : Cette situation de la formation universitaire a entraîné une perception négative, les points forts étant masqués par les points faibles. Conscientes de cette mauvaise perception, se traduisant d'ailleurs par une baisse d'effectifs, un certain nombre d'universités françaises (cf. O.R. bleu) ont décidé de réagir en se regroupant au sein du Réseau Figure®. Le programme qui en résulte, est né d'une réflexion et d'une volonté d'évolution du système licence-master actuel, fortement inspirée par la comparaison internationale du rapport AERES⁶. Le Réseau Figure® propose ainsi un nouveau modèle de formation qui s'appuie sur les atouts et les évolutions récentes de la formation universitaire en ingénierie tout en la complétant pour qu'elle atteigne les normes des référentiels internationaux. Concernant les dispositifs d'insertion professionnelle et d'évaluation des enseignements associant les étudiants, le Réseau s'appuie sur ceux des universités françaises souvent hétérogènes et d'efficacité variable et les transforme en s'inspirant des meilleurs standards nationaux et internationaux. Ses spécificités (cf. § 1.2.1, 2) peuvent se résumer ainsi : respect strict des seuils des composantes de l'enseignement, notamment en SHS et en pluridisciplinarité ; maîtrise approfondie d'une discipline : avec une place importante réservée à la spécialité permettant l'acquisition de concepts et leur application aux diverses méthodes et technologies de la discipline ; proximité de laboratoires de recherche de grande qualité ; poids important donné aux activités de mise en situation : formation par projet, les trois stages habituels, etc.

La liste des modèles n'est pas exhaustive et d'autres parcours peuvent menés à des fonctions d'ingénieurs, telles que : polytech, licence scientifique et master dans un domaine de

⁶ AERES (2010) - Formation universitaire aux métiers de l'ingénieur.

l'ingénierie, master conduisant à des métiers rares, solutions mixtes avec une licence (BUT) complété par deux ou trois années d'école ou encore des formations d'ingénieurs par la voie de l'apprentissage⁷. Dans ce dernier cas, la pédagogie est très différente du modèle classique : le processus d'acquisition des connaissances et des compétences repose sur l'alternance - l'apprenti effectue une partie de ses études en école d'ingénieurs et une partie de ses études en entreprise, sous la responsabilité d'un maître d'apprentissage. Celles-ci accueillent majoritairement des étudiants issus de filières techniques ou technologiques (bachelor universitaire de technologie (BUT), brevet de technicien supérieur (BTS)) plus attirés par les aspects de terrain que par les études conceptuelles. Les périodes académiques et dans l'entreprise ont un véritable objectif conjoint de formation d'un ingénieur avec le statut d'apprenti. Les ingénieurs ainsi formés sont appréciés, notamment dans les petites ou moyennes entreprises (PME).

Une comparaison plus complète des filières françaises et étrangères pourrait prendre en compte le fait que la formation d'un professionnel s'échelonne en trois phases : les études secondaires qui fournissent les bases culturelles et les méthodes ; la formation donnée par les *engineering schools* ; et une expérience professionnelle qualifiante qui se déroule dans les entreprises où les ingénieurs y développent la pratique de leur métier. Dans les pays anglo-saxons, ce n'est qu'après cette période de "training" que les diplômés de l'université acquièrent leur titre de *professional engineer* (avec suivi et examen). En France, et dans beaucoup de pays européens, ce "training" est supposé être acquis pendant les stages.

La diversité des formations permet de répondre à la diversité des métiers : recherche publique, recherche industrielle et développement, études, fonctions liées à l'informatique, production et conception, technico-commercial, création technologique, assembleur, marketing, conseil, industries manufacturières, industries de services, etc. ; ainsi qu'à la diversité des profils étudiants : niveaux, caractéristiques personnelles et motivations.

1.2. Réseau Figure[®] : au service d'une nouvelle figure d'ingénieur⁸

1.2.1. Genèse du modèle CMI

Les universités se sont appuyées sur ces deux études AERES pour construire, une nouvelle formation, le Cursus Master en Ingénierie, qui valorise l'acquis de formations universitaires de licence et master existantes, la pluridisciplinarité, l'esprit critique et créatif et une forte interaction entre formation et recherche, qui forme des intelligences nouvelles. Le cursus répond aux standards internationaux et se différencie des filières d'ingénieurs traditionnelles.

⁷ Certains CMI proposent également cette possibilité (cf. § 7.2.5).

⁸ Issu d'un texte de Y. Lichtenberger « Les CMI : un socle, des spécialités, et les OSEC... », 2016 ; et AERES (2010) - Formation universitaire aux métiers de l'ingénieur.

Elles se sont réunies au sein du Réseau Figure®, réseau coopératif et ouvert d'universités partageant une même vision des formations en ingénierie. Le Réseau leur offre les garanties d'un programme clair, détaillé et structuré et est un atout dans leur mission d'insertion de cadres et pour leur ambition d'être des centres de ressources du territoire où elles sont implantées. Il leur permet également de rendre visible leur démarche pédagogique.

Structurant et transformant, le CMI s'est déployé au sein du système universitaire français, en impliquant fortement les meilleurs laboratoires de recherche dans l'accompagnement de la formation des étudiants, dans un maillage du territoire à travers un ensemble d'établissements présentant des tailles et des contextes socio-économiques diversifiés. Il s'est développé également en termes de domaines de formation : avec une offre de spécialisations en biotechnologies, chimie, électronique - énergie électrique - automatique, énergie, environnement, génie civil, géosciences, information et communication, informatique, mathématiques et informatique, mathématiques, mécanique, physique, sciences et génie des matériaux ; ouverte ensuite à de nouvelles voies prometteuses de qualifications en économie et finance, édition et multimédia, tourisme et patrimoine, géographie et aménagement. La typologie variée des universités actuelles du Réseau et les différents domaines envisagés indiquent d'ores et déjà que ce modèle de cursus est bien compatible avec un large déploiement géographique et disciplinaire.

Ce cursus s'inscrit pleinement dans le cadre européen étant fondé sur le système LMD de Bologne, où l'étudiant passe successivement les examens en fin de chaque semestre (S1, S2, ... S10). Il vise également à être compatible avec le modèle nord-américain le plus largement développé au niveau mondial.

L'organisation de la formation (cf. § 2.2) tient compte du caractère particulier d'une formation professionnalisante préparant à un métier déterminé, ici celui de l'ingénieur. Les premiers semestres sont surtout consacrés aux bases générales du prérequis, à l'initiation aux diverses sciences de l'ingénieur, à l'apprentissage du concret. Les années de master sont au contraire beaucoup plus spécialisées. Néanmoins, les projets/stages/contacts « recherche » et « entreprise » jalonnent le parcours dès son démarrage et s'inscrivent au mieux dans le programme. En outre, les programmes proposés sont compatibles avec le système français, en démontrant une très bonne continuité avec les formations données au lycée.

Afin d'attirer les étudiants et de convaincre les entreprises, certains éléments différenciant (cf. § 2.1) sont mis en avant : cursus continu et cohérent sur cinq ans allant du concret vers le théorique, du général vers le spécialisé avec une progressivité et une vision évolutive des formations ; souplesse de l'appartenance du cursus au système LMD tout en respectant le référentiel de formation du Réseau Figure® ; bonnes possibilités de sortie dues à des reconversions et d'entrée latérales en veillant au respect des équilibres et en exigeant un certain nombre de rattrapages ; maîtrise d'un champ disciplinaire ; proximité des laboratoires

de recherche, offrant la possibilité d'une expérience de recherche (en stage) et d'une familiarisation avec la recherche ; intégrant une conscience des enjeux éthiques et sociaux ; développement des principales aptitudes (compétences transversales) réclamées par les entreprises et notamment l'autonomie et l'esprit critique, et en laissant la place à l'épanouissement personnel de l'autonomie et autres aptitudes spécifiques.

1.2.2. Nouvelle figure d'ingénieur⁹

La compétitivité se joue aujourd'hui à la fois sur des avancées scientifiques et techniques et sur des développements économiques et organisationnels. L'industrie, comme les services et les administrations ont pour cela besoin d'ingénieurs qui soient source d'innovation, et capables de proposer et de conduire des changements.

La « bonne » organisation n'est plus celle qui a tout prévu et programmé a priori, elle se construit dans l'action en explorant des solutions variées. Le « meilleur chemin » n'est plus ni unique ni bouclé à l'avance, il s'explore et s'apprend en suscitant des réactions et en mobilisant des ressources et des énergies. L'organisation ne se réduit pas à l'organigramme et sa qualité, et dépend avant tout de l'étendue des initiatives et responsabilités laissées à chacun. C'est l'objectif qui organise et dans le mouvement que se construit l'organisation. La définition des missions l'emporte alors sur celle des postes et des classifications. L'implication de chacun devient une condition de réussite et une dimension de toute fonction d'encadrement, la nécessité de coopérer surpasse le fait d'ordonner.

La réussite va maintenant à des formes d'organisation plus horizontales, où l'initiative et la coopération l'emportent sur la conformité aux consignes et la coordination par la hiérarchie. Dans ce contexte la figure de l'ingénieur évolue. Pour assurer leur succès, les entreprises ont besoin de disposer, entre l'ingénieur-manager et l'ingénieur-recettes, **d'ingénieurs « protagonistes (acteurs) du changement »**, d'ingénieurs « réflexifs, ingénieux, créatifs, innovants, experts ».

Les étudiants entrant dans un CMI en sont peu conscients ; ils sont souvent plus intéressés par l'activité scientifique que par le métier d'ingénieur et ils voient a priori ce qui vient en plus de leur spécialité comme une surcharge. Pour que l'étudiant profite de ses enseignements, il est nécessaire qu'il en comprenne la raison, qu'il identifie le plus tôt possible le profil/la figure d'ingénieur originale propre aux CMI (cf. § 2.3). Cette compréhension du chemin à parcourir passe par une explicitation dès le début de la formation des qualités opérationnelles propres à l'ingénieur Figure qui justifient sa formation et son lien à la recherche ; ceci, tant comme élément de cohérence de l'équipe pédagogique que comme objectif pour les étudiants.

⁹ Issu d'un texte de Y. Lichtenberger « Les CMI : un socle, des spécialités, et les OSEC... », 2016.

Des organisations plus fluides, plus mouvantes ont besoin d'individus plus ouverts aux autres et à leur environnement. Pour les former, les CMI mettent en place une formation originale qui intègre la transmission de connaissances et l'acquisition de compétences. Pour cela, elles veillent à ce que les étudiants s'approprient les connaissances en lien avec leur mise en œuvre. Les étudiants sont confrontés, de la L1 jusqu'au M2, à des logiques et des pratiques de recherche, en étant au contact des chercheurs dans un « laboratoire porteur ». Grâce à un ensemble de projets, d'activités de mise en situation (cf. § 4), ils sont en position d'être actifs. Cela stimule leur curiosité et les encourage à se risquer. Tout au long de leur cursus, ils sont amenés à faire et à réfléchir à ce qu'ils font, ce qui forme leur esprit critique en même temps que leur acceptation d'être critiqués et évalués. Les AMS sont inscrites au cœur de la formation (projets et stages, en laboratoire ou en entreprise) ; s'inscrivent dans la dynamique créée par le lien fort entre la formation et la recherche avec une implication des chercheurs ; reposent sur une pédagogie active et prennent des formes variées, réparties sur toute la durée du cursus. Une grande attention est portée à maintenir un lien entre ces enseignements et les apports scientifiques, comme naturellement avec les stages et les projets longs.

En effet, ce qui ne s'apprend que pour l'examen s'oublie le lendemain. Il ne suffit donc pas de transmettre des connaissances, il faut **veiller à leur appropriation** seule garante de la maîtrise opérationnelle d'un savoir. Le lien enseignement-recherche, propre aux formations universitaires, s'avère particulièrement pertinent pour cela. C'est en lien avec des pédagogies actives et des pratiques de recherche insistant sur l'expérimentation et le projet que s'acquiert la curiosité, la rigueur, le sens de l'initiative et de la coopération, toutes qualités trop souvent considérées comme devant s'acquérir spontanément. Parmi les avantages d'une formation universitaire il y a le contact avec des enseignants-chercheurs transmettant des connaissances de pointe, mais cela ne suffit pas car celles-ci sont de plus en plus largement et rapidement disponibles. Ce qui devient discriminant est la capacité à les repérer et à les développer dans des contextes variés pour élaborer des solutions complexes.

Cette formation sur 5 ans équilibre un socle de sciences fondamentales et de disciplines du champ concerné, ainsi qu'un élargissement vers d'autres disciplines en symbiose avec les compétences organisationnelles, sociales, environnementales et culturelles (COSEC) (cf. § 5).

Cette composante COSEC permet de développer les compétences de coopération et de compréhension des environnements nécessaires à la vie professionnelle, en lien avec l'enseignement scientifique et les AMS. Par leur regard différent, plus inductif, dont les concepts expriment des relations plutôt que des objets, les sciences humaines et sociales aident à « expliciter » ces compétences en dégagant des généralités et des règles de comportement à partir des situations rencontrées. Ainsi, outre un ensemble de compétences exigibles de tout futur ingénieur, émergent de la formation CMI des compétences spécifiques inhérentes à l'exercice de la recherche (curiosité, créativité, recul, prise de risque, ouverture

pluridisciplinaire, etc.). La composante COSEC des CMI a cette fonction de développer ces compétences spécifiques, moins spontanées qu'on ne le dit parfois, et que la confrontation à la recherche permet de susciter et renforcer.

Le Réseau Figure® s'inscrit dans une **vision dynamique des formations** et reste ouvert aux évolutions tant dans les contenus que dans les méthodes de formation, que ce soit en tirant des leçons pratiques, en écoutant les remontées du terrain, en observant les pratiques éducatives nationale et mondiale, en tenant compte de l'évolution du contexte sous de nombreux angles (métiers, technologies, organisation des entreprises) ou des attentes des étudiants. Les deux extensions en termes de domaines de formation (cf. § 1.3) et de niveau de formation (cf. § 1.4) en témoignent.

L'objectif visé par le Réseau consiste à s'appuyer sur le cadre universitaire pour former des ingénieurs aptes à développer un réel niveau d'expertise dans une spécialité bien en phase avec les exigences du nouveau système socio-économique national et international. Bien préparés par leur exposition au monde de la recherche, leur ouverture aux grandes problématiques du monde contemporain, leur sensibilisation aux processus d'innovation, ces diplômés auront les compétences nécessaires à l'acquisition d'une culture et d'un esprit d'entreprise, ainsi qu'une bonne capacité d'adaptation aux changements des technologies et de l'industrie, accélérés fortement dans les années 2020 par les technologies de l'IA.

1.3. Extension du modèle CMI au secteur des services¹⁰

Le Réseau Figure® a entrepris d'étendre le modèle CMI à de nouveaux secteurs d'activité afin de répondre à des attentes spécifiques en matière de formation en ingénierie.

Le développement des nouvelles technologies du numérique dont l'IA justifie la formation d'ingénieurs possédant aussi bien l'intelligence de leur secteur d'activité que l'intelligence numérique. L'ingénierie de services s'enracine dans la recherche et la technologie de manière à rapprocher des connaissances disciplinaires et sectorielles approfondies qui sont désormais nécessaires à la résolution de problèmes complexes devant prendre en compte tant l'humain que la technique. L'enjeu est de faire évoluer modèles, méthodes et moyens en associant à l'intelligence sectorielle des compétences numériques tant en termes de modélisation que de développement d'outils et d'exploitation des données.

Fidèles à l'esprit et aux méthodes inspirant les CMI (cf. § 2) orientés vers les produits, la formation en ingénierie des services comprend entre autres : un **socle sectoriel** et des **enseignements de spécialité** donnant une connaissance large et approfondie des savoirs disciplinaires en amont, des spécificités du secteur d'activité ainsi que des compétences

¹⁰ Paragraphe basé sur le texte de M.-C. Maurel, weblettré n°3.

associées, et traduisant le caractère pluridisciplinaire des métiers visés et principalement abordées au cours des premières années du cursus ; un **socle fondamental** qui permet d'acquérir les prérequis nécessaires à l'atteinte des acquis d'apprentissage visés et qui contribue à développer les capacités d'analyse, de synthèse, de pensée critique et de jugement, etc. (ex : concepts et outils mathématiques, méthodes de l'histoire, de l'économie, de la sociologie, ou encore de la communication, etc.) ; une **formation numérique** et IA permettant de contribuer à la production de services innovants qui nécessitent des processus et des architectures logicielles complexes (informatique, traitement des données, outils de modélisation) ; les compétences organisationnelles, **sociales, environnementales, et culturelles** développant des compétences personnelles, interpersonnelles et professionnelles (cf. § 5).

Au stade actuel, cela concerne déjà trois filières de formation : l'**ingénierie territoriale**, l'**ingénierie économique et financière** et l'**ingénierie de l'édition et des media numériques**. D'autres filières pourraient à terme s'inscrire dans le modèle proposé : gestion, transport et mobilité, immobilier et patrimoine, commerce, commerce international, ressources humaines, assurance, banque, contrôle de gestion, communication et marketing ; etc.

1.4. Extension du modèle CMI au modèle CBI

Dans le cadre de son développement, et pour répondre à un besoin de cadres intermédiaires dans l'industrie et les services, le Réseau Figure® a développé un référentiel de Coursus Bachelor en Ingénierie (cf. § 2), une filière professionnalisante pour le développement d'activités économiques à valeurs ajoutées axées sur la connaissance. Ce cursus vise à former des cadres intermédiaires créatifs et collaboratifs, dont les compétences professionnelles et numériques sont renforcées.

Développé dans un premier temps à l'international, le CBI intéresse aujourd'hui des universités françaises du Réseau pour un développement en phase test. C'est une formation sélective (analogue au programme "with honors", surtout développés dans les pays anglo-saxon), mais il impacte également les parcours de licence supports qui concernent un plus grand nombre d'étudiants.

Dans un contexte économique mondialisé et fortement concurrentiel, les systèmes de recherche et de formation supérieure jouent un rôle fondamental dans le développement des pays et des régions. Les économies modernes reposent désormais sur la capacité à mobiliser en grand nombre des cadres et des cadres intermédiaires à même de tirer profit des progrès scientifiques et des développements technologiques les plus récents. En formant des cadres et des cadres intermédiaires possédant une solide connaissance de l'entreprise, tout en sachant identifier les progrès technologiques pertinents au niveau international, ils

participent au développement d'activités industrielles et socio-économiques à valeur ajoutée et axées sur la connaissance. Cela peut concerner différents secteurs clés selon les pays.

La volonté au sein du Réseau Figure® est de revoir la conception et la mise en œuvre de formations professionnalisantes avec l'objectif principal d'assurer une bonne insertion des diplômés, considérée comme un élément encore plus essentiel de ce nouveau développement. Outre la reconnaissance des cursus par les entreprises, Réseau FIGURE® sera attentif à plusieurs éléments, tels que la pertinence des choix structurels (importance des projets et des approches actives, accroissement de la formation humaine et sociale et donc des compétences, construction réfléchie) ; l'affichage d'un ensemble de mesures destinées à préparer des diplômés plus autonomes et plus motivés, plus conscients de leurs capacités, par rapport aux perspectives professionnelles ; l'effort de meilleure lisibilité des cursus et de leurs ambitions ; la professionnalisation active des étudiants. Ces atouts devraient conduire à l'affirmation progressive d'une reconnaissance et de l'attractivité de ses filières.

La bonne insertion des diplômés devrait également être facilitée par l'implantation du dispositif dans les territoires induisant déjà un bon niveau de relation au plan local entre formateurs et employeurs, et des perspectives de débouchés dans les petites et moyennes industries (PMI)/PME ; la possibilité d'une insertion professionnelle plus rapide au niveau II (licence/bachelor) et adaptée au contexte.

2. Caractéristiques des Cours en Ingénierie

Quelle que soit la thématique, chaque Cours en Ingénierie est organisé de la même manière aussi bien en termes de construction pédagogique que de structure organisationnelle. La philosophie de formation décrite dans le paragraphe ci-dessous est partagée entre les Cours Master en Ingénierie et les Cours Bachelor en Ingénierie. Toutefois, certaines différences existent et sont signalées au fur et à mesure.

2.1. Formation universitaire en renforcée et intégrée

Cours Master en Ingénierie

Le Cours Master en Ingénierie est une formation sélective (cf. § 7.1) caractérisée par :

- une **continuité et une cohérence sur cinq ans**, construite sur des parcours de licence-master renforcés ;
- un **équilibre** entre le socle disciplinaire et la spécialité, d'une part, et les disciplines fondamentales, les disciplines connexes et les compétences organisationnelles, sociales, environnementales et culturelles (COSEC), d'autre part ;
- un **co-portage par des laboratoires** de recherche de niveau international dont les chercheurs participent à la formation tout au long du cursus ;
- une **pédagogie de l'expérience** faisant appel à de nombreuses activités de mise en situation, des stages en laboratoire et en entreprise et au moins une période de mobilité internationale.

Le CMI est une **formation universitaire sélective, cohérente en cinq ans et renforcée** depuis le baccalauréat jusqu'à la deuxième année de master, s'appuyant sur un système licence-master existant (appelés les **licence et master supports**). La conception du programme en cinq ans sur le modèle d'un *consecutive master* à l'anglo-saxonne offre à l'étudiant le temps d'acquérir une expertise et de développer son potentiel. Du jour d'inscription au diplôme, l'étudiant est suivi et ses compétences se construisent. Le CMI peut conduire à un double diplôme lorsqu'il regroupe un diplôme d'établissement en ingénierie (DU englobant) et les diplômes nationaux de licence et de master.

Une véritable articulation entre la licence et le master et une forte cohérence entre les deux niveaux sont établies. En effet pour former des diplômés pouvant se prévaloir d'une connaissance approfondie de leur spécialité, il est nécessaire de s'appuyer sur :

- une licence qui consolide les **bases fondamentales scientifiques**, donne des atouts pour construire une **vision systémique**, favorise l'émergence d'une majeure préfigurant la spécialisation, et offre des activités et enseignements d'ouverture sociale, économique et culturelle ;

- un master conférant progressivement l'**expertise** conceptuelle et applicative dans un secteur de qualification ciblé.

Cette articulation n'est pas synonyme de tubularité puisque le socle large de formation de licence permet d'ouvrir vers plusieurs voies de spécialisation en master, selon les référentiels d'acquis d'apprentissage par thématique.

Les unités d'enseignements (UE) des licence et master supports sont renforcés par des **UE CMI** additionnelles qui représentent au moins 20 % de travail supplémentaire pour l'étudiant (cf. **tableau 1**). Ce supplément se traduit en crédits European Credits Transfer System (ECTS¹¹), approximativement 6 ECTS par an sans obligation de le répartir uniformément sur l'ensemble des semestres du cursus.

Période	Formation classique	Compléments de 20 %	CMI
Semestre	30	6	36
Année	60	12	72
Licence	180	36	216
Master	120	24	144
Total licence et master	300	60	360

Tableau 1 : Répartition des crédits ECTS dans la formation

Après **une insertion professionnelle significative** des étudiants en sortie de cursus, les CMI peuvent se présenter à une évaluation d'accréditation European Accredited Engineer (EUR-ACE®)¹².

Cursus Bachelor en Ingénierie¹³

Le Cursus Bachelor en Ingénierie du Réseau Figure® est une **formation sélective à l'université**. Orientée vers l'industrie ou les services, elle a pour objectif de former des cadres intermédiaires créatifs et collaboratifs, dont les compétences professionnelles et numériques sont renforcées. Le CBI peut conduire à un double diplôme lorsqu'il regroupe un diplôme d'établissement en ingénierie (DU englobant) et un diplôme national de licence.

Ses principales caractéristiques sont :

- une **cohérence construite sur des parcours de licence différenciés et renforcés**, donnant droit au diplôme ou au grade de licence¹⁴, au label CBI du Réseau Figure®¹⁵ ;

¹¹ Un crédit ECTS correspond à environ 25 à 30 heures de travail total de l'étudiant, à décliner en travail présentiel et non présentiel, conformément au processus de Bologne.

¹² Le Réseau Figure® a signé, en 2019, un accord de partenariat avec l'agence allemande Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik (ASIIN) afin de délivrer le label EUR-ACE® aux Cursus Master en Ingénierie.

¹³ Travail issu d'une note descriptive de L. Boubakar sur les CBI.

¹⁴ Si l'acquisition des connaissances et compétences communes requises pour l'obtention d'une mention de licence n'est pas possible, alors le CBI donne lieu, en France, à l'attribution du grade de licence, après examen d'un dossier soumis par l'établissement accrédité par le Réseau Figure®.

¹⁵ Les crédits obtenus par l'étudiant sont capitalisables et transférables en vue d'une reprise d'études éventuelle.

- **quatre composantes de formation** permettant l'acquisition de savoirs fondamentaux, une spécialisation progressive au sein d'un secteur d'activité, et une ouverture sociale, économique et culturelle¹⁶ ;
- une **pédagogie de l'expérience** faisant appel à de nombreuses activités de mise en situation, des stages en laboratoires et des stages entreprises, incluant un sas de qualification professionnelle d'au moins six mois¹⁷ ;
- une **mobilité internationale** obligatoire.

2.2. Formation équilibrée et progressive

Cursus Master en Ingénierie

À raison de 36 crédits ECTS par semestre dont 6 ECTS de renforcement, l'ensemble du cursus représente 360 ECTS (216 en licence + 144 en master) répartis entre **quatre composantes de formation** (cf. tableau 2) :

- Le **socle disciplinaire et la spécialité**, environ 180 ECTS (50 %). Les disciplines socles fournissent une base de connaissances communes aux spécialités d'un même champ disciplinaire ou d'un même secteur d'activité. Elles traduisent le caractère pluridisciplinaire des métiers visés.
- Les **disciplines fondamentales**, environ 72 ECTS (20 %). Le choix des disciplines fondamentales permet d'acquérir les prérequis nécessaires aux autres disciplines et contribue à développer chez l'étudiant les capacités d'analyse et de synthèse ainsi que la pensée critique et le jugement.
- Les **disciplines connexes**, environ 36 ECTS (10 %). Les disciplines connexes sont des compléments scientifiques nécessaires à la spécialisation.
- Les **compétences organisationnelles, sociales, environnementales et culturelles** (cf. § 5), environ 72 ECTS (20 %), comprend un ensemble d'activités et d'enseignements dont l'objectif est de développer l'autonomie, le comportement coopératif et la compréhension des environnements professionnels. L'étudiant, acteur de son parcours, construit progressivement sa future identité de cadre scientifique et technique innovant.

¹⁶ Le cursus permet le développement de connaissances, compétences transversales et professionnelles. Il est organisé en semestres, en blocs de connaissances et de compétences et en unités d'enseignement. Il donne lieu à la rédaction de fiches répertoire national des certifications professionnelles (RNCP).

¹⁷ Un contrat pédagogique est signé par chaque étudiant. Il engage l'équipe pédagogique qui est composée d'enseignants, d'enseignants-chercheurs et de professionnels.

Quatre composantes de formation	Licence	Master	Total
Le socle disciplinaire et la spécialité	87	93	180
Les disciplines fondamentales	54	18	72
Les disciplines connexes	36		36
- Les compétences organisationnelles, sociales, environnementales et culturelles	39	33	72
Total	216	144	360 ECTS

Tableau 2 : Composantes de formation en licence et en master¹⁸ (en crédits ECTS)

Sont intégrés (cf. figure 1) à ces quatre composantes de formation ainsi qu'à celles du CBI ci-dessous, les **activités de mise en situation** (AMS) (cf. § 4) et les **enseignements du numérique** et de l'IA (cf. § 3), qui sont principalement répartis au sein de deux des composantes de formation : *le socle disciplinaire et la spécialité* pour l'utilisation d'outils dédiés et la manipulation de données, et *les disciplines connexes* pour la culture informatique et d'IA, la compréhension du monde numérique et l'acquisition des éléments de conception et de programmation, et de l'utilisation de l'IA. En sus, l'utilisation d'outils dédiés peut se retrouver dans *les disciplines fondamentales* (ex : usage de logiciels de calcul formel en mathématiques, apprentissage machine et IA, etc.).

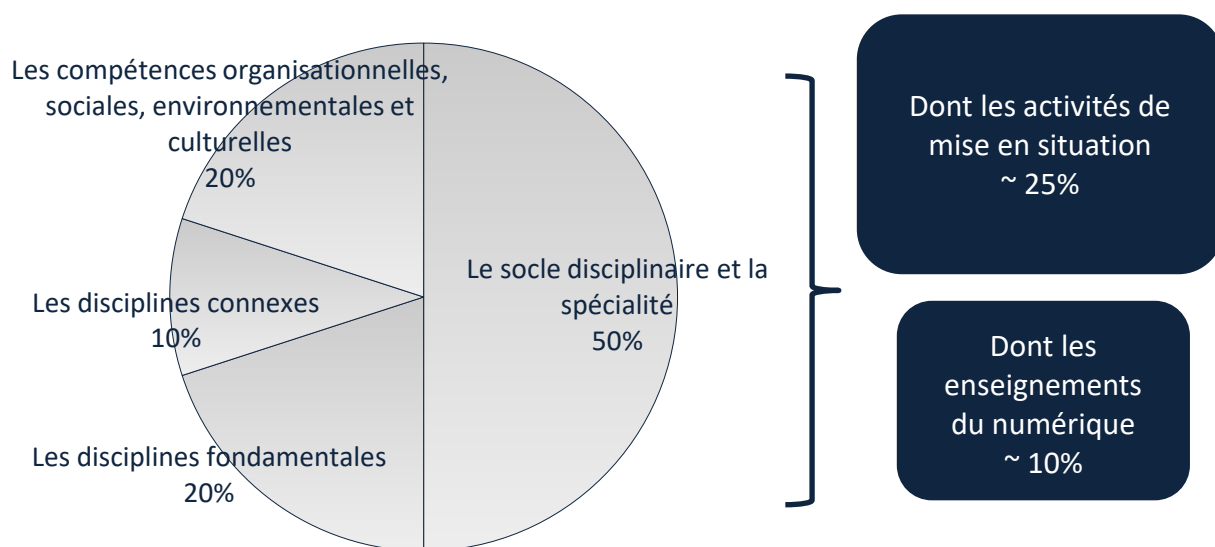


Figure 1 : Composantes de formation, activités de mise en situation et enseignements du numérique

¹⁸ Pour chaque composante de formation, le nombre de crédits ECTS est choisi comme un multiple de 3. Il s'agit d'une valeur nominale autour de laquelle des petites fluctuations (± 3 ECTS) sont possibles.

Cursus Bachelor en Ingénierie

À raison de 36 crédits ECTS par semestre dont 6 ECTS de renforcement, l'ensemble du cursus représente 216 ECTS répartis entre 4 **composantes de formation** :

- Les **disciplines socles et enseignements de spécialité**, environ 50 % de la formation. Les disciplines socles fournissent une base de connaissances communes aux spécialités d'un même secteur d'activité. Elles traduisent le caractère pluridisciplinaire des métiers visés.
- Les **disciplines fondamentales**, environ 20 % de la formation. Le choix des disciplines fondamentales permet d'acquérir les prérequis nécessaires aux autres disciplines et à la spécialité et contribue à développer chez l'étudiant les capacités d'analyse et de synthèse ainsi que la pensée critique et le jugement.
- Les **disciplines connexes**, environ 10 % de la formation. Les disciplines connexes sont des compléments scientifiques nécessaires à la spécialisation et à l'acquisition de compétences numériques.
- Les **compétences organisationnelles, sociales, environnementales et culturelles** (COSEC), environ 20 % de la formation. Il s'agit d'un ensemble d'activités et d'enseignements dont l'objectif est de développer l'autonomie, le comportement coopératif et la compréhension des environnements nécessaires à la vie professionnelle.

2.3. Formation menant à un profil¹⁹

2.3.1. Profil du Cursus en Ingénierie

Le Cursus en Ingénierie permet de développer chez l'étudiant des connaissances, des compétences, des capacités et des aptitudes (les acquis d'apprentissage visés par le programme) qui définissent son profil à l'issue du cursus.

¹⁹ Partie issue d'un workshop OSEC en 2018 mené par M. Jacquot et C. Chatellier, d'une présentation de L. Boubakar et L. Lallement sur la réflexivité de l'étudiant, l'approche programme et les approches réflexives.

Le **profil du Cursus en Ingénierie** vise les quatorze acquis d'apprentissage suivant :

- (I)** acquérir les connaissances fondamentales et disciplinaires nécessaires à la spécialisation et à son évolution dans un contexte pluridisciplinaire ;
- (II)** développer la capacité de sélectionner et appliquer des méthodes et outils d'analyse, et interpréter les résultats de façon critique ;
- (III)** identifier, formuler et résoudre des problèmes réels en tenant compte de contraintes techniques et non-techniques (sécurité, environnement, économie, éthique) ;
- (IV)** développer et concevoir de nouveaux produits à la pointe des connaissances disciplinaires et des développements technologiques ;
- (V)** identifier, localiser et obtenir des données ;
- (VI)** concevoir et conduire des expériences, interpréter et exploiter les résultats ;
- (VII)** utiliser des outils numériques et de l'IA et effectuer des simulations pour conduire des études et rechercher des solutions ;
- (VIII)** appliquer les normes du secteur et respecter les règles d'usage et de sécurité ;
- (IX)** être conscient des enjeux économiques, organisationnels et managériaux ;
- (X)** gérer des projets et des activités professionnelles et techniques ;
- (XI)** intégrer des connaissances pour formuler des jugements ;
- (XII)** utiliser diverses méthodes pour communiquer clairement et sans ambiguïté ;
- (XIII)** fonctionner dans un contexte international, individuellement ou au sein d'une équipe ;
- (XIV)** se former tout au long de la vie.

2.3.2. Profil et enseignements numériques et IA

Les enseignements du numérique et de l'IA (cf. § 3) qui accompagnent la transformation des métiers, sont dispensés tout au long du cursus.

Ils sont structurés autour de 5 axes, représentés en lien avec le profil dans le **tableau 3** : **(I)** la culture informatique et la compréhension du monde numérique et de l'IA; **(II)** l'analyse de problèmes et les éléments de conception et programmation ; **(III)** la modélisation/simulation à l'aide d'outils dédiés, dont l'apprentissage machine et l'IA ; **(IV)** les données ; **(V)** le traitement des données.

Axes Num.	Informations complémentaires	Profil CMI
(I)	limites du calcul numérique, transformation des organisations, business model, relations clients, communication, sécurité, éthique, aspects légaux, etc.	(I) acquérir les connaissances fondamentales et disciplinaires nécessaires à la spécialisation et à son évolution dans un contexte pluridisciplinaire ; (III) identifier, formuler et résoudre des problèmes réels en tenant compte de contraintes techniques et non-techniques (sécurité, environnement, économie, éthique) ; (VIII) appliquer les normes du secteur et respecter les règles d'usage et de sécurité.
(II)	langages de modélisation, algorithmique, programmation, évolution de code existants, développement d'application, etc.	(I) acquérir les connaissances fondamentales et disciplinaires nécessaires à la spécialisation et à son évolution dans un contexte pluridisciplinaire ; (III) identifier, formuler et résoudre des problèmes réels en tenant compte de contraintes techniques et non-techniques (sécurité, environnement, économie, éthique) ; (IV) développer et concevoir de nouveaux produits à la pointe des connaissances disciplinaires et des développements technologiques ; (VII) utiliser des outils numériques et effectuer des simulations pour conduire des études et rechercher des solutions.
(III)		(II) développer la capacité de sélectionner et appliquer des méthodes et outils d'analyse, et interpréter les résultats de façon critique ; (III) identifier, formuler et résoudre des problèmes réels en tenant compte de contraintes techniques et non-techniques (sécurité, environnement, économie, éthique) ; (IV) développer et concevoir de nouveaux produits à la pointe des connaissances disciplinaires et des développements technologiques ; (VII) utiliser des outils numériques et effectuer des simulations pour conduire des études et rechercher des solutions.
(IV)	structure, bases de données, collecte, association, etc.	(I) acquérir les connaissances fondamentales et disciplinaires nécessaires à la spécialisation et à son évolution dans un contexte pluridisciplinaire ; (III) identifier, formuler et résoudre des problèmes réels en tenant compte de contraintes techniques et non-techniques (sécurité, environnement, économie, éthique) ; (IV) développer et concevoir de nouveaux produits à la pointe des connaissances disciplinaires et des développements technologiques ; (V) identifier, localiser et obtenir des données.
(V)	statistique, intelligence artificielle, méthodes de big data, etc.	(I) acquérir les connaissances fondamentales et disciplinaires nécessaires à la spécialisation et à son évolution dans un contexte pluridisciplinaire ; (II) développer la capacité de sélectionner et appliquer des méthodes et outils d'analyse, et interpréter les résultats de façon critique ; (III) identifier, formuler et résoudre des problèmes réels en tenant compte de contraintes techniques et non-techniques (sécurité, environnement, économie, éthique) ; (IV) développer et concevoir de nouveaux produits à la pointe des connaissances disciplinaires et des développements technologiques ; (VI) concevoir et conduire des expériences, interpréter et exploiter les résultats.

Tableau 3 : Enseignements numériques et de l'IA en lien avec le profil

Les enseignements du numérique et de l'IA contribuent au développement de la plupart des éléments constitutifs du profil. Cette contribution dépend de la spécialité dans le secteur d'activité visé.

À un même élément constitutif du profil peuvent contribuer plusieurs des axes qui structurent l'enseignement du numérique.

2.3.3. Profil et AMS

La marque de l'université est un enseignement appuyé sur la recherche, faisant des connaissances des outils vivants de compréhension et de transformation de la réalité et pas seulement des éléments de corpus disciplinaires. Pour cela, les étudiants sont tout au long de leur cursus mis en position d'être actifs. En réalisant des projets et des stages, ils consolident leurs acquis scientifiques et développent leurs capacités opérationnelles et leurs compétences relationnelles. Cela leur permet de développer peu à peu chacune des quatorze compétences et plus particulièrement d'(XI) intégrer des connaissances pour formuler des jugements. Les AMS (cf. § 4) sont des outils propices au développement des aptitudes et peuvent être optimisées pour en dupliquer l'effet.

Pour atteindre la figure de l'ingénieur Figure, elles se déclinent selon trois critères : (1) une **pédagogie active** où l'étudiant est acteur de sa formation, et de son parcours, voir contributeur pour sa formation ; (2) une **immersion forte au monde de la recherche**, en s'imprégnant des pratiques et des fonctionnements disponibles dans les équipes de

recherche, réels vecteurs de l'innovation ; et (3) une **immersion effective dans le monde de l'entreprise**, afin de comprendre sa réalité sociale complexe (forme organisationnelle, juridique, formes de management, gouvernance en pleine évolution), de construire un lien avec le monde socio-économique et de garantir son employabilité. Ces trois critères donnent ainsi le cadre de travail pour définir les attendus et les acquis d'apprentissage visés par les AMS. Cela révèle aussi de l'importance de la mise en œuvre d'un portfolio (cf. § 2.4.2) adapté à la diversité des situations et des activités que mène l'étudiant tout au long de son cursus.

Les objectifs concernant le développement d'aptitudes de l'étudiant pour préparer son insertion professionnelle et sa réussite sont explicités par l'établissement, de manière globale, mais également par stage et par projet. Afin d'atteindre ces objectifs (qui peuvent prendre la forme d'une grille ou de fiches, cf. annexe 1) et que l'étudiant tire parti au maximum de son expérience, la préparation et le suivi sont importants : avec en amont des enseignements préalables décrivant le contexte, les enjeux, les règles, les dynamiques à l'œuvre entre acteurs et les difficultés, ainsi qu'en aval des séances collectives d'analyse des expériences pour mieux comprendre et assimiler les apports. Au-delà de la liste des connaissances utiles, il est important de réfléchir au moment et à la façon de les acquérir (en cours, en autoformation, en rattrapage à la demande ou en discussion avec des professionnels).

De la même manière, pour mesurer l'impact de l'activité de recherche sur les enseignements et les étudiants, il est nécessaire de préciser les objectifs à atteindre, par exemple : **sensibilisation**, confrontation à des problématiques et à une expérience complexe avec des variables et des incertitudes ; **familiarisation** avec la recherche, ses règles, les chercheurs et le système de recherche ; **préparation** à une fonction de recherche-développement dans l'industrie, entraînant une dimension plus professionnelle ; développement d'**aptitudes spécifiques à la recherche** (validation d'hypothèses à partir d'expériences, utilisation d'équipements, autonomie, etc.). Ceux-ci éclaireront l'étudiant à propos du savoir existant, du front des connaissances et des efforts à développer pour le déplacer.

2.3.4. Profil et COSEC

Les enseignements de COSEC (cf. § 5) permettent à l'étudiant de devenir acteur de son parcours et de construire progressivement sa future identité de cadre scientifique et technique innovant. Ils consistent en 3 axes d'environ 24 ECTS chacun : **(I)** les langages de base, langues-cultures étrangères et certification ; **(II)** le développement personnel et la construction du projet professionnel ; **(III)** la compréhension des environnements professionnels et des entreprises.

Les qualités personnelles de l'axe **(II)** plus particulièrement visées par les COSEC sont décrites à partir de trois objectifs pédagogiques qui correspondent à trois phases d'une dynamique de professionnalisation d'un étudiant autonome, acteur et non exécutant de son parcours,

agissant dans un environnement complexe, et contributeur engagé dans un collectif : agir de façon autonome et prendre des initiatives, s'ouvrir à la diversité, des façons d'agir, des cultures, des environnements et coopérer, se situer dans des interactions (cf. § 5.4). En annexe 2, la grille COSEC peut servir pour mieux appréhender ces notions et le tableau 4 ci-dessous présente les acquis d'apprentissage visés par les COSEC.

Axes de l'OSEC	Sous-axes de l'OSEC	Acquis d'apprentissage visés/contenus
(I)		(i) maîtriser l'anglais (certif. TOEIC, 785 pts min) ; (ii) maîtriser une autre langue étrangère comme le français (certif. Voltaire) ; (iii) maîtriser les outils de communication numérique (certif. Informatique et internet)
(II)	Agir de façon autonome et prendre des initiatives	(i) s'organiser, avoir des méthodes de travail, de la documentation à la gestion de son temps ; (ii) s'exprimer et communiquer de façon concise et précise, argumenter ; (iii) se présenter de façon pertinente, rédaction d'un CV, respect des règles éthiques et déontologiques ; (iv) prendre des initiatives, s'initier à l'entrepreneuriat ; (v) s'autoévaluer (portfolio) et préparer son projet personnel et professionnel
	S'ouvrir à la diversité des façons d'agir, des cultures, des environnements	(vi) décrire les différences de comportements, de culture, genre, métiers, etc. comme pouvant être également légitimes et non comme écarts à une norme ; (vii) analyser des situations de changement, les raisons de conflits et l'élaboration de compromis ; (viii) faire preuve d'écoute et développer des pratiques de négociation et de délégation, s'initier aux méthodes de management d'équipe ; (ix) situer l'importance de différentes formes d'innovation dans la construction de solutions, aborder les méthodes de créativité (méta-plan, brainstorming, etc.)
	Coopérer, se situer dans les interactions	(x) décrire une organisation : ses objectifs, le partage de responsabilités, les liens hiérarchiques et professionnels, les tensions existantes etc. et situer sa position ; (xi) situer les enjeux d'évolution d'une situation complexe, définir des objectifs prenant en compte des attentes diverses (importance de diagnostic, méthode SWOT, etc.) ; (xii) faire partager ces objectifs et aller en chercher les ressources, mettre en place un suivi et s'initier aux méthodes de gestion de projet
(III)		(i) l'organisation et la vie des entreprises, grandes et petites ; (ii) les ressources humaines (RH) et l'emploi ; (iii) les ressources financières de et dans l'entreprise ; (iv) les ressources technologiques et la veille technologique

Tableau 4 : Acquis d'apprentissage visés par les COSEC

Ces compétences transversales ne s'acquièrent pas directement. Pour qu'elles soient appropriées, l'étudiant doit en avoir identifié la spécificité et ressenti l'utilité. Il faut donc être dans l'accompagnement plus que dans la prescription.

L'accompagnement nécessaire est de lui proposer un outil (tableau de bord, portfolio, etc.) et de suivre l'évolution de son organisation à différentes étapes de son activité puis de faire un bilan à l'occasion d'une soutenance par exemple ou d'un entretien individuel. Cette évaluation doit se conduire en parallèle d'une autoévaluation pour que l'étudiant prenne conscience de son évolution et de l'intérêt de développer une (sa) méthode de travail qui va accroître sa performance, sa confiance en lui et donc son autonomie.

Axes de l'OSEC	Sous-axes de l'OSEC	Profil CMI
(I)		(XII) utiliser diverses méthodes pour communiquer clairement et sans ambiguïté
(II)	Agir de façon autonome et prendre des initiatives	(XIV) se former tout au long de la vie
	S'ouvrir à la diversité des façons d'agir, des cultures, des environnements	(XIII) fonctionner dans un contexte international, individuellement ou en équipe
	Coopérer, se situer dans les interactions	(X) gérer des projets et des activités professionnelles et techniques
(III)		(IX) être conscient des enjeux économiques, organisationnels et managériaux

Tableau 5 : COSEC en lien avec le profil

Les tableaux 5 et 6 présentent les COSEC en lien avec le profil et un exemple de répartition des COSEC sur les cinq ans de la formation CMI.

1ère année CMI/Licence				2ème année CMI/Licence				3ème année CMI/Licence				4ème année CMI/Master				5ème année CMI/Master			
Semestre 1		Semestre 2		Semestre 3		Semestre 4		Semestre 5		Semestre 6		Semestre 7		Semestre 8		Semestre 9		Semestre 10	
Comp.	ECTS	Comp.	ECTS	Comp.	ECTS	Comp.	ECTS	Comp.	ECTS	Comp.	ECTS	Comp.	ECTS	Comp.	ECTS	Comp.	ECTS	Comp.	ECTS
	4		4		2		4		2		4		2		4		2		24
	2		2		2		4		2		2		2		4		4		20
					2				4		2		6		4		4		28
	6		6		6		8		6		8		8		8		10		72
40 ECTS au niveau licence								32 ECTS au niveau master											
Projet init. ingénierie				Projet de recherche doc.				Projet long intégrateur				Projet long intégrateur							
Stage d'immersion ent.												Stage de spécialisation				Stage de fin d'études			
																Mobilité internationale			
Agir de façon autonome et prendre des initiatives : (i) s'organiser, avoir des méthodes de travail, de la documentation à la gestion de son temps ; (ii) s'exprimer et communiquer de façon concise et précise, argumenter ; (iii) se présenter de façon pertinente, rédaction d'un CV, respect des règles éthiques et déontologiques ; (iv) prendre des initiatives, s'initier à l'entrepreneuriat ; (v) s'autoévaluer (portfolio) et préparer son projet personnel et professionnel S'ouvrir à la diversité, des façons d'agir, des cultures, des environnements : (vi) décrire les différences de comportements, de culture, genre, métiers, etc. comme Langages de base, langues-cultures étrangères et certifications Développement personnel et construction du projet professionnel Compréhension des environnements professionnels et des entreprises Coopérer, se situer dans les interactions : (x) décrire une organisation : ses objectifs, le partage de responsabilités, les hiérarchies et professionnels, les tensions existantes etc. et situer sa position ; (xi) situer les enjeux d'évolution d'une situation complexe, définir des objectifs prenant en compte des attentes diverses (importance de diagnostic, méthode SWOT, etc.) ; (xii) faire partager ces objectifs et aller en chercher les ressources, mettre en place un suivi et s'initier aux méthodes de gestion de projet.																			

Tableau 6 : Exemple de répartition des COSEC sur l'ensemble de la formation CMI

2.3.5. Profil et approche programme

L'approche programme permet entre autres de définir un profil de sortie en termes de compétences. Cette approche est très bien comprise par les entreprises qui souhaitent disposer de repères quant au profil de sortie des étudiants.

		1ère année CMI			2ème année CMI			5ème année CMI		
AAV génériques	AAV spécifiques	UE 1	—	UE n	UE 1	—	UE n	UE 1	—	UE n
(i)										
	(i.1)	X				X				
	(i.2)									
	...									
	(i.n)			X	X					X
(ii)										
...										
(xiv)										
	(xiv.1)									
	(xiv.2)									
	...									
	(xiv.n)									

Tableau 7 : Répartition simplifiée en approche programme

Les quatorze acquis d'apprentissage visés « génériques » (cf. § 2.3.1) qui définissent le profil sont détaillés par les universités en fonction de leur cursus en acquis d'apprentissages visés spécifiques (cf. tableau 7). Les universités font de l'alignement, en pensant les objectifs d'apprentissage, en les formulant, en pensant la façon de les évaluer et la pédagogie adaptée à mettre en place. La difficulté est de penser cette évaluation en vue de valider les objectifs définis en amont et de prévenir les étudiants, qui sauront pourquoi ils vont être évalués (cf. O.R. vert).

Cette spécification des acquis d'apprentissage visés pour chacun des éléments constitutifs du profil du Cours en Ingénierie aide l'étudiant à s'autoévaluer valablement (ex : acquérir les connaissances fondamentales et disciplinaires nécessaires à la spécialisation et à son évolution dans un contexte pluridisciplinaire - préciser lesquelles : maîtriser les bases de l'algèbre linéaire, maîtriser les bases de l'analyse fonctionnelle, connaître les limites du calcul numérique, etc.).

- Niveau 1 On sait que ça existe.
- Niveau 2 On dispose de l'information de base.
- Niveau 3 On sait tirer parti de cette connaissance pour résoudre ou interpréter des problèmes simples.
Un problème est qualifié de simple si tous les indices pour le résoudre sont disponibles d'emblée, si la solution requiert des tâches familières, s'il peut être résolu avec un haut degré de certitude et si les experts s'accordent sur la nature de la solution correcte.
- Niveau 4 Même chose pour les problèmes complexes. *Un problème est qualifié de complexe si les indices nécessaires à la solution ne sont pas tous disponibles d'emblée, s'il évolue au cours de son investigation, si la solution n'est pas standardisée mais unique, s'il ne peut pas être résolu avec un haut degré de certitude et si les experts sont souvent en désaccord quant la meilleure solution à mettre en œuvre, même quand le problème peut être considéré comme ayant été résolu.*
- Niveau 5 On sait remettre en cause les concepts et les lois de base (capacité critique).

Tableau 8 : Niveaux taxonomiques

Afin de vérifier sur des bases plus systématiques, le niveau des étudiants, une taxonomie à cinq niveaux (cf. tableau 8) peut être utilisée pour définir la progression tout au long du programme. Toutefois, cette taxonomie est adaptée pour les compétences scientifiques mais pas pour les « soft skills » ou compétences personnelles et relationnelles.

Cursus Bachelor en Ingénierie

	216 ECTS	100%
Disciplines Fondamentales	42 ECTS	19%
Socle disciplinaire et spécialité	102 ECTS	47%
Sciences connexes	18 ECTS	8%
OSEC : Langues de base, langues-cultures étrangères et certifications	18 ECTS	25%
OSEC : Développement personnel et construction du projet professionnel	18 ECTS	
OSEC : Compréhension des environnements professionnels et des entreprises	18 ECTS	
Numérique : Culture/compréhension du monde numérique	3 ECTS	15%
Numérique : Analyse de pbs./Conception et programmation de solutions	12 ECTS	
Numérique : Outils mathématiques informatiques	9 ECTS	
Numérique : Données / Traitement des données	9 ECTS	
Activité de mise en situation (AMS)	45 ECTS	20%

Tableau 9 : Proportions des composantes de la formation, des enseignements du numérique et des AMS

Les éléments développés ci-dessus sont applicables également pour le CBI. Afin de rendre ces notions plus concrètes, un exemple de mise en œuvre des éléments de cadrage d'un CBI est présenté en deux tableaux, le tableau 9 avec les proportions des composantes de la formation, des enseignements du numérique et des AMS et le tableau 10 avec la répartition des composantes de formation, des enseignements du numérique et des AMS tout au long du cursus et le déploiement de l'axe « développement personnel et construction du projet personnel » des COSEC.

[illegible]

Tableau 10 : Répartition des composantes de la formation, des enseignements du numérique et des AMS tout au long du cursus, et déploiement de l'axe 2 des COSEC

2.4.1. Réflexivité de l'étudiant

L'approche réflexive est la capacité à se remettre en question dans le but d'analyser et d'évaluer ses actes en lien avec sa pratique tout au long de son cursus universitaire et plus tard de sa carrière professionnelle. Cette approche encourage un retour de la pensée sur elle-même, à la fois en cours d'action - modifier son action au moment même où l'étudiant agit et sur l'action - démarche d'analyse de l'action, de ses causes et conséquences.

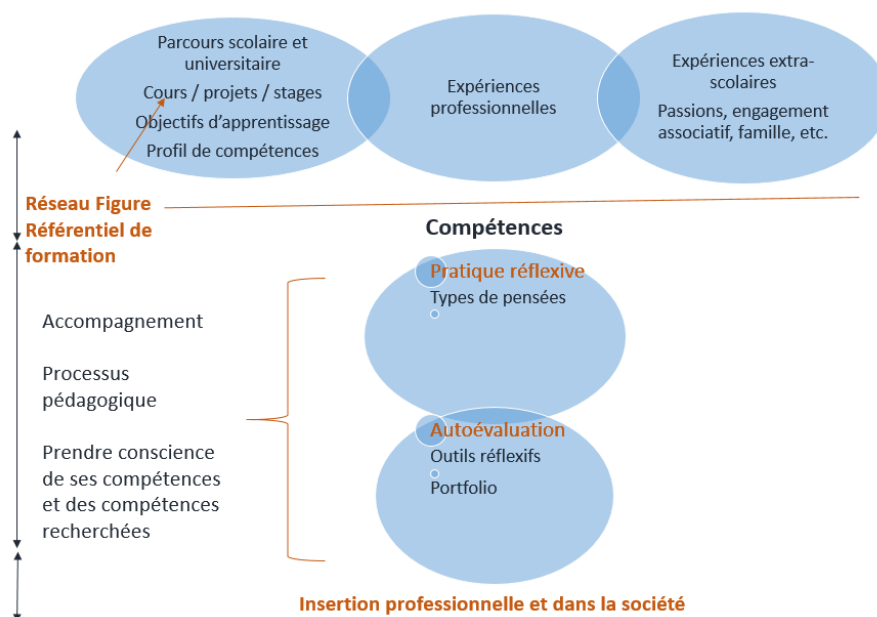


Figure 2 : D'un référentiel de formation à l'insertion professionnelle et en société

La posture de l'étudiant se déplace **d'une logique de formation diplômante à une logique d'apprentissage responsable et durable**. L'étudiant réfléchit ses apprentissages à la vue du kaléidoscope des métiers, de sa future carrière, et sans négliger ses véritables envies, désirs et besoins.

Cette posture de l'étudiant face à ses actions peut être stimulée grâce à des pédagogies inversées et des méthodes actives accompagnées qui activent ses compétences transversales tant recherchées par les recruteurs : la **confrontation interactive** aux autres (pairs, professionnels, etc.) ; l'**apprentissage par problème** (stages, projets, etc.) et sa valorisation (préparation aux enjeux en amont, etc.) ; la **formation par la recherche** (encadrement par les chercheurs, esprit d'innovation, etc.) ; la **pédagogie par la vie associative** (culturelle, artistique, sportive, humanitaire, entrepreneuriale, etc.) très développée aux Etats-Unis et appréciée par les recruteurs ; la **pédagogie par l'autoformation** (recherche d'un corpus de connaissances accessibles en dehors du cadre formel : ouvrages, Internet, massive open online course (MOOC), etc.) ; la **pédagogie par la motivation**, portée plus sur le projet professionnel que sur le succès scolaire ; la **formation par le stress**, qui entraîne à fournir des efforts intenses sur une courte période (en l'habituant tant en préservant l'esprit ludique, etc.) ; l'utilisation d'**outils réflexifs** (journaux de bord, rapports de stages, autoévaluation, portfolios, séances de discussions collectives, etc.) et l'**accompagnement pédagogique** (contrat pédagogique, bilan personnel, projet professionnel, etc.).

Ces stimulations respectent l'individu et l'entraînent à se comprendre sans injonctions, ni recettes pré-faites, à se développer au sein de la société en tant qu'acteur à part entière.

Comme pour les enseignements scientifiques, l'**appropriation de logiques de raisonnement** sont les acquis les plus durables afin de **savoir trouver l'information** lorsqu'elle est nécessaire.

Le sujet est à traiter en tant que tel, tant est récurrent le constat de la faible autonomie et capacité d'expression, d'intervention et d'initiative des étudiants sortis de lycée. Afin que l'étudiant devienne acteur de son apprentissage et qu'une pédagogie active soit possible, il est important d'instaurer une coupure, voire provoquer un choc presque identitaire, qui l'amène à se repositionner lui-même (et lui-même au sein d'un collectif) et à **concevoir ses études comme le début de sa vie professionnelle** : « jouer collectif, se poser en producteur, créateur, responsable » sont les maîtres mots d'activités qui l'aident à construire sa nouvelle personnalité. L'étudiant profite pleinement de ces enseignements, lorsqu'il en trouve l'intérêt pour lui-même, qu'il se positionne par rapport à son futur en explorant progressivement ses goûts, sa propre évolution et en repérant les points sur lesquels concentrer ses efforts.

2.4.2. Autoévaluation

Au sein du Coursus en Ingénierie, l'étudiant est positionné en tant qu'**acteur majeur de sa propre formation**. Il apprend à apprendre de manière autonome, à se connaître, à utiliser son potentiel, à cultiver son ouverture d'esprit, à communiquer et à travailler en équipe.

Les **activités de mise en situation** (cf. § 2.3.3, 4) - composées de stages, projets ou activités reposant sur des pédagogie actives - permettent de développer l'autonomie, l'esprit critique, l'adaptabilité, la résilience et d'apprendre à mobiliser des compétences et à travailler en équipe. Elles renforcent également la motivation et l'esprit créatif de l'étudiant en lui donnant la possibilité de valoriser ses connaissances, de concevoir et de développer des solutions.

Le Coursus en Ingénierie doit amener les étudiants à déployer des connaissances et des compétences avec lesquelles ils évolueront et agiront dans le monde contemporain et dans leur environnement professionnel. En plus des compétences techniques dans un domaine donné, l'étudiant doit avoir l'opportunité de s'approprier des outils intellectuels développant l'ouverture d'esprit, l'adaptation et les facultés de communication. Conçu comme une réelle plus-value intellectuelle, l'**ouverture sociale, économique et culturelle** (cf. § 2.3.4, 5) constitue un atout dans l'exercice de fonctions de responsabilité.

Les **AMS** et les **COSEC** sont **étroitement liés** en particulier dans le cadre de la mise en œuvre et la gestion et conduite de projets.

Dans une **démarche d'autoévaluation**²⁰, chaque étudiant complète régulièrement, au fil du cursus, un portfolio lui permettant d'évaluer sa capacité à apprendre, de gérer sa progression personnelle et d'apprécier ses facultés d'adaptation en fonction du contexte.

Cette démarche est un **outil pour impliquer l'étudiant dans sa formation** et développer son approche réflexive, l'étudiant devient acteur et l'apprentissage un processus actif, évolutif ; il apprend à se connaître et à se positionner sur la qualité de son travail, de ses acquis, ses besoins, sur ses aptitudes et ses limites. C'est également un **outil de professionnalisation de l'étudiant**, qui l'aide à prendre conscience des compétences acquises, de ses qualités propres de citoyen et de la manière de les valoriser, à mieux appréhender sa progression et sa projection future dans le monde professionnel, qui l'éclaire dans ses choix académiques et professionnels, lui permet de choisir les formations complémentaires qui pourront le mener à son objectif final. L'étudiant complète les cours en présentiel par des heures de travail non présentiels, développant ainsi son autonomie. Le professeur peut guider cet apprentissage complémentaire, en indiquant les heures de travail estimées en fonction de l'enseignement.

Le **portfolio** est un guide pour : construire sa synthèse biographique comme une mémoire dynamique ; mettre en relation ses expériences (cours, stages, projets, activités personnelles dans le social, dans l'associatif, etc.), ses compétences formulées et leurs preuves (relevés de notes, diplômes, rapports de stages, lettres de recommandation, mémoires, etc.) ; valoriser ses compétences, formaliser son projet professionnel, se présenter en s'appuyant sur son portfolio, en présence ou à distance, en entretien ou sur les réseaux sociaux professionnels. Le portfolio aide durablement la personne dans un **processus d'apprentissage continue**, dans une perspective de développement personnel et professionnel tout au long de la vie.

Dans ce contexte, chaque Cursus en Ingénierie est encouragé à introduire de manière systématique un dispositif ambitieux d'autoévaluation, selon des principes généraux arrêtés en commun. Ce dispositif est construit à partir d'une autoévaluation relative au vécu par l'étudiant de sa progression, qui intègre : la perception de sa progression académique, l'appréciation de sa progression au niveau des compétences transverses, le repérage de ses aptitudes à gérer sa progression d'études (apprendre à apprendre), l'évaluation de son profil propre au plan des modes de pensée, de la personnalité et de ses aspirations. Ce dispositif est complété par un portefeuille d'expériences et de compétences. Ce portefeuille est un élément de lisibilité du parcours de l'étudiant pour ses enseignants et ses formateurs en laboratoire ou en entreprise, et constitue une aide à l'orientation pour l'étudiant.

²⁰ Pour plus de détails, l'article « Portfolio : une démarche, des objectifs. Pour un portefeuille de développement professionnel et de présentation - université de Strasbourg » de P. Démorieux, C. Piechowiak, S. Cateloin, C. Essert, L. Hébrard, A. Rubin est disponible [en ligne](#).

Le choix de l'outil portfolio est secondaire, tant la démarche est importante. Les supports peuvent multiples (WiX, site web propre, LinkedIn, ...) et souvent numériques. A titre d'exemple toutefois, le **tableau 11**²¹ ci-dessous donne un aperçu des attendus d'un portfolio.

Liste des expériences	Activités, apprentissages, compétences // Résultats
Téléopératrice en télémarketing dans l'entreprise CAP PHONET Nantes 2006 Travail durant deux mois d'été (juin, juillet 2006) puis durant deux mois le week-end (septembre ; octobre 2006).	Activités réalisées : Développer et argumenter le portefeuille client de l'agence d'assurance à l'aide de trois moyens : - prospecter des nouveaux clients pour des agences d'assurance grâce à la proposition de devis gratuit. - prendre des rendez-vous pour les assureurs avec les directeurs d'entreprises cibles. - promouvoir les différentes agences d'assurance (AGF, AZUR, MMA) Et ce par téléphone avec des particuliers et des professionnels dans la France entière. Résultats : Contrats de travail et avenants. Indicateurs de prospection. Nombres d'entretiens obtenus, nouveaux contrats, chiffre d'affaires Apprentissages réalisés : Présentation sommaire de l'entreprise et de ses produits : c'est une entreprise qui travaille pour plusieurs agences d'assurance comme AGF OU AZUR. En tant que téléopératrice, j'ai appris à promouvoir l'entreprise et à utiliser les outils mis en place pour travailler : - base de donnée des clients à prospecter qui comportait le nom, le numéro de téléphone et parfois certaines informations personnelles. - argumentaire qui permet d'avoir une base de discours et d'arguments à énoncer aux prospects. Cet argumentaire comportait aussi des réponses à des objections. J'ai appris à jongler entre cet argumentaire et ce que le personne me disait tout en prenant des notes quant aux informations importantes qu'elle me donnait - tableau d'objectif qui permet de connaître le nombre minimum de devis ou de rendez vous à valider pour la journée. J'ai donc appris à respecter mes objectifs et à toujours essayer de les dépasser. - agenda qui est très important à maîtriser car il indique les disponibilités et les créneaux préférés par l'assureur pour les rendez vous. J'ai appris à faire correspondre l'agenda de l'assureur avec celui du directeur d'entreprise. Mise en œuvre de prospections Compétences Savoirs faire : connaître l'entreprise et ses produits Savoirs : Méthodes de ventes • Accroche du client • Argumenter • Prise de congé Savoir être : • Capacité d'élocution • Adaptabilité du registre de langage • Grande écoute Outils : • Technique d'argumentation • Technique de persuasion • Argumentaire • Tableau d'objection et ses réponses. Compétences reconnues : J'ai été reconnue lors d'entretien de satisfaction par mon manager comme opérationnelle, motivée, à l'écoute du prospect, souriante et agréable au téléphone ainsi qu'ayant une grande capacité d'accroche et d'adaptabilité. De plus, j'ai été reconnue comme étant rigoureuse et respectueuses des règles ainsi qu'atteint régulièrement ses objectifs.

Tableau 11 : Exemple de portfolio

L'évaluation des aptitudes ne peut être faite lors d'examens classiques, elle peut être évaluée lors de la soutenance du rapport de stage qui clôt le master 2 et/ou se faire par un jury mixte industriel et enseignant après la période de training avec une évaluation globale du comportement du candidat ingénieur au cours de son stage de fin d'études. Concernant l'évaluation des compétences transversales, la démarche plébiscitée est l'autoévaluation par les étudiants des progrès qu'ils accomplissent dans chacune des aptitudes listées sur la grille fournie par l'établissement.

2.5. Formation avec et par la recherche

Chaque Cours en Ingénierie est porté par un(des) laboratoire(s) visible(s) internationalement et développant une recherche partenariale importante. Ce **lien très étroit entre la formation et la recherche** va au-delà de l'adossment classique d'un master à un laboratoire.

²¹ Source : Gauthier (2009) – Autoévaluer ses compétences pour construire son portfolio de développement professionnel - 21e colloque de l'ADMEE-Europe.

En effet, l'image de marque de la formation du Réseau Figure® implique que, tout au long du cursus, les enseignements et l'ensemble des activités disposent de ce **soutien fort de la recherche**. Les membres académiques de l'équipe pédagogique appartiennent à des laboratoires de recherche dont les **projets scientifiques** sont **en adéquation avec les thématiques du cursus** et dont la qualité est reconnue aux niveaux national et international.

Ces laboratoires de recherche s'engagent à accueillir (ce qui implique une capacité d'accueil suffisante) les étudiants dès le L1 et tout au long du cursus ; et à participer à la dynamique avec un **faisceau d'actions convergentes** qui contribue à la spécificité du cursus :

- l'organisation de conférences d'ouverture et/ou spécialisées pour les étudiants dès le début du cursus ainsi que des visites du laboratoire ;
- la participation du laboratoire à la conception et à l'encadrement des projets diverses en licence et en master et l'organisation de stages de sensibilisation à la recherche en cours de cursus et de stages de fin d'étude ;
- l'accueil dans les locaux du laboratoire et l'accès sous certaines conditions aux plates-formes technologiques pour les projets et les stages selon les possibilités d'infrastructure ;
- plus généralement, la transformation de ce partenariat laboratoire-Cursus en Ingénierie en élément de rapprochement avec les entreprises dans le cadre d'un continuum formation-recherche-entreprise.

Ces actions mobilisent non seulement les enseignants-chercheurs directement concernés, mais aussi les chercheurs d'organismes ainsi que les doctorants et les personnels d'appui à la recherche. Les grands organismes de recherche, le centre national de la recherche scientifique (CNRS), l'institut national de la recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAe), l'institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique (INRIA) etc., soutiennent pleinement cette initiative d'interactions fortes entre la recherche et la formation.

Les diverses interventions des personnels des laboratoires de recherche et l'intégration des étudiants sur des stages et des projets, sont autant d'opportunités de créer un **sentiment d'appartenance de l'étudiant à une communauté scientifique**, et plus précisément à son laboratoire d'appui. L'étudiant, directement impliqué, se construit dans un environnement d'innovation à forte valeur ajoutée. Il y cultive les qualités nécessaires à la recherche (curiosité, rigueur, ténacité, analyse de situations complexes, sens du travail en équipe) et participe à des travaux collaboratifs tant industriels qu'académiques au niveau territorial, national ou international. L'approfondissement de la spécialité acquise peut se poursuivre en doctorat pour une partie des effectifs de diplômés du Cursus en Ingénierie, confortant leurs aptitudes pour la création, l'innovation voire la valorisation.

2.6. Formation-recherche-entreprise

L'objectif du Cursus en Ingénierie est de faire des universités françaises pluridisciplinaires le creuset central du **développement de formations de haut niveau**, connectées avec le monde socio-économique, avec une forte plus-value d'innovation. Ces formations ont la vocation et les moyens de faire bénéficier les étudiants d'un triptyque formation-recherche-entreprise.

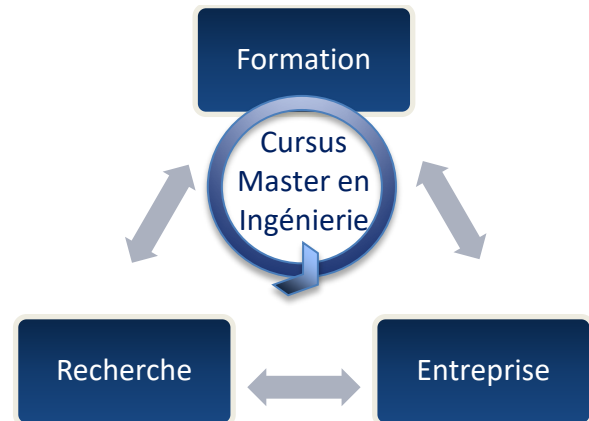


Figure 3 : Triptyque formation-recherche-entreprise

Les points du triptyque (cf. figure 3) sont habituellement associés deux à deux :

- **formation-recherche** : une formation de master est généralement adossée à un laboratoire ou à un département d'un laboratoire et les enseignants-chercheurs assurent le lien entre formation et recherche ;
- **recherche-entreprise** : un laboratoire développe généralement une partie de ses activités dans le cadre d'une recherche partenariale, avec des grands groupes nationaux, internationaux, PME ou start-up, etc. ;
- **entreprise-formation** : une formation entretient des liens avec les entreprises à travers les stages de fin d'études ou des projets tuteurés ; il peut exister des conseils de perfectionnement dont le rôle majeur est de proposer des évolutions sur les contenus et les pratiques pédagogiques afin de répondre aux attendus du monde socio-économique, et ainsi faciliter l'insertion professionnelle des diplômés.

Une plus-value notamment en termes de créativité, d'innovation, de transfert et d'insertion professionnelle, est réalisée en développant un **continuum formation-recherche-entreprise**, aussi bien à l'échelle nationale du Réseau Figure® que de chaque Cursus en Ingénierie local. Les AMS (cf. § 4) et des COSEC (cf. § 5), de par l'immersion au sein des laboratoires et des entreprises et le développement des qualités des étudiants, participent à cette dynamique.

En sus, des actions sont conduites par le Réseau pour renforcer le continuum formation-recherche-entreprise, au cœur des Cursus en Ingénierie. Ses actions englobent (cf. O.R. bleu) : la participation à des salons professionnels ; le développement d'outils de communication ; le lien avec les associations étudiantes, la fédération CMI-France et l'association des alumni.

2.7. Formation avec et par une mobilité à l'international²²

Cursus Master en Ingénierie

Dans un environnement mondialisé et en évolution perpétuelle, la **mobilité internationale** est un élément important d'ouverture interculturelle, professionnelle et sociétale ; qui permet entre autres d'améliorer la pratique d'une langue étrangère, en particulier l'anglais.

Les CMI s'inscrivent dans un cadre compréhensible au niveau international, schéma LMD conforme au processus de Bologne, ce qui renforce leur **attractivité internationale**. En outre, le présent référentiel définit l'organisation de la formation CMI en forte adéquation avec le modèle international de *consecutive master*. Cette lisibilité favorise la mobilité internationale sortante des étudiants CMI et la mobilité entrante au sein des CMI.

Durant son cursus, chaque étudiant doit réaliser au moins une expérience de mobilité internationale. Celle-ci peut prendre la forme : (1) d'un **séjour d'étude dans une université étrangère**, session ou semestre (voire plus) encadré par une convention d'accueil spécifiant le contenu des enseignements de l'université d'accueil et son adéquation avec le cursus principal de l'étudiant afin qu'il poursuive sa formation tout en étant immergé dans une autre culture ; (2) d'un **stage en entreprise ou en laboratoire** ; (3) d'une **année ou d'un semestre de césure**.

La durée totale de mobilité est d'**au minimum 3 mois** durant les cinq années du cursus. Il est possible de valider la mobilité internationale dans les deux ans qui suivent le master, notamment pour les parcours CMI en alternance, et sous réserve de validation par l'inter-CMI de l'établissement porteur.

L'adossement du CMI à un(des) laboratoire(s) de recherche en collaboration avec des réseaux internationaux académiques, industriels ou institutionnels facilite la mise en place de stages à l'international et offre aux étudiants l'opportunité de côtoyer des chercheurs invités étrangers. Les étudiants sont ainsi sensibilisés progressivement à la pratique d'une activité professionnelle dans un contexte international.

Pourquoi partir ? Outre l'attraction pour un pays, le désir de découvrir sa culture et sa langue, le séjour à l'étranger représente pour beaucoup d'étudiants un défi lancé à soi-même : être capable de s'adapter à un tout nouvel environnement dans tous les aspects de la vie quotidienne, à un nouveau mode d'enseignement pour les mobilités académiques, à de nouvelles pratiques de recherche dans les laboratoires, pour les stages. Il est vivement conseillé de partir seul ce qui favorise une immersion totale et permet de tirer tous les bénéfices possibles de la mobilité. Cette dernière a aussi vocation d'améliorer le niveau de

²² Texte issu en partie de la weblettre n°6, « Les CMI et la mobilité étudiante : de nouveaux horizons personnels et professionnels, un accélérateur de carrière » et des travaux de la commission relations internationales.

langue des étudiants. Puisque le cursus des étudiants CMI inclut une mobilité obligatoire d'au moins 3 mois, les étudiants préparent leur séjour en travaillant très sérieusement et très régulièrement leurs compétences langagières, de façon à rendre la mobilité possible et profitable. La plupart des programmes des CMI incluent des cours d'anglais renforcé, pour que les étudiants soient capables de suivre un cours dès leur arrivée dans le pays d'accueil, ou d'être immédiatement opérationnels dans leurs échanges avec leurs collègues au sein d'un laboratoire. Pour envisager sereinement une mobilité, un étudiant doit avoir de préférence un niveau B2, et dans tous les cas pas en-deçà de B1. Les accords passés avec les universités étrangères stipulent explicitement le niveau attendu par chacune d'entre elles. De toute façon, selon les textes du Ministère, aujourd'hui en France, pour valider un master, quel qu'il soit, un étudiant doit justifier d'un niveau B2 dans une langue vivante étrangère. Enfin, une mobilité dans un nouvel environnement permet d'accroître les capacités de chacun à communiquer, à collaborer et renforce l'employabilité des étudiants, en France et à l'étranger. En effet cette expérience peut contribuer par exemple à l'obtention d'un très bon score à une certification reconnue internationalement comme le Test of English for International Communication (TOEIC), dont les étudiants pourront se prévaloir auprès de tous les recruteurs. D'une façon plus large c'est un atout sur leur curriculum vitae (CV), qui facilitera l'accès au marché du travail à l'étranger.

Quand partir ? Une mobilité de crédit est fréquemment recommandée de partir en **L3**, voire en L2. Un départ en L3 permet d'avoir le temps de mûrir son projet. Une mobilité académique en master est rendue compliquée voire impossible par le fait que les enseignements dispensés au sein du CMI au cours de ces années d'études sont trop spécifiques et pointues pour que l'étudiant puisse se permettre de ne pas y assister. Toutefois dans certaines universités des enseignements dispensés en M1, du moins au M1S1, ont été spécialement aménagés pour rendre possible une mobilité académique même cette année-là. Une mobilité en stage n'a pas les mêmes contraintes.

Quelle mobilité ? La mobilité académique permet aux étudiants de découvrir d'autres méthodes d'enseignement. La mobilité de stage les plonge dans un univers plus professionnel, avec souvent des pratiques différentes de celles qui ont cours en France. Même si une seule mobilité de 3 mois est exigée, ces deux mobilités sont complémentaires ; des étudiants présents qui avaient vécu cette double expérience - mobilité académique et mobilité de stage - ont confirmé tout l'intérêt de faire les deux. Partir est une chance, que les CMI proposent.

Quelle destination ? Le choix de la destination se fait tout d'abord bien entendu en fonction du désir qu'a un étudiant d'approfondir les connaissances qu'il a déjà acquises sur un pays, sa culture, son histoire et sa langue. C'est bien l'envie de vivre sur place et de s'immerger dans la vie d'un pays qui prévaut dans un premier temps. Mais l'une des toutes premières démarches que l'étudiant doit effectuer, est, pour une mobilité académique, de se renseigner

sur les programmes des universités partenaires et, pour une mobilité de stage, sur les recherches menées par les laboratoires. Le succès de la mobilité tient aussi et surtout à la capacité de l'étudiant de réussir ses examens et de mener à bien ses recherches sur place.

Dans les situations spécifiques où la mobilité internationale est délicate à accomplir durant les 5 années du cursus (parcours en alternance, engagements contractuels comme sportifs de haut niveau, ou bien tout autre situation spécifique), des aménagements sont possibles ou une extension de la validité de la mobilité à 2 ans après la fin du master (cf. § 7.3.4 Attribution du label).

Pour avoir des informations supplémentaires sur les programmes pouvant être mobilisés, comment préparer sa mobilité, son niveau de langue, le financement, le logement, le partage d'expériences se référer à l'**annexe 3**.

Cursus Bachelor en Ingénierie

Dans le cadre d'un CBI, la mobilité internationale, pour les mêmes raisons que le CMI, est fortement promue par les universités du Réseau Figure®.

2.8. Formation de qualité

Le Réseau Figure® atteste de la **qualité des programmes de formation** par un référentiel (cf. **O.R. rose**) qui sert à guider les processus d'évaluation interne par les entités responsables de programme et d'évaluation externe par des experts indépendants. Au-delà du diagnostic qu'elle autorise, cette démarche vise à mettre en lumière les points forts à conserver et les points susceptibles d'être améliorés en formulant des propositions sous la forme de plan d'action. Ainsi, l'amélioration continue de la qualité des programmes de formation relève de la responsabilité première de l'établissement qui contribue à les rendre conformes avec le niveau d'exigence attendu.

Le **référentiel d'évaluation de la qualité des programmes** de formation intègre les critères EUR-ACE® et les principales références et lignes directrices pour le management de la qualité dans l'espace européen de l'enseignement supérieur. Il se compose de domaines, qui comportent chacun des références, elles-mêmes comportant un certain nombre de critères.

Les domaines désignent les principaux points d'intérêt à prendre en compte pour l'évaluation de la qualité d'un programme. Pour leur part, les références désignent, dans chaque domaine, les sous-domaines d'intérêt. Chaque référence comporte un certain nombre de critères qui sont autant d'affirmations validées pour un programme de bonne qualité. Lors de la prise en compte d'un critère, il convient de transformer l'affirmation en une ou plusieurs questions auxquelles on apporte une réponse motivée grâce aux preuves dont on dispose. Les réponses fournies doivent présenter non seulement les faits obtenus par le processus d'évaluation

interne, mais également l'analyse qui en est effectuée et les actions entreprises ou envisagées pour faire progresser la qualité des programmes.

Les domaines et *références* du référentiel Figure 2024-2025 sont :

- Le programme : *les objectifs du programme et les acquis d'apprentissage visés ; le processus d'apprentissage ; l'évaluation des apprentissages ; le contenu du programme*
- Les ressources du programme : *l'équipe pédagogique ; les installations et les personnels de soutien ; les ressources pédagogiques ; les services supports ; les moyens financiers*
- Le pilotage du programme : *l'admission et la progression dans le programme ; les résultats obtenus ; l'insertion professionnelle*
- La qualité du programme : *le système d'assurance qualité sur site*

Par ailleurs, le Réseau Figure® accompagne la **transformation pédagogique** dans les formations en inscrivant celle-ci dans le cadre d'une **approche programme** (cf. § 2.3) permettant de construire et de valider un profil de sortie en termes de savoirs, de compétences et d'aptitudes. Cette approche est basée sur l'alignement des objectifs d'apprentissage, de l'évaluation et des activités d'apprentissage. Suivant ce principe, il est nécessaire de proposer d'abord une mesure des objectifs d'apprentissage visés avant d'imaginer les activités qui permettront de les atteindre, que ce soit à l'échelle du programme ou de ses éléments constitutifs (unités d'enseignement, projets, stages, mobilités internationales, etc.).

Cette partie décrit plus en détail les enseignements du numérique et de l'IA, les activités de mise en situation et les activités et enseignements d'ouverture sociale économique et culturelle. Les différences entre CMI et CBI sont parfois notées clairement et parfois laissées à l'appréciation des universités du Réseau, afin de conserver une certaine liberté d'application.

3. Enseignements du numérique et de l'IA²³

3.1. Axes d'enseignement

La société se numérise ; dans ce contexte, l'acquisition de connaissances sur cette science jeune qu'est l'informatique, et de compétences dans la manipulation des techniques et outils qui la sous-tendent, y compris l'IA, devient aussi nécessaire que l'est un bagage mathématique minimal pour toute personne qui se destine à l'ingénierie. Les Cursus en Ingénierie ont donc naturellement vocation à proposer un contenu homogène pour ces connaissances et ces compétences, même s'il est nécessaire de l'adapter à la spécialité suivie. Les contours de ce socle en fonction des thématiques majeures des CMI/CBI, en développant non seulement les questions de culture générale en informatique et de l'IA, mais aussi d'analyse et de formalisation de problèmes à résoudre informatiquement, et de modélisation et simulation.

Les **enseignements du numérique et de l'IA** (cf. § 2.2) correspondent à un minimum de 10 % de la formation, soit approximativement 36 ECTS pour le CMI et 22 ECTS pour le CBI. Ils sont principalement répartis au sein de deux des composantes de formation : *le socle disciplinaire et la spécialité* pour l'utilisation d'outils dédiés et la manipulation de données, et *les disciplines connexes* pour la culture informatique et de l'IA, la compréhension du monde numérique et l'acquisition des éléments de conception et de programmation. En sus, l'utilisation d'outils dédiés peut se retrouver dans *les disciplines fondamentales* (ex : usage de logiciels de calcul formel en mathématiques, apprentissage machine, IA et IA génératives etc.).

²³ Réflexions issues principalement de la présentation « Le numérique dans les CMI - État des lieux » avril 2019, P. Laroque et l'article « L'enseignement du numérique » de la weblettr N°3, P. Laroque, qui renvoie sur un document synthétique du groupe de travail « Projet de contenu d'un socle informatique commun aux « L » CMI » J-M Geib / P. Laroque - nov. 2015 <https://depinfo.u-cergy.fr/~pl/docs/projetSocleInfo.pdf> ; et sur deux vidéos. ; weblettr n°7, « Le numérique et Pix ». Les éléments complémentaires liés à l'IA ont été ajoutés suite aux réflexions du groupe de travail IA de Réseau FIGURE mise en place en 2024.

Que ce soit pour le CMI ou pour le CMI, les **enseignements du numérique** et de l'IA qui accompagnent la transformation des métiers sont dispensés tout au long du cursus. Ils sont structurés autour de **cinq axes**.

- **Axe 1. Culture informatique et compréhension du monde numérique** et de l'IA : limites du calcul numérique, transformation des organisations, modèles économiques, relations clients, communication, IA, sécurité, éthique, aspects légaux, impacts environnementaux etc. ;

Ce premier axe vise à fournir une culture générale numérique et de l'IA à l'étudiant - les futurs ingénieurs doivent « comprendre » le monde informatique et numérique qui les entoure. C'est une sensibilisation au « bon usage » du numérique et de l'IA, une connaissance de base particulièrement nécessaire lorsque sont évoqués les notions de responsabilité, d'éthique, de sécurité, de consommation des ressources énergétiques et de l'impact environnemental etc. En effet, les évolutions récentes, tel que le « big data », l'IA, l'IA générative posent de nouveaux problèmes ; et pour un ingénieur, la culture informatique et l'IA est aussi connaître les limites de la calculabilité et du calcul numérique (erreurs d'arrondis), etc. ; avoir un regard critique sur les résultats donnés par un ordinateur et une IA et a minima savoir que les programmes, ou ce qu'ils génèrent peuvent être « prouvés ».

- **Axe 2. Analyse de problèmes et éléments de conception et de programmation de solutions** : langages de modélisation, algorithmique, programmation, évolution de codes existants, voire le développement d'applications ;

Le deuxième axe fournit une expérience concrète de l'activité d'analyse de problèmes, de conception et implémentation de solutions à l'aide de programmes, en suivant si possible une approche de type « objet ». Des langages de modélisation informatique comme Unified Modeling Language (UML) sont intéressants comme approche par objet de la conception informatique, « dessins » qui permettent un dialogue fort entre différents métiers.

Cet axe offre aussi une sensibilisation à l'algorithmique, incluant des notions élémentaires de complexité d'algorithme. Les compétences en programmation sont, quant à elles, orientées davantage vers la compréhension, l'évolution de code existant (ajout d'une fonctionnalité par exemple) que vers le développement « from scratch » d'applications. Une approche par projets est de nature à faciliter l'assimilation de ces notions par des étudiants dont l'informatique n'est pas le cœur de métier.

- **Axe 3. Modélisation et simulation à l'aide d'outils dédiés.**

Le troisième axe permet à l'étudiant de décroisonner mathématiques et informatique, et de se constituer un profil d'« utilisateur averti » des outils numériques (Matlab, Maple, Python...) dans le cadre de problèmes mathématiques ou physiques classiques en lien notamment avec

l'apprentissage profond et l'IA. Il s'appuie sur le second pour finaliser une chaîne qui va de l'exposé du problème à la simulation de la solution sur outil dédié.

- **Axe 4. Données** : structure, bases de données, collecte, association ;

Les données sont omniprésentes dans tous les domaines, et encore plus fortement dans les outils d'IA. Leur collecte et la constitution d'une base de données fiable qui pourra être interprétée avant de pouvoir être utilisée afin de mieux comprendre tel ou tel phénomène est un enjeu d'importance dans les métiers d'ingénieurs.

Les étudiants seront sensibilisés à l'évolution rapide des technologies de l'information, la recherche d'information, l'IA et l'IA générative : le système qui leur permettra une fois en poste de réaliser une base de données n'est peut-être pas inventé ; ainsi qu'à la mise en place d'une base de données qui nécessite souvent l'association de plusieurs acteurs (développeurs et codificateurs, échantillonneurs, gestionnaires de la base, chercheurs, décideurs et planificateurs, etc.) pour concevoir et écrire les procédures automatisées, ou les appliquer etc.

Ils seront sensibilisés également au fait que les données sources brutes sont rarement exploitables avant la mise en place d'une gestion propre. Celle-ci s'assure notamment : de préparer le traitement des données ; de valider les données en vérifiant leur conformité, validité, intégrité et cohérence ; de sécuriser et préserver les données sources brutes pour pouvoir y revenir si besoin ; de réfléchir à l'intégration de différentes séries de données, de manière à accroître leur utilité globale ; de filtrer, agréger et transformer les données ; de garder trace de tout changement et modification sur la base et les données.

- **Axe 5. Traitement des données** : statistiques, IA, big data, etc.

Le traitement des données (statistiques, etc.) permet ensuite de les interpréter et de les utiliser. L'étudiant-utilisateur devra aussi apprendre à garantir l'accès aux données et à prévenir tout problème. Il devra aussi établir des règles de protections des données, de visionnage partiel ou total, d'ajout ou non de données, de copie ou non, de partage ou non, en raison du caractère éventuellement confidentiel des données, etc.

L'augmentation faramineuse des données avec le big data et l'IA, ces ensembles de données si volumineux qu'ils dépassent l'intuition et les capacités humaines d'analyse et même celles des outils informatiques classiques de gestion de base de données ou de l'information, poussent à modifier les ordres de grandeur, concernant le stockage, la recherche et l'analyse des données. Les perspectives sont immenses dans de nombreux domaines (génétiques, gestion des risques, santé etc.) et liées aux enjeux de société fortement impactés par l'intelligence artificielle.

3.1. Socle numérique et syllabus indicatif

Parmi les enseignements du numérique, le projet de **socle numérique et IA** représente environ 18 ECTS et s'articule autour des trois premiers axes : axe 1. Culture et compréhension du monde numérique et de l'IA ; axe 2. Analyse de problèmes et éléments de conception et de programmation de solutions et axe 3. Modélisation et simulation de phénomènes à l'aide d'outils numérique.

Ce socle accompagne l'étudiant tout au long de son cycle « L », de manière régulière. Les besoins en « M », plus orientés « métier », ne sont pas abordés ici. Au fur et à mesure de l'acquisition de connaissances et de compétences par l'étudiant, le poids relatif de ces trois axes se modifie. À titre indicatif, est recommandé le découpage ci-dessous (cf. [tableau 12](#)):

ECTS	Axe 1	Axe 2	Axe 3
L1	2	4	
L2	2	2	2
L3		3	3

Tableau 12 : Répartition par axes des enseignements du numérique (en ECTS)

Par ailleurs, le **syllabus indicatif** suivant est proposé pour les enseignements numériques et IA dans le cadre de la mise en commun de « bonnes pratiques ». Celui-ci pourrait être étoffé dans les prochaines années via la plateforme pédagogique : contenus de cours, sujets appropriés, solutions techniques correspondantes, liens avec l'agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) (notamment pour les enjeux liés à l'IA et à la cybersécurité), etc. ; mais offre une base commune de discussion.

Licence 1.

Axe 1. Le contenu est inspiré de cours déjà existants de sensibilisation²⁴. Ces notions idéalement accompagnent plutôt que précèdent celles présentées dans l'axe 2, de manière à faciliter la compréhension des étudiants.

- **La science sous-jacente à l'informatique** : théorie de l'information ; algorithmique, calculabilité, complexité ; modèles de calcul (ex neurones) ; déterminisme et non déterminisme ; preuves.
- **Infrastructure** : architecture du monde numérique, autoroutes de l'information ; systèmes d'exploitation, réseaux, bases de données ; réseaux sans fil ; image, vidéo, télévision ; le Web.
- **Applications** : bureautique, travail coopératif ; réseaux sociaux ; jeux ; intelligence artificielle.
- **Informatique et sciences** : mécanique numérique ; modélisation, expériences virtuelles en physique chimie ; biologie: séquençage, modélisation de la cellule ;

²⁴ Comme celui de G. Berry au Collège de France « Pourquoi et comment le monde devient numérique » - <http://www.college-de-france.fr/site/gerard-berry>

médecine: imagerie, neurosciences, chirurgie assistée ; météo: capteurs, simulation de l'atmosphère, des océans, du climat ; géologie, océanographie, astronomie, etc...

- **Modélisation, simulation.**

Axe 2. Les questions qui doivent être abordées en programmation sont de plusieurs ordres²⁵. Ces notions idéalement accompagnent plutôt que suivent celles présentées dans l'axe 1, de manière à faciliter la compréhension des étudiants

- Comment passer de l'expression d'un problème à l'expression de sa solution sous la forme d'un programme ? => Initiation à la **programmation impérative**.
- Comment structurer les informations complexes de manière à faciliter l'expression de la solution au problème ? => Initiation aux **structures de données**.

Licence 2.

Axe 1.

- **Sécurité** : confidentialité, cryptologie ; virus et intrusions ; attaques réseaux ; tolérance aux pannes.
- **Industrie** : gestion assistée ; conception assistée par ordinateur ; robotique ; transports : informatique embarquée ; usines virtuelles ; traçabilité ; big data.
- **Langage et arts** : comprendre automatiquement les textes et la parole et les traduire, interface du futur ; création artistique et informatique ; effets spéciaux.
- **Aspects sociaux** : identité numérique ; vie privée numérique ; surveillance généralisée ; communautés virtuelles ; éthique et déontologie.

Axe 2. Les grandes étapes du développement logiciel.

- Comment exprimer de manière correcte et complète un certain traitement sur les informations données ? => Introduction à l'**approche objet** et au formalisme UML
- **Analyse objet** : classes et associations, diagrammes de classes UML
- **Programmation** : apprentissage des rudiments d'un langage objet (exemple python).

Axe 3. Intérêt et contexte d'une simulation numérique.

- Ses limites (la simulation du continu). Quelques problèmes simples (ex. extrema d'une fonction).
- Maîtrise d'un outil très simple d'analyse numérique (exemple Excel)

Licence 3.

Axe 2. Comment programmer mieux en programmant moins et en réutilisant des modèles et programmes existants ?

- Initiation aux **design patterns** pour favoriser la réutilisation.
- Initiation aux **bibliothèques réutilisables** (dépend du langage choisi en L2).

Axe 3.

²⁵ Contenu inspiré de Jacques Malenfant, professeur d'informatique Sorbonne Université.

- Outils de gestion de version, de documentation, de configuration.
- Comment programmer mieux en programmant moins et en réutilisant des bibliothèques existantes ?
- Outils et bibliothèques - Matlab / Simulink, Mathematica / Wolfram alpha, Maple, bibliothèques scientifiques / numériques pour python (numPy, sciPy, matplotlib ...)

Exemple d'exercice type : Expérience « complexité d'une recherche dans un tableau trié »

Niveau : L1 ou L2 ; *Durée* : 2 à 3h

Principe : sensibiliser l'étudiant à la notion de complexité en temps d'un algorithme simple (ici une recherche de valeur dans un tableau trié).

Recherche séquentielle

La solution naturelle consiste à comparer successivement la valeur cherchée à chaque élément du tableau en partant du premier, jusqu'à ce que l'étudiant trouve l'élément (succès) ; atteigne la fin du tableau (échec) ou trouve un élément de valeur supérieure à la valeur cherchée (échec). Intuitivement, l'étudiant peut « sentir » que ce processus est de complexité linéaire : si la taille du tableau est doublée, le temps moyen mis pour résoudre le problème double également.

Recherche dichotomique. Le meilleur profit peut aussi être tiré du caractère trié du tableau, en comparant directement la valeur cherchée avec l'élément au centre. Si la valeur est la bonne, l'étudiant arrête (succès). Si l'élément est inférieur à la valeur cherchée, l'étudiant n'a plus à considérer que la seconde moitié du tableau. S'il est supérieur, l'étudiant peut ne regarder que dans la première moitié.

En itérant le processus, l'étudiant finit par réduire la taille de l'espace de recherche (la tranche de tableau) à 1, ce qui permet alors de répondre immédiatement. Dans ce cas, puisqu'à chaque étape, l'étudiant divise la taille de l'espace de recherche par 2 et est amené à en déduire que la complexité est d'ordre logarithmique. Reste sentir la différence importante entre les deux approches, en termes de performances.

Expérimentation

Éléments fournis. Les éléments « périphériques » de l'expérimentation fournissent à l'étudiant :

1. Un moyen de chronométrer l'exécution d'un programme, depuis le programme lui-même (`gettimeofday()`) ou depuis le système d'exploitation (`time`).
2. Un moyen de créer pseudo-aléatoirement un tableau d'entiers (fonction `random()`, opérateur modulo) ainsi qu'une fonction pour le trier (`qsort()`), algorithme un peu trop compliqué pour le L1/L2 non-informatique
3. Un outil de création de courbe à partir d'un ensemble de points (excel, gnuplot, ...)

Travail demandé. Construire un programme qui va, pour chaque taille de tableau allant de 10 à 100000 (par exemple, cela dépend des performances de la machine utilisée : calibrer à l'avance)

1. coder les procédures de recherche séquentielle et dichotomique
2. créer un tableau d'entiers de cette taille et le trier
3. effectuer N recherches séquentielles sur ce tableau et noter le temps nécessaire
4. en déduire un temps moyen pour cette taille, le stocker dans un fichier
5. faire la même chose pour la recherche dichotomique

À l'issue de ce travail, l'étudiant visualisera les deux courbes obtenues et en tirera des déductions.

3.2. Description de Pix

La certification des compétences numériques chez les élèves, les étudiants et les actifs passait dans les années 2010, par des outils (B2i, C2i1 notamment) mettant en œuvre des mécanismes binaires : certifié ou non certifié. Le champ couvert par ces certificats est en outre

relativement étroit, et très axé sur la maîtrise d'un outillage numérique (traitement de texte, tableur etc.). Il était donc souhaitable de concevoir et de proposer un mécanisme de certification qui réponde à ces deux critiques.

Cette préoccupation est au cœur du développement de Pix²⁶, le projet public de plateforme en ligne d'évaluation et de certification des compétences numériques. En articulation avec le cadre européen des compétences numériques pour les citoyens (DigComp)²⁷ et le cadre de référence des compétences numériques français.

Pix permet d'évaluer le niveau d'une personne dans **5 grands domaines du numérique** (informations et données, communication et collaboration, création de contenu, protection et sécurité, environnement numérique). Chaque domaine se décline en compétences sur **8 niveaux** (niveau 1 = novice, niveau 8 = expert), pour un total de **16 compétences** à certifier.

Les 16 compétences couvertes dans Pix / DigComp sont les suivantes :

1.1: Mener une recherche et une veille d'information.

1.2: Créer des données.

1.3: Traiter des données.

2.1: Interagir.

2.2: Partager et publier.

2.3: Collaborer.

2.4: S'insérer dans le monde numérique.

2.5: Respecter la Netiquette.

3.1: Développer des documents textuels.

3.2: Développer des documents multimedia.

3.3: Adapter les documents à leur finalité.

3.4: Programmer.

4.1: Sécuriser l'environnement numérique.

4.2: Protéger les données personnelles et la vie privée.

4.3: Protéger la santé, le bien-être et l'environnement.

5.1: Résoudre des problèmes techniques.

5.2: Construire un environnement numérique.

Le niveau obtenu dans chaque compétence est sanctionné par un score qui peut théoriquement atteindre $16 * 8 * 8 = 1024$ (16 compétences, niveau 8 sur chaque compétence, 8 pix gagnés dans une compétence pour franchir un niveau). En pratique, la

²⁶ Pix (<https://pix.fr>) remplace le C2i niveau 1 depuis la rentrée universitaire 2019-2020. Les spécialisations du C2i niveau 2 continuent d'exister. Une réflexion est en cours au niveau des ministères sur leur devenir, en articulation avec Pix et les besoins des secteurs professionnels concernés.

²⁷ https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scienti_c-and-technical-researchreports/digcomp-framework-developing-and-understanding-digital-competence-europe

plate-forme ne contient encore que des questions couvrant intégralement le niveau 5, et pour quelques-unes se rapportant au niveau 6. Il est donc actuellement impossible d'atteindre ce score maximal.

Toute personne peut se créer un compte, puis passer un test de positionnement sur une ou plusieurs compétences pour construire son propre profil de compétences numériques et progresser à son rythme avec l'aide de tutoriels. Seul le passage de la certification (hormis pour les collégiens, lycéens et les étudiants) est payant, afin de prendre en charge les coûts d'organisation des sessions par les centres agréés.

3.3. Pix et les CMI

La création de la plateforme Pix a poussé le besoin de développer les compétences liées au numérique et de mettre en adéquation l'évaluation du numérique proposée dans le secondaire et à l'université avec les compétences d'aujourd'hui. Elle n'est toutefois pas une plateforme de formation aux compétences numériques, seuls des tests d'autoévaluation sont proposés, même si à l'issue d'un test quelques liens sont affichés.

La certification Pix est mise en place pour les élèves, en septembre 2019, à deux niveaux : en troisième et en terminale. Aucun score minimal n'est actuellement défini. Des programmes de formation vont naturellement accompagner la montée en compétences des jeunes.

En attendant que ce mécanisme soit stabilisé, deux facteurs importants sont à prendre en compte : l'hétérogénéité des étudiants face au numérique, et les besoins très variables en fonction des domaines des CMI.

Même si aucun seuil n'a pour l'instant été donné, le ministère considère qu'un étudiant de fin de licence doit obtenir un score de 640 soit le niveau 5 dans les 16 compétences. Cela semble optimiste pour le moment. Après analyse de Pix, de ses potentialités et de son mode d'évaluation des compétences par un groupe de travail du Réseau, et afin d'appliquer la même règle quel que soit le domaine du CMI, **il a été convenu l'atteinte d'un score minimal de 400 pour valider Pix en fin de licence** (niveau 3 indépendant : capable de sortir seul de situations habituelles). Les étudiants devront être aidés dans leur formation pour leur permettre d'acquérir les compétences souhaitées (interventions en présentiel dans les établissements ; MOOC / SPOC ; liens vers des sites « entrepôts » de ressources).

En fonction des scores validés en fin de terminale, il conviendra d'augmenter, progressivement, ce seuil afin d'amener les étudiants d'un niveau 3 à un niveau 4 (Indépendant : autonome dans toutes les situations courantes, 512 Pix), puis à un niveau 5 (Avancé : à l'aise avec le numérique, 640 Pix) voire à un niveau 6 (Avancé : très bon niveau de

maîtrise, capable d'aider les autres, 728 pix). Il conviendra également d'établir si la règle doit s'appliquer à tous les domaines du CMI ou si elle doit être adaptée en fonction des domaines.

4. Activités de mise en situation

4.1. Philosophie des AMS dans les Coursus en Ingénierie²⁸

4.1.1. Présentation

Les activités de mise en situation correspondent à un **minimum de 25 % des activités de formation** sur les années du Coursus en Ingénierie et sont des éléments essentiels de pédagogie active visant l'appropriation et la mise en œuvre de connaissances au-delà de leur simple acquisition. Elles ont pour objectif de rendre, dès la première année de licence, l'étudiant acteur de son parcours de formation et de son immersion dans le monde de la recherche et de l'entreprise dans ses dimensions locales, nationales et internationales ; de lui permettre d'atteindre progressivement les exigences du programme de formation ; et de construire un projet professionnel solide et ambitieux.

Le caractère informel et la diversité des formes d'AMS nécessitent à la fois un travail spécifique de traduction des objectifs en termes de compétences (cf. § 2.3.3, O.R. vert), et une présentation de la démarche aux étudiants en début de cursus.

Les AMS constituent les activités clés voire différenciantes des Coursus en Ingénierie qui façonnent les étudiants pour permettre la construction progressive de leur future identité d'ingénieur scientifique innovant, tourné vers l'innovation et acteur du changement (économique et sociétal).

Au sein du Coursus en Ingénierie, la formation est interactive, l'étudiant est acteur de son développement et bénéficie d'un accompagnement personnalisé. Si l'implication de l'étudiant et la compréhension des enjeux est fondamentale, l'encadrement pédagogique joue toutefois un rôle essentiel et nécessite une équipe pédagogique dynamique et représentative de la diversité des activités.

Les AMS contribuent au développement chez l'étudiant de la motivation (par leur choix), de l'autonomie (par l'organisation), de la prise d'initiative (par l'incitation), du sens critique et de la capacité à travailler en équipe (par l'animation). C'est en prenant part aux AMS qu'il combine et valorise ses connaissances et ses compétences, déploie son esprit créatif, et conçoit des solutions. Les AMS, combinées aux COSEC (cf. § 5), conduisent progressivement l'étudiant à développer « des facultés d'adaptation à tout nouvel environnement et à augmenter ses capacités à résoudre des problèmes complexes », elles garantissent et attestent de son employabilité.

²⁸ Réflexions issues du Groupe de travail OSEC/AMS et de la note « Philosophie des AMS » de M. Jacquot, déc. 2016.

4.1.2. Etudiant, acteur/contributeur de/pour sa formation

L'étudiant à travers les AMS est acteur de son parcours mais, également **contributeur** en capacité de participer au contenu des enseignements de sa formation en interaction avec les autres étudiants et l'équipe pédagogique. Il est amené, au sein d'un groupe et/ou de la promotion, à avoir un rôle moteur pour tisser des liens effectifs entre sa formation, le laboratoire et le monde socio-économique (à travers les projets et les stages).

En effet, grâce à l'autoévaluation et à la constitution d'un portfolio (cf. § 2.4.2) nourri par la diversité des AMS réalisées (projets, stages, pédagogie active...), l'étudiant construit et complète individuellement son projet professionnel en accord avec les exigences du programme de formation et les acquis visés. L'étudiant est actif dans l'acquisition de connaissances et de compétences (formelles et informelles) tout au long du cursus en 5 ans (voire plus s'il inclue des années de césure).

Ses productions peuvent être intégrées au contenu pédagogique de sa formation, grâce à l'émergence d'une diversité dans les activités (projets, études de cas, junior entreprise, serious play/game, Hackathons ...) et de leurs modalités. Un projet en groupe se poursuit par d'autres l'année suivante et est complété, ou aboutit à la réalisation d'une nouvelle maquette de travaux pratiques ou d'un nouveau sujet de projet. Les activités au sein d'une junior entreprise, au sein d'un fablab, openlab ou d'ateliers de prototypages, évoluent d'année en année avec les nouvelles promotions, grâce à des rapports rédigés, à des réalisations expérimentales, ou à des codes informatiques, etc. L'étudiant est même susceptible d'être intégré à l'équipe pédagogique liée aux AMS. L'étudiant est amené à produire de la connaissance, à en être le relais au sein du groupe et à la transmettre (rôle du tutorat, des activités communes entre les étudiants de licence et de master, liens avec les doctorants).

Ces activités sont facilitées par un aménagement des espaces avec un accès à des lieux dédiés au sein de structures créatives institutionnelles, associatives voire privées (salles de projet, fablabs, hackerspaces, clubs de robotiques, ateliers de prototypages, living labs, openlabs, espaces de co-working, pôles d'innovation...).

4.1.3. Immersion forte dans le monde de la recherche

La découverte de la recherche par les étudiants doit être organisée et répondre à un schéma de compréhension progressive : conscience du monde de la recherche, de son organisation, de ses codes, de ses exigences, de son rôle dans l'économie et la société.

L'ensemble de ces éléments participent à générer une dynamique (voire un cercle vertueux), pour façonner la figure de l'ingénieur Figure. En effet, les étudiants identifient un Cursus en Ingénierie en partie à travers les métiers et les secteurs industriels partenaires des laboratoires dans leurs activités de recherche. C'est l'immersion dans les équipes de recherche (couplé à la mobilité internationale) qui entretient la **motivation**, et implique très

tôt les étudiants dans la construction de leurs projets professionnels. Le monde socio-économique reconnaît volontiers que l'innovation est portée par les laboratoires de recherche des universités, sans toutefois faire le lien avec ses formations, puisqu'elles ont gardé l'habitude de s'adresser plus aux écoles d'ingénieurs. Ainsi, un des enjeux des AMS dans les Cursus en Ingénierie, est aussi de mettre en avant au-delà de la dimension formation, le potentiel d'innovation apporté par l'implication de ses laboratoires.

L'appui recherche s'effectue en cohérence avec les objectifs du Cursus en Ingénierie (dans l'esprit de « l'alignement » (cf. § 2.3)). Il doit être suffisamment solide pour garantir la mise en œuvre des AMS à travers les stages, les projets et une pédagogie active. En effet miroir, le cursus peut servir la structuration de la recherche et devenir un levier d'exploration de nouveaux problèmes pour le laboratoire.

4.1.4. Immersion effective dans le monde socio-économique

L'effet transformant sur l'étudiant va s'opérer progressivement au cours des stages en entreprise. Il est donc nécessaire de pouvoir compter un minimum de 14 semaines de stages en entreprise sur les 5 ans du cursus. Le stage d'immersion professionnelle dès la fin la première année de 5 semaines a pour objet de positionner l'étudiant dans une dynamique de découverte et de l'aider à se projeter dans son futur métier d'ingénieur scientifique innovant et acteur du changement. A minima, 10 semaines de stage en entreprise sont effectuées en fin de licence et/ou en master afin de remplir des fonctions qui se rapprochent des métiers d'ingénieurs. Elles intègrent un niveau d'exigence, de technicité et de capacité à résoudre des problèmes de plus en plus complexes et nécessitent la mobilisation de compétences et de connaissances acquises tout au long de la formation, dans le cadre des enseignements disciplinaires et COSEC.

Tous les stages nécessitent d'être préparés en amont et discutés en aval en réalisant un bilan, suite à l'évaluation et l'autoévaluation dans le cadre des enseignements COSEC. Toutes les dimensions et les attentes du monde socio-économique sont alors abordées en accord avec les acquis visés de la formation.

Outre les stages, certains projets et activités pédagogiques (APP, études de cas...) devront s'effectuer dans un cadre qui associe l'environnement socio-économique lié à la formation et ses enjeux (exemple : juniors entreprises animées et pilotées par différentes promotions, avec le soutien de l'équipe pédagogique).

Certains cursus sont proposés en apprentissage (cf. § 7.2.5) entraînant une immersion plus avancée en termes de mise en situation. L'alternance n'est proposée pour l'instant qu'au niveau master, elle pourrait toutefois s'étendre à la licence dans certaines disciplines comme l'informatique.

4.1.5. Diversité des espaces et des services en support

Les AMS s'opèrent au sein d'un écosystème, où sont repensés les lieux d'enseignement traditionnels (salles de cours, de TP et de projets), et les espaces dédiés (plateforme technologique, salle en laboratoire, fablabs, openlabs, espaces de co-working, learning labs...). Une partie de ces nouveaux espaces est ouvert aux partenaires du monde socio-économique du Coursus en Ingénierie.

Les équipes pédagogiques constituées dans le cadre des AMS intègrent les enseignants et les enseignant-chercheurs de la discipline, les intervenants des UE COSEC (y compris les enseignants de langue), et les intervenants extérieurs. Elles sont ouvertes aux personnels de recherche souvent moins présents et, ceux-ci sont associés plus fortement à la formation (chercheurs, ingénieurs, techniciens et personnels administratifs (ITA), personnels administratifs, techniques, sociaux et de santé et des bibliothèques (BIATSS)), au-delà de leur participation au conseil de perfectionnement. Les projets peuvent ainsi être proposés et encadrés par des chercheurs (en incluant les doctorants) ou des ingénieurs de recherche (IR) dès la licence, avec une intégration des étudiants dans les équipes recherches, le temps d'un stage ou d'un projet long (voire un stage d'été hors cursus).

En sus, les services supports tels que les bibliothèques universitaires (BU), les services universitaires d'appui à la pédagogie, les bureaux d'aide à l'insertion professionnelle jouent un rôle essentiel en constituant un appui essentiel aux étudiants et aux équipes pédagogiques engagées dans les AMS (espaces de pédagogie, dotés d'un environnement adapté au numérique et repensés pour le travail en groupe, etc.). Les activités de mise en situation (projets, stages, etc.) demandent également un fort accompagnement des étudiants. L'appui d'enseignants extérieurs au corps des enseignants chercheurs : des professionnels, à savoir des ingénieurs en activité dans les entreprises, étudiants seniors (M1, M2, doctorants), professeurs diplômés de l'enseignement secondaire (professeurs agrégés (PRAG), etc.) est également souhaitable.

4.1.6. Bénéfices indirects des AMS

Les AMS peuvent entraîner des **bénéfices indirects** et véhiculer des effets positifs tant au niveau de l'établissement, de la composante que des équipes de recherche, à savoir : le **rayonnement** qui est vecteur d'attractivité de la formation en local, national et international ; l'**effet structurant** pour les équipes pédagogiques ; une découverte par les étudiants du fonctionnement d'un laboratoire, son environnement et sa dimension internationale ; des éléments factuels à formation par la recherche et l'assimilation des étudiants aux équipes de recherche dès la licence en les associant à des projets (même sur des périodes courtes) ; une autre ouverture sur des perspectives de mobilité internationale ; une voie pour le laboratoire à de nouveaux partenariats socio-économiques. Une grille du questionnaire AMS pour repérer et diffuser les bonnes pratiques est disponible en annexe (cf. annexe 4).

4.2. Organisation

Les activités de mise en situation sont les chevilles ouvrières du triptyque formation-recherche-entreprise ; elles amènent progressivement l'étudiant vers une haute employabilité, en développant sa **faculté d'adaptation** à tout nouvel environnement et sa capacité à résoudre des problèmes complexes. Les étudiants sont positionnés en tant qu'**acteurs de leur formation**, en réalisant des projets et des stages et en prenant du recul sur leurs expériences. Ils consolident ainsi leurs acquis scientifiques, développent leurs capacités opérationnelles et compétences relationnelles.

Cursus Master en Ingénierie

Les activités de mise en situation²⁹ comprennent (cf. **tableau 13**) : des projets courts, des projets longs intégrateurs et des stages en entreprise et en laboratoire ; avec une **présence en entreprise minimale de 14 semaines** afin de respecter les règles françaises en vigueur pour la formation des ingénieurs.

Les projets et les stages sont des dispositifs pédagogiques qu'il s'agit de décliner en objectifs d'acquis d'apprentissage (cf. § 2.3.3) au même titre qu'une UE d'enseignement, à ceci près que les étudiants développent dans ce cadre plus que des compétences purement formelles.

Activités de mise en situation	Niveau	Crédits ECTS	Durée
Projet d'initiation à l'ingénierie	L1	3	60 h
Stage d'immersion en entreprise	Fin de L1	3	5 semaines
Projet de recherche documentaire	L2	3	60 h
Projet long intégrateur	L3	6	120 h
Stage de spécialisation en laboratoire ou en entreprise	Fin de L3 ou M1	9	10 semaines
Projet long intégrateur en laboratoire	M1	6	160 h
Stage de fin d'études en laboratoire ou en entreprise	M2	24	24 semaines

Tableau 13 : Répartition des activités de mise en situation obligatoires sur l'ensemble de la formation CMI

²⁹ Rappel : 25 % d'AMS sur les 360 ECTS des cinq années d'un CMI, correspond à un total de 90 ECTS, déclinés en grande partie, en stages et en projets. À titre indicatif, ceux-ci représentent souvent 60 ECTS (sur les 90 ECTS imposés), ce qui laisse 30 ECTS pour déployer d'autres formats de pédagogie active (APP, mini-projets, études de cas etc.). Un cadre précis existe d'ores et déjà pour les stages et les projets longs : *3 stages (pour un total moyen de 42 ECTS) - *stage d'immersion professionnelle, de spécialisation, de fin d'étude* ; 4 projets longs (pour un total de 18 ECTS) : *projet d'initiation à l'ingénierie (3 ECTS), de recherche documentaire (3 ECTS), projet intégrateur fin de L3 (6 ECTS), et celui de fin de M2 (6 ECTS)* ; des projets courts associés à des UE ou toute forme de pédagogie active (pour un total de 30 ECTS) : *TP/TD transformés en approche APP, étude de cas, etc...*).

La combinaison des projets et des stages au cours du cursus est souhaitable tant ces approches sont complémentaires :

- les **stages transforment les étudiants** en contribuant à développer leurs aptitudes, à préciser la perception de leur futur métier, et ainsi à modifier leur attitude vis-à-vis de l'enseignement qu'ils reçoivent ;
- les **projets forment les étudiants** en s'inscrivant dans une démarche de pédagogie active, en amenant les étudiants à transformer leur comportement à travers différents modes d'acquisition des connaissances (pédagogie inversée, openlabs, etc.) ; en permettant d'ancrer l'acquisition théorique de connaissances par leur mise en pratique et de questionner et rechercher des connaissances avant même leur enseignement, le projet est un **support pédagogique** essentiel dans le développement des aptitudes de l'étudiant et l'apprentissage du travail en équipe.

Il est important de préparer les étudiants, à travers notamment les activités et enseignements des COSEC (cf. § 5), à tirer profit au maximum de leurs expériences. Chaque activité doit être précédée d'une préparation et suivie d'un bilan ; ses objectifs clairement explicités et les entreprises impliquées autant que possible. Dans la mesure où les AMS constituent un **outil majeur de développement des compétences**, il est important de les accompagner avec un dispositif d'autoévaluation qui prépare l'étudiant à mesurer les profits qu'il en tire.

Chaque stage ou projet est validé à travers la **production d'un rapport** et d'une **présentation orale** ainsi qu'une **évaluation** par les encadrants du laboratoire et éventuellement de l'entreprise ; devenant des outils efficaces de l'apprentissage de l'expression écrite et orale en français et en anglais

Cursus Bachelor en Ingénierie

La philosophie est partagée dans le cadre des CBI. Les AMS représentent au minimum 25 % de la formation. Elles consistent en des projets courts, des projets longs intégrateurs et des stages en laboratoires et en entreprises, incluant un sas de qualification professionnelle.

Le **tableau 14** présente les AMS obligatoires.

AMS	Niveau	ECTS	Durée min.
Projet d'initiation à l'ingénierie	1 ^{ère} année	3	60 h
Stage d'immersion en entreprise	Fin de 1 ^{ère} année	3	5 semaines
Projet de recherche documentaire	2 ^{ème} année	3	60 h
Stage d'application en laboratoire ou en entreprise	Fin de 2 ^{ème} année	6	10 semaines
Projet long intégrateur	3 ^{ème} année	6	120 h
Sas de qualification professionnelle en entreprise	Fin de 3 ^{ème} année	24	24 semaines

Tableau 14 : Répartition des activités de mise en situation obligatoires sur l'ensemble de la formation CBI

4.3. Projets

Les activités proactives peuvent prendre différentes formes, mais la plus répandue est la formation par projet (ou apprentissage par problème). Celle-ci peut être mise en place en interne à un cours ou au sein d'un projet d'application.

L'aptitude à gérer un projet, l'esprit de synthèse, le travail en équipe sont des aspects fondamentaux du métier d'ingénieur et, à ce titre, font partie intégrante de la formation. La **réalisation de projets** a pour but de permettre aux futurs diplômés CMI/CBI d'apprendre à résoudre des problèmes variés à l'aide des connaissances scientifiques et techniques qui leur sont enseignées tout au long des cinq années du cursus.

C'est le **terrain d'application des compétences acquises** ; et très tôt dès le L1, une **inversion de l'apprentissage**, plus conforme à la réalité de la vie professionnelle, où les questions se posent parfois avant que les connaissances ne soient acquises.

4.3.1. Projet d'initiation à l'ingénierie

Cursus en Ingénierie. Ce projet, programmé en L1, est le premier du cursus. Il a pour objectif d'amener l'étudiant à réfléchir et à élaborer une solution d'ingénierie sur un système technologiquement simple ou sur un sous-système d'un ensemble plus complexe. Ce projet doit aussi permettre d'initier l'étudiant à une approche systémique et à un travail collectif.

4.3.2. Projet de recherche documentaire

Cursus en Ingénierie. Ce projet, programmé en L2, est centré sur l'initiation aux pratiques de recherche bibliographique et de traitement de l'information sur un sujet proposé par le laboratoire. Il donne l'occasion aux étudiants d'entrer dans les laboratoires et d'avoir l'opportunité d'interagir avec les acteurs de la recherche ; et conduit à la rédaction d'un rapport sur la stratégie de recherche, d'une synthèse, à une présentation orale et une autoévaluation.

4.3.3. Projets longs intégrateurs

Les retours d'expérience incitent fortement à la mise en œuvre de projets de longue durée, souvent dénommés projets intégrateurs. Leur objectif est double, conduire l'étudiant :

- à **utiliser l'ensemble des connaissances** qu'il a acquises dans les unités d'enseignement, développer une vision systémique de sa spécialité, appréhender la complémentarité des disciplines et la cohérence du cursus, à décloisonner les connaissances ;
- à **gérer un projet**, surmonter les contraintes (organisation, délais, satisfaction du client), se confronter à un cas concret et travailler en équipe.

Le sujet doit alors avoir été co-construit avec l'entreprise (ou le laboratoire) d'accueil et lié à une activité professionnelle. Un projet intégrateur est généralement mené par **équipe de trois à cinq étudiants** et mobilise une cellule pédagogique rassemblant enseignants-chercheurs, chercheurs, doctorants et professionnels. Les étudiants sont en contact direct avec les chercheurs et ont accès aux laboratoires et aux plateformes technologiques ou autre matériel.

Cursus Master en Ingénierie. Les projets intégrateurs sont positionnés : en L3, en fin de licence, comme première expérience de gestion de projet encadrée ; et en M1, afin d'exercer l'étudiant à appliquer à un sujet très spécialisé ce qu'il a acquis en termes de concepts, connaissances et compétences. Ils peuvent constituer une très bonne préparation à un stage : de recherche entre la L3 et le M1 ou de fin d'études, par exemple.

Cursus Bachelor en Ingénierie. Le projet long intégrateur est positionné en troisième année (durée minimale : 120h).

4.3.4. Évolution de travaux pratiques vers des projets courts

Les **projets courts** correspondent à une évolution d'une partie des TP associés à des unités d'enseignement de spécialité en développant une **pédagogie par projet**. Les étudiants, par groupe projet, doivent obtenir un résultat ou répondre à une question simple, sans indication. À l'aide de matériel en libre accès, du cours et des travaux dirigés, ils proposent des solutions, les mettent en œuvre, et rédigent un rapport.

Cette démarche est très efficace pour développer l'**autonomie** et engager une réflexion sur le cours. Elle initie également un questionnement plus profond sur le sens de ce qui est enseigné : la confrontation avec les difficultés expérimentales (même sur des expériences simples) balaie rapidement l'impression que "*tout est fait de formules*" et montre que la connaissance est une voie de compréhension du monde plutôt qu'un exercice obligatoire pour le diplôme.

4.4. Stages

La notion de stage s'inscrit dans l'idée internationalement répandue qu'un ingénieur ne peut avoir le statut de *professional engineer* qu'après une **expérience en entreprise** (*training*), qui suit et **complète la formation scolaire**. En France, à la différence de ce qui se pratique par exemple en Angleterre et aux États-Unis, cette expérience de travail en entreprise est incluse dans le cursus et, de ce fait, tuteurée par un **tandem enseignant-professionnel**.

Les stages, outils pédagogiques au service de l'étudiant, contribuent à concrétiser les acquis pédagogiques, à conforter la connaissance du fonctionnement des entreprises, à développer l'esprit d'initiative et l'**esprit critique**. Ils sont préparés dans le cadre des COSEC, avec évaluation et autoévaluation.

Les stages, ainsi que les liens privilégiés entre le Cursus en Ingénierie, les laboratoires et entreprises partenaires concourent au maintien d'une veille technologique et industrielle indispensable au développement et à l'efficacité de la formation.

Les universités du Réseau assurent un support aux stages tout au long du cursus et, en particulier, en aidant les étudiants de L1 dans leur recherche de stage de fin d'année et en offrant des outils au service des étudiants de L3 afin de promouvoir leur formation durant leur stage.

Cursus Master en Ingénierie

4.4.1. Stage d'immersion en entreprise

Ce stage, placé très tôt dans le cursus en fin de L1, permet à l'étudiant une première immersion dans une entreprise afin d'en découvrir le fonctionnement, d'y produire un travail et de consolider sa perception du métier d'ingénieur. Ces éléments ont pour but de renforcer la motivation de l'étudiant afin qu'il fournisse les efforts nécessaires à sa réussite dans le cursus. Ce stage a pour objectif principal l'acquisition de compétences transversales. Toutefois l'acquisition de compétences disciplinaires étant souhaitée, il est recommandé de le réaliser dans une entreprise en relation avec la spécialité du CMI.

Les **compétences transversales** attendues sont les suivantes : savoir présenter l'entreprise et se positionner à l'intérieur ; définir les interactions avec ses collègues ; savoir décrire ses missions en termes d'organisation du travail, de vocabulaire et d'outils spécifiques nécessaires ; analyser ses missions pour déterminer les compétences nécessaires à sa réussite et la prise d'initiative possible ; déterminer a posteriori les compétences acquises durant le stage et le niveau de responsabilité dans la réalisation de ses missions ; décrypter les difficultés éventuellement rencontrées et solutions mises en place.

Les enseignants liés aux COSEC sont fortement impliqués lors des trois phases du stage : **préparation** (enjeux, difficultés, etc.), **suivi**, **bilan et évaluation**. Les étudiants sont initiés à l'exercice d'autoévaluation et le stage sera suivi d'un *debriefing*, en petits groupes, avec débats après la présentation de chaque étudiant.

4.4.2. Stage de spécialisation

Le stage de spécialisation est réalisé en laboratoire ou entreprise, en L3 ou M1. D'une durée conséquente (10 semaines), il familiarise l'étudiant avec la vie en laboratoire ou en entreprise, ses contraintes et ses codes. Ce stage peut être une mission exécutée en entreprise, utilisant et améliorant les connaissances et compétences du stagiaire dans son domaine de spécialité ; ce qui implique de se rapprocher de la formule pratiquée par la formation en apprentissage, reposant sur le triangle « étudiant-tuteur enseignant-tuteur professionnel ».

4.4.3. Stage de fin d'études

Ce stage de M2 d'une durée de six mois, majoritairement effectué en entreprise, a pour objectif de consolider et valider les compétences acquises pendant la formation et nécessite une préparation adéquate. Ce stage peut se dérouler en laboratoire à condition que l'étudiant ait déjà passé 14 semaines de stage en entreprise. Il conduit à la rédaction d'un rapport et à une soutenance en français ou en anglais. La soutenance est effectuée devant un jury mixte composé de membres de l'équipe pédagogique et d'extérieurs dont l'encadrant au sein de l'entreprise dans le cas d'un stage en entreprise.

Ce stage est le plus comparable à la période de training conduisant dans de nombreux pays au statut de *professional engineer* et peut être validé par un jury mixte industriels-enseignants, qui prend en compte l'opinion de l'entreprise (et des professionnels qui suivent le stage) sur les aptitudes et la compétence générale du candidat.

Cursus Bachelor en Ingénierie

4.4.4. Stage d'application

Le stage d'application est réalisé en laboratoire ou entreprise, en fin de deuxième année. D'une durée conséquente (10 semaines), il familiarise l'étudiant avec la vie en laboratoire ou en entreprise, ses contraintes et ses codes. Ce stage peut être une mission exécutée en entreprise, utilisant et améliorant les connaissances et compétences du stagiaire dans son domaine de spécialité ; ce qui implique de se rapprocher de la formule pratiquée par la formation en apprentissage, reposant sur le triangle « étudiant-tuteur enseignant-tuteur professionnel ».

4.4.5. Sas de qualification professionnelle

Ce sas de qualification professionnelle, d'une durée approximative de six mois, majoritairement effectué en entreprise, a pour objectif de consolider et valider les compétences acquises pendant la formation et nécessite une préparation adéquate. Il conduit à la rédaction d'un rapport et à une soutenance en français ou en anglais. La soutenance est effectuée devant un jury mixte composé de membres de l'équipe pédagogique et d'extérieurs dont l'encadrant au sein de l'entreprise dans le cas d'un stage en entreprise.

5. Compétences Organisationnelles, Sociales, Environnementales et Culturelles - COSEC ³⁰

5.1. Contexte et rôle

Les missions des ingénieurs évoluent. Les organisations jouent aujourd'hui leur performance sur leurs avancées scientifiques et techniques autant que sur leurs choix économiques et organisationnels. Elles ont besoin pour cela d'ingénieurs sources d'innovation et capables de proposer et conduire des changements. Il ne suffit plus de rationaliser et bien coordonner, il faut obtenir que chacun coopère ; il ne suffit plus de programmer, commander et contrôler, il faut influencer et convaincre, discuter et ajuster.

Des organisations plus fluides ont besoin d'individus plus ouverts, aux autres et à leurs environnements. La **curiosité** et la **créativité**, l'initiative et la prise de risque, l'écoute en même temps que le recul et la distance, la souplesse en même temps que la constance et la rigueur, la prise en compte d'autrui et des contextes et l'**ouverture pluridisciplinaire** -toutes qualités distinctives d'une pratique de chercheur- deviennent des atouts essentiels.

Ce sont ces qualités mobilisant des connaissances et des compétences personnelles qu'il s'agit de développer dans les Cours en Ingénierie. Cela prend sens en résonnance avec ce qui est la marque de l'université : un **enseignement de la science appuyé sur la recherche**, faisant des connaissances des outils vivants de compréhension et de transformation de la réalité et pas seulement des éléments de corpus disciplinaires. Pour cela, les étudiants sont tout au long de leur cursus mis en position d'être **actifs**. En réalisant des projets et en réfléchissant sur leurs expériences, ils consolident leurs acquis scientifiques et développent leurs capacités opérationnelles. L'histoire des sciences, les débats sur les enjeux sociétaux, technologiques ou culturels, l'ouverture vers d'autres approches disciplinaires et vers de grandes problématiques externes (développement durable, vision sociologique et anthropologique des organisations, épistémologie, éthique...) aident à ce changement de regard. Les sciences sociales y contribuent tout en apportant de surcroît leur vision particulière de sciences plus inductives, dont les concepts expriment des relations plus que des objets.

Les compétences attendues d'un ingénieur scientifique innovant débordent le cœur du métier et nécessitent de s'ouvrir à l'environnement, aux clients, aux futurs usagers, aux fournisseurs, ainsi qu'à ses collègues et aux autres services, ... Travailler dans un cadre collectif et de plus

³⁰ Nota bene : cette partie regroupe les informations autrefois contenues dans le paragraphe IV OSEC du référentiel CMI version 2016 et quasiment la totalité des éléments pour la partie OSEC du référentiel CMI formalisé par le Groupe OSEC, version du 25 octobre 2016, et une note sur la Figure CMI-OSEC datant de janv. 2016, d'Yves Lichtenberger. Depuis 2023, les enseignements d'OSEC, ouverture sociale, économique et culturelle ont évolué en COSEC, pour Compétences Organisationnelles, Sociales, Environnementales et Culturelles.

concurrentiel nécessite des apports et moyens de formation particuliers. C'est le **rôle des COSEC**, ensemble d'activités et d'enseignements, que de **développer ces comportements coopératifs** et cette **compréhension des environnements nécessaires à la vie professionnelle**. Ils interviennent en prolongement des autres enseignements et des AMS (stages et projets), comme appui à la mise en œuvre en situation de travail de l'ensemble des acquis scientifiques du CMI.

Ils font appel à d'autres types de connaissances et visent en même temps à l'acquisition de comportements qui, comme l'ont dit et redit les étudiants « ne s'enseignent pas » mais qui pourtant « s'apprennent surtout quand on en a besoin ». D'où des tendances à considérer que tout cela viendrait mieux plus tard, « sur le tas », d'où surtout une sous-estimation de l'importance et de la nature propre de ces formations parfois décrites comme relevant de l'évidence ou du simple « bon sens ». Pourtant expliciter, c'est prendre conscience, mais c'est aussi donner une généralité à un cas particulier et rendre appropriable un comportement en lui donnant le statut d'une règle.

Ce point est doublement important :

- Il met l'accent sur la méconnaissance par les étudiants de la nature des compétences relationnelles qui ne sont pas que du caractère et de la bonne éducation, ça se travaille, ça s'acquière de façon itérative, par une réflexion sur ses pratiques ; d'où l'importance des autoévaluations et des temps collectifs de bilan tirant les leçons des activités menées. Ces pratiques de réflexion, individuelle et collective, sont au cœur de ce qui constitue leur future responsabilité de cadre et leur permettra de construire et faire fonctionner des organisations réactives, capables de s'ajuster en continu.
- Il incite également à sortir des seuls aspects techniques des solutions à construire. Pour qu'elles soient partagées, il faut savoir apprécier les attentes auxquelles elles doivent répondre et leurs impacts pour ceux qu'elles concernent. Pour rassembler les énergies, il faut comprendre ses environnements, en saisir les risques et opportunités, et surtout les langages et les logiques.

L'étudiant, pour s'inscrire comme acteur de son cursus, doit être amené le plus tôt possible à **réfléchir aux qualités opérationnelles visées par les Cursus en Ingénierie**, qui font leur originalité et qui justifient les enseignements, **leur lien à la recherche et aux AMS (cf. § 4), et aux compétences organisationnelles, sociales, environnementales et culturelles**. Ces qualités différencient l'ingénieur Figure d'un côté de « l'ingénieur manager » trop généraliste pour être innovant dans une spécialité et de l'autre de « l'ingénieur recettes » exécutant de haut niveau sans capacités suffisantes d'évolution. Expliciter cette figure vaut autant pour motiver les étudiants que pour assurer la cohérence de l'équipe pédagogique. L'esprit d'ouverture favorisé par les COSEC est un objectif à intégrer à l'ensemble des pédagogies. En effet, ils interviennent en prolongement et non en correction de l'acquisition du socle

scientifique. Ils ne constituent pas une discipline supplémentaire, mais un appui à la mise en œuvre en situation de travail collectif contraint, de l'ensemble des acquis scientifiques du cursus.

5.2. Organisation et mise en place

Les activités et enseignement d'OSEC font partie d'une démarche de professionnalisation qui permet aux étudiants de **construire progressivement leur future identité d'ingénieur scientifique innovant**. Elles renforcent leur autonomie personnelle qui est un manque majeur à la sortie du lycée, ce qui distingue nettement les Cursus en Ingénierie des classes préparatoires aux grandes écoles. Échelonnés sur les cinq années du cursus, ils représentent **20 % du temps total** (72 ECTS) répartis localement dans le respect des objectifs et du temps global fixés par le référentiel d'accréditation.

Le Réseau Figure® a un rôle propre dans l'échange et la mutualisation de bonnes pratiques et la constitution de ressources communes (bibliographies, syllabus, études de cas, MOOC, ...).

Pour la définition et le déroulement de ces enseignements et activités COSEC, trois points méritent d'être soulignés :

- l'importance d'**explicitier dès le recrutement, et de nouveau au début du cursus, la figure particulière de l'ingénieur Cursus en Ingénierie**, scientifique tourné vers l'innovation et acteur du changement. Ce sont ces compétences, vers lesquelles l'étudiant doit pouvoir se projeter, qui justifient ses efforts et sa formation liant enseignement et recherche, connaissances et expériences, et les COSEC.
- le **lien avec des pédagogies actives** (appropriation et pas seulement transmission), les projets et AMS comme occasions d'engagement de soi, de prise de risque et d'initiative développant la confiance en soi et l'apprentissage des contraintes du travail et de son caractère collectif. Les activités et enseignements des COSEC apportent des connaissances et des temps de réflexion qui permettent d'en prendre conscience, d'explicitier ces effets et donc de les ancrer dans des comportements et habitudes. Il est nécessaire de ce point de vue d'indiquer dans la composante COSEC ce qui est mené de façon spécifique, ce qui est partagé (la présentation des rapports en anglais ou la conduite de projets devant assurer leur propre équilibre économique par exemple), ce qui est confié à l'étudiant (par exemple l'autoévaluation dans la construction de son projet professionnel) et ce qui est délégué (par exemple au titre de la vie associative, occasion d'apprentissages essentiels).
- l'intérêt d'une **mutualisation des activités et enseignements des COSEC** entre les différents Cursus en Ingénierie d'une université pour constituer des groupes mixtes d'étudiants du point de vue des socles disciplinaires facilitant le questionnement et la distance par rapport à la spécialisation. L'intérêt aussi d'une masse critique permettant

des options plus larges, une vie étudiante plus soutenue et une identité commune faisant le pont entre les nouveaux et les anciens. Il est souhaitable pour cela d'avoir dans chaque université un responsable COSEC chargé de leur cohérence avec l'ensemble, de l'élaboration locale de la maquette COSEC, du choix et du suivi des enseignants et intervenants.

La composante COSEC s'organise autour de **trois axes** (environ 24 ECTS chacune) répondant à des dynamiques pédagogiques et des modes d'évaluation qui leur sont propres : la **maitrise des langues, du numérique et de l'IA** ; le **développement personnel** ; la **compréhension de l'entreprise** et de l'**environnement professionnel**.

5.3. Maitrise des langues, du numérique et de l'IA

Cet axe rassemble la maitrise de langages de base dont l'apprentissage peut être balisé et validé par une certification externe : l'**anglais** (certificat de compétences en langues de l'enseignement supérieur (CLES) niveau 2) et éventuellement une autre langue, le **français** (certificat Voltaire), et pour le **numérique** via une plateforme en ligne d'évaluation, de développement et de certification des compétences numériques (PIX), et de ses évolutions avec les outils de l'IA. La disparité des niveaux acquis par les étudiants dans ces domaines incite à une forte individualisation des efforts à fournir, avec souvent des **besoins de remise à niveau**.

5.3.1. Langue française

Elle reste très inégalement maîtrisée. Pourtant pas de rigueur dans la compréhension et l'échange sans précision et clarté d'expression³¹. C'est d'abord dans les disciplines du socle scientifique que l'exigence de maitrise du français doit être portée. La capacité à s'exprimer, argumenter et convaincre, par écrit comme par oral, s'acquiert mieux en situation aidée et doit donc être étroitement liée notamment aux AMS. Les étudiants dont les insuffisances doivent être repérées dès le début de leur parcours doivent être aidés en marge du cursus normal. La certification Voltaire, sans la généraliser, peut être utile pour en baliser le chemin.

5.3.2. Langue anglaise

L'ingénieur Figure doit pouvoir **communiquer, comprendre et s'exprimer avec aisance en anglais en situation d'interactions professionnelles et sociales**. C'est un prérequis indispensable, y compris pour des carrières françaises, auquel s'ajoute la maitrise d'une seconde langue dans la plupart des parcours à l'international.

³¹ "Hostinato rigore", "obstinée rigueur", était la devise Léonard de Vinci, fondateur de la figure de l'ingénieur.

C'est pourquoi l'obtention du label est conditionnée à l'**obtention du niveau B2 utilisateur indépendant-avancé** en anglais du cadre de référence européen en langue. Ce niveau est souhaité dès le L3 avec une revalidation et une visée de niveau C1 en fin de M2 (en cas contraire, un effort particulier doit être produit en début de M1). Le CLES niveau 2 est privilégié pédagogiquement pour baliser la progression des étudiants, sans exclure l'utilisation d'autres certifications plus utilisées par les entreprises dont le TOEIC pour lequel le niveau B2 correspond à un score minimum de 785.

L'apprentissage de l'anglais, outre les enseignements de spécialité, a également un objectif d'ouverture à différentes cultures et enjeux sociétaux. Il s'agit de **faire en et avec (et non de) l'anglais**. Une grande importance devra donc être accordée à l'utilisation de l'anglais dans les autres activités et enseignements des Coursus en Ingénierie. C'est souvent une occasion de coopération qui suscite des innovations au-delà des seuls enseignements d'anglais.

Quatre principes guident ces acquisitions :

- **l'individualisation des modes d'apprentissage** qui implique une évaluation de niveau en début de parcours et l'explicitation avec chaque étudiant de stratégies différenciées, puis une diversification des modes d'apprentissage, en face à face, en autonomie (tutoriels, lectures, visionnage de films et séries) et en activités collectives (groupes de niveaux, joutes oratoires, ...). Pour les étudiants très faibles, un effort supplémentaire devra être fait en amont. Il est souhaitable de privilégier la répartition en groupes de niveaux, ceux-ci pouvant être communs à plusieurs filières voire à plusieurs années.
- **l'articulation avec les autres enseignements et activités** : l'exposition à l'anglais doit venir de **sources multiples** et surtout être **régulière** et doit donc être utilisé ailleurs qu'en anglais, dans les autres enseignements, dans les projets et AMS, dans les événements associatifs. La réflexion sur la place de l'anglais au sein de l'équipe du Coursus en Ingénierie et la désignation d'un **coordinateur langues-cultures** est indispensable en la matière pour assurer la cohérence d'ensemble et le lien avec les enseignants de langue. Ces coordinateurs constitueront un réseau chargé de la mutualisation des bonnes pratiques et de la constitution de ressources communes (portfolio, MOOC, ressources documentaires).
- **l'importance de l'immersion** avec au moins trois mois de stage et une recommandation d'un total de six mois de présence à l'étranger pour les CMI et une forte incitation pour les CBI. Cela implique l'existence de services d'appui et d'un accompagnement dédié et une bonne coordination de tous autour de l'organisation des stages et des mobilités. Dans le même esprit il faut souligner le nécessaire développement de cours prodigués en anglais, et celle d'échanges directs avec des étrangers recrutés dans les Coursus en Ingénierie.

- un **mode d'évaluation des progressions** qui laisse une large place à l'autoévaluation et aux évaluations partagées avec d'autres activités. Pouvoir évaluer sa progression en situation d'usage (exposé, CV, projet, ...) et s'autocorriger donne confiance, soutient l'effort et encourage à prendre des risques, en anglais comme en français d'ailleurs.

Les **objectifs d'apprentissage** visent quatre piliers (production et compréhension, écrites et orales, en contexte interculturel). Les acquis obtenus devraient être validés dans le portfolio.

Les enseignements équivalent en moyenne à **2 ECTS par semestre**, sont accompagnés d'activités hors cursus (sociabilité, accueil d'étudiants étrangers, mobilités universitaires, stages en France et à l'étranger, culture et loisirs, etc.) tout aussi indispensables. L'**intégration de l'usage des langues au portfolio** permet aux étudiants de suivre leur progression au travers d'une diversité de modes d'apprentissage. Associé à un semestre de mobilité, il peut permettre de valider les UE CMI/CBI de façon indépendante de la formation support, le cas échéant sans imposer d'autres enseignements. 1-2 ECTS pourrait être associé à l'expression, 1-2 ECTS à la stratégie d'apprentissage langues-culture et au « retour » d'immersion et 2-4 ECTS à des productions COSEC et/ou spécialité du CMI/CBI.

La construction de parcours individualisés doit s'accompagner d'une **diversité des modes d'évaluation**, avec des dispenses pour certains et des contraintes supplémentaires pour d'autres. Ils peuvent être effectués par les enseignants en lien direct ou indirect avec un enseignement ou une activité spécifique, ou laisser place à l'autoévaluation et à l'évaluation participative (par exemple discutée entre étudiants).

5.3.3. Autres langues étrangères

La place réservée à la deuxième langue est au choix des Coursus en Ingénierie. Néanmoins elle est souhaitée pour les étudiants qui, validant le niveau B2 très rapidement au cours de leur cursus, pourront viser une certification supérieure en anglais ou rechercher une certification dans une seconde langue étrangère. Le stage à l'étranger peut contribuer à cet apprentissage.

5.3.4. Numérique et IA

La maîtrise des **usages du numérique** est apparue moins problématique, même si l'arrivée des IA génératives dans les années 2020 nécessite d'accroître la maîtrise de ces nouveaux outils en forte évolution. Après s'être numérisée, la société voit l'accès aux données et à l'information se complexifier, se densifier et s'accélérer avec l'IA; dans ce contexte, l'acquisition de connaissances sur les sciences et les technologies de l'informatique et de l'IA, et de compétences dans la manipulation des techniques et outils qui la sous-tendent devient aussi nécessaire que l'est un bagage mathématique minimal pour toute personne qui se destine à l'ingénierie. Les Coursus en Ingénierie ont donc naturellement vocation à proposer un contenu homogène pour ces connaissances et ces compétences, même s'il est nécessaire de l'adapter à la spécialité suivie. Les contours de ce socle en fonction des thématiques

majeures des CMI/CBI, en développant non seulement les questions de culture générale en informatique, IA et IA génératives, mais aussi d'analyse et de formalisation de problème à résoudre informatiquement, et de modélisation et simulation.

La certification des compétences, autrefois réalisée avec certification informatique et internet (C2i), passe dorénavant par la plateforme en ligne d'évaluation, de développement et de certification des compétences numériques, PIX. Les enseignements du numériques ont été décrits dans leur ensemble dans une partie précédente (cf. § 3).

5.4. Développement personnel

Les établissements mettent de plus en plus l'accent sur le développement personnel des étudiants, avec pour objectifs de les aider : à acquérir un niveau d'expression (élaboration de la pensée, formalisation des raisonnements) permettant de rédiger des articles, rapports, synthèses, mais aussi d'exposer, défendre et débattre leurs idées ; à se projeter dans l'avenir en élaborant progressivement leurs poursuites d'études et projets professionnels ; à enrichir leur culture générale (art, théâtre, disciplines littéraires et culturelles, etc.) pour les sensibiliser à la nécessité de réfléchir à leurs pratiques ; à développer un esprit critique pour proposer des solutions techniques en adéquation avec les préoccupations éthiques, environnementales, humaines et sociétales. Du fait de la diversité des enseignements possibles, chaque université, en fonction de sa culture et de sa stratégie pédagogique, peut privilégier des thèmes intégrateurs et des modes d'enseignement promouvant les valeurs qu'elle souhaite voir porter par ses formations et l'ensemble du corps professoral.

Plusieurs universités organisent des événements comme le stage d'intégration pour aider les étudiants débutants à prendre une posture active à l'égard de leur formation et pour créer un esprit de solidarité entre eux. Les étudiants, en retour, mettent l'accent sur le côté festif tout en prenant conscience d'un changement, d'une ambiance d'activité productive, d'autonomie et de collectif. L'intérêt est également d'insister sur l'importance d'une *vie étudiante associative* dynamique tant pour le plaisir d'activités partagées que pour l'entraide et le soutien scolaire ou la réalisation d'actions humanitaires. Ce qui est fait pour soi, avec et pour les autres à un tout autre sens que ce qui est fait pour le professeur et l'examen. C'est là un apprentissage de l'autonomie, de l'initiative, de l'entraide et du travail collectif qu'aucun cours ne peut enseigner.

5.4.1. Compétences transversales

Il est indispensable de traiter le sujet des **comportements et développement personnel** en tant que tel, tant les **qualités personnelles des étudiants** et futurs salariés **jouent un rôle crucial** dans les **processus de recrutement** et de **coopération une fois au travail**. Pour autant la confiance en soi, la curiosité, la créativité, ..., essentielles en la matière, ne s'enseignent pas,

elles s'acquièrent à l'occasion d'épreuves que l'enseignement a la charge d'organiser et répartir dans l'ensemble du cursus (cours, stages, projets, contact avec les laboratoires, ...).

C'est l'objectif de pédagogies visant l'acquisition de compétences, notion qui renvoie à la mobilisation de connaissances, de capacités de faire, et surtout à une façon de « faire face » de façon autonome aux situations, avec les moyens dont on dispose et avec ceux qu'il faut aller chercher. Il y a en effet quelque chose de plus dans la notion de compétence que dans celle de capacité, la prise d'initiative et de responsabilité de faire sans avoir besoin d'être commandé à chaque pas. La validation d'une compétence suppose ainsi que soit nommées les épreuves significatives permettant de l'évaluer dans un contexte donné et les conditions de son acquisition (enseignement, AMS, stages, expérience, parcours, ...).

Les « **compétences transversales** » concernent d'une part des **compétences cognitives** (synthétiser, proposer des solutions complexes, ...) étroitement liés à l'acquisition structurée des savoirs disciplinaires et de l'autre des **compétences relationnelles** qui doivent être traitées de façon spécifique.

Concernant ces dernières, les attentes des employeurs en matière de comportements, souvent exprimées sous forme d'injonctions ou de « savoir-être » s'ajoutant plus que s'intégrant aux façons d'agir, ne constituent pas en soi des contenus de formation. Il est très important de ne pas se contenter d'énoncer des valeurs, mais de permettre à l'étudiant d'en éprouver la pertinence en situation et d'en réfléchir la validité dans des contextes d'action spécifiques. Là, à nouveau, peut s'exprimer l'originalité des CMI par rapport aux modes scolaires en refusant de dissocier dans les pédagogies le savoir, le faire et les comportements.

Il s'agit en la matière moins de bâtir une maquette d'enseignements que d'**outiller des épreuves** où l'étudiant est particulièrement exposé individuellement (de la rédaction d'un CV et d'un exposé oral à la responsabilité, avec des temps et des moyens contraints, de conduire un projet ou d'assumer sa part dans un projet collectif, etc.) et de baliser des étapes en explicitant les compétences devant être validées à ces occasions (par la réussite d'épreuves significatives).

Là plus qu'ailleurs prend sens une **autoévaluation de sa progression par l'étudiant**, proposée par lui et validée par des enseignants ou d'autres étudiants. L'intérêt pour l'étudiant d'**utiliser tout au long de son parcours, voire au-delà, un portfolio** (cf. § 2.4.2) est double en la matière : d'une part acquisition de distance et d'autocritique essentielle dans toute démarche scientifique comme professionnelle, d'autre part guide permettant de cibler son effort. Le portfolio (portefeuille d'expériences et de compétences ou autre), souvent présenté mais peu suivi, devrait être un élément central d'individualisation des parcours et d'autonomie dans l'apprentissage.

Le portfolio est également un support d'une professionnalisation progressive, accompagnant l'élaboration du **projet personnel et professionnel**, incitant l'étudiant à se positionner par rapport à son futur en explorant progressivement ses goûts et repérant les points sur lesquels il lui faut concentrer ses efforts, plutôt que ne garder que ce qu'il aime ou ce qui lui réussit.

Les qualités personnelles plus particulièrement visées par les COSEC sont décrites à partir de **trois objectifs pédagogiques** qui correspondent à trois phases d'une dynamique de professionnalisation d'un étudiant autonome, acteur et non exécutant de son parcours, agissant dans un environnement complexe, et contributeur engagé dans un collectif :

- **agir de façon autonome et prendre des initiatives :**
 - o s'organiser, avoir des méthodes de travail (le métier d'étudiant), de la documentation à la gestion de son temps ;
 - o s'exprimer et communiquer de façon concise et précise, capacité de synthèse et d'argumentation en fonction d'une diversité d'interlocuteurs ;
 - o se présenter de façon pertinente, rédaction d'un CV, tenue, respect de règles éthiques, déontologiques ;
 - o prendre des initiative et se risquer à faire des propositions, s'initier à l'entrepreneuriat ;
 - o s'autoévaluer (portfolio) et préparer son projet professionnel ;
- **s'ouvrir à la diversité, des façons d'agir, des cultures, des environnements :**
 - o décrire des différences de comportements, de culture, genre, métiers, etc. comme pouvant être également légitimes et non comme écarts à une norme ;
 - o analyser des situations de changement, les raisons de conflits et l'élaboration de compromis ;
 - o faire preuve d'écoute et développer des pratiques de négociation et délégation, s'initier aux méthodes de management d'équipe ;
 - o situer l'importance de différentes formes d'innovation dans la construction de solutions, aborder les méthodes de créativité (méta-plan, brainstorming...) ;
- **coopérer, se situer dans des interactions :**
 - o décrire une organisation : ses objectifs, le partage de responsabilités, les liens hiérarchiques et professionnels, les tensions existantes,... et situer sa position ;
 - o situer les enjeux d'évolution d'une situation complexe, définir des objectifs prenant en compte des attentes diverses (importance de diagnostic, méthode Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT),...) ;
 - o faire partager ces objectifs et aller en chercher les ressources, mettre en place un suivi et s'initier aux méthodes de gestion de projet.

Les compétences relevant du premier objectif devront avoir été validées en fin de L3 en lien avec les AMS et stages, pour le second en L3-M1-M2, alors que pour le dernier essentiellement en M1-M2.

5.4.2. Appropriation des compétences transversales

Ces compétences transversales ne s'acquièrent pas en direct. Pour qu'elles soient appropriées, l'étudiant doit en avoir identifié la spécificité et ressenti l'utilité. Il faut donc être dans l'accompagnement que dans la prescription et surtout en choisir le moment propice :

- **donner à l'entrée, et tout au long du cursus, un rôle actif aux étudiants ;**

Pour que l'étudiant devienne acteur de son apprentissage et qu'une pédagogie active soit possible, il faut instaurer une coupure, voire provoquer un choc presque identitaire, qui amène le lycéen qu'il était à se repositionner et à concevoir ses études comme le début de sa vie professionnelle. Le premier temps en est le nécessaire entretien de recrutement dans le CMI où se noue un quasi-contrat entre l'étudiant et l'équipe pédagogique. Le second, en tout début de cursus, celui de journées d'intégration (d'un week-end à quelquefois une semaine) où l'étudiant est amené à jouer collectif et à se poser en producteur, créateur, responsable, etc. Le troisième, tout au long du cursus, fait **appel aux étudiants comme co-constructeurs des CMI** (vie associative, entraide, valorisation dans les lycées, salons et journées portes ouvertes), participant à l'évaluation et à l'évolution des formations (dans un apprentissage actif les étudiants contribuent aussi aux contenus et à l'enrichissement des enseignements), **et aussi force** d'investigation renforçant les liens d'un laboratoire avec son environnement (notamment les petites et moyennes entreprises vues comme lieu d'exploration et non seulement d'application). Une vie étudiante associative dynamique, pour le plaisir, l'entraide ou la réalisation d'actions humanitaires ou tournées vers des enjeux de société, est un apprentissage du collectif plus fort qu'aucun cours. Ce qui est fait pour soi, avec et pour les autres, a un tout autre effet que ce qui est fait pour soi seul et l'examen.

- **articuler les apports COSEC aux stages et AMS ;**

Les **compétences relationnelles et organisationnelles s'acquièrent de façon itérative en situation**, à condition de susciter des **occasions de prise de distance, de discussion et de réflexion sur ses pratiques**.

Elles se développent donc le plus efficacement autour des projets et stages, plongées dans le monde réel. C'est en les préparant et en tirant le bilan de sa participation que les apports COSEC prennent sens comme moyens de s'orienter dans des mondes complexes et comme occasion de se tester en vraie grandeur (utilité pour cela de disposer de fiches pédagogiques et grilles d'analyses). Le stage d'immersion en fin de L1 (cf. § 4.4.1) lié aux thèmes du CMI, nécessitant à la fois de se renseigner en amont, de formuler ce que l'on souhaite, de se présenter de façon convaincante, de comprendre un nouvel environnement et ce que l'on peut y apporter, est un moment particulièrement important qui constitue souvent un

tournant dans l'attitude des étudiants. Il faut encore insister sur l'importance des autoévaluations et des temps collectifs de bilan pour expliciter les acquis, les rendre ainsi conscients et durablement ancrés dans des comportements. Ces pratiques de réflexion, individuelle et collective, sont en outre au cœur d'une future responsabilité de cadres, car au cœur du fonctionnement d'organisations coopératives, réactives et capables de s'améliorer en continu.

- **proposer des évènements et temps d'exception ;**

Les ingénieurs, dit-on, manquent de culture, sans vouloir rattraper tout ce que le lycée n'a pas su apporter, il est possible de susciter le goût et la découverte d'un rapport autre que scolaire à la création artistique et culturelle, voire scientifique et technique, par l'organisation, en parallèle du cursus, de temps forts de confrontation, voire de travail, avec des artistes, comme avec de grands scientifiques ou professionnels ayant marqué l'évolution de leur domaine.

Les étudiants doivent avoir été confrontés aux **grandes controverses scientifiques, éthiques et sociétales** dans lesquelles ils se trouveront engagés. Il est souhaitable qu'ils puissent participer à des conférences et débats, voire organiser des controverses sur des thématiques de société. La participation de professionnels ainsi que les partenariats avec des associations locales peut être particulièrement féconde pour les développer.

- **graduer la progression tout au long du parcours licence-master.**

La répartition des apports COSEC privilégie la constitution d'autonomie et la compréhension d'une activité professionnelle en licence, et vient en appui de la réalisation de projets spécialisés en master. Les raisons d'apports théoriques doivent à chaque fois être reliées à la consolidation d'un projet professionnel. Il faut encore insister sur l'importance des temps d'échanges et discussions favorisant l'implication et la prise de distance, ainsi que sur celle des temps extra-scolaires : dépasser des attitudes trop narcissiques, se laisser envahir par des goûts nouveaux, surmonter la peur de se montrer, ... vient souvent plus facilement en se mêlant à une bande ou en faisant du théâtre.

5.5. Compréhension de l'entreprise et de l'environnement professionnel

5.5.1. Action et implication de l'étudiant

Pour exercer ses qualités, le futur ingénieur doit disposer des vocabulaires, langages, outils qui permettent aux acteurs des mondes professionnels de s'entendre et interagir. Il doit disposer, en appui à son action, de connaissances utiles lui permettant de se repérer et d'échanger au-delà des seules dimensions techniques de ses actions.

Une **première difficulté** est de les apporter comme une **ressource d'action** et de ne pas les traiter comme un enseignement ou une discipline complémentaire, vécue comme une surcharge. Pour qu'elles soient appropriées, l'étudiant doit en avoir ressenti l'**utilité**, la confrontation avec des professionnels doit donc intervenir au plus tôt dans la formation. Il

importe ensuite de réfléchir à la fois à la liste de ces connaissances, au moment de les acquérir (on les mémorise mieux quand on en a besoin, en préparant, pendant ou après un stage) et à la façon de les acquérir (en cours, en auto formation, en rattrapage à la demande ou en discussions avec des professionnels). La liste ne peut en être exhaustive et évolue en permanence, il faut donc privilégier une connaissance suffisante des vocabulaires de base et des outils spécifiques et donner les moyens de les approfondir quand on en a besoin. Ici les formes de **pédagogies inversées** prennent tout leur sens, c'est au fur et à mesure des allers et retours avec l'expérience que vient l'intérêt. Elles supposent par contre, outre une disponibilité des enseignants et professionnels mobilisés, un accès à des savoirs formalisés qui n'est que très partiellement réalisé et pourrait être construit et mutualisé au sein du Réseau (bibliographies, études de cas, MOOC, intervenants, ...).

Une **seconde difficulté** est de ne pas se défaire, comme le font trop d'écoles, sur la transmission de recettes simplistes réduisant l'humain et le social à du calcul et le management à de la simple gestion, voire à de la manipulation : plus les environnements sont complexes et plus est recherchée une implication autonome des salariés, moins ces techniques s'avèrent réalistes. Faire avec la part d'imprévisibilité des individus et des groupes, nécessite de supporter les tensions et permet d'autant mieux de comprendre l'importance des confrontations et du dialogue dans la performance des organisations. C'est à quoi s'emploient les sciences sociales, à condition comme pour les autres sciences, d'y voir un savoir en construction. C'est aussi un rôle des Cours en Ingénierie que d'y **impliquer les étudiants comme producteurs de connaissances** à partir de leurs expériences et de leurs terrains d'investigation qui ne sont pas que d'application.

Ce qui importe est que l'étudiant connaisse les vocabulaires, règles de droit et outils de gestion utilisés, non de façon exhaustive, mais de façon suffisante pour les trouver lorsque nécessaire, et d'autre part qu'il comprenne les logiques et les dynamiques à l'œuvre entre acteurs. Pour cela cette composante sera structurée autour de quatre domaines, l'un constituant une introduction générale et trois mettant l'accent sur des fonctions spécialisées structurées autour de la compréhension de la fonction, ses outils, les formes de management et la conduite de politiques spécifiques : **l'organisation et la vie des entreprises, grandes et petites** ; les **ressources humaines** (RH) et **l'emploi** ; les **ressources financières de et dans l'entreprise** ; les **ressources technologiques** et la **veille technologique**. Leur contenu propre en fait un atout indispensable vis-à-vis de futurs employeurs.

5.5.2. Organisation et vie des entreprises, grandes et petites

L'entreprise, dans ses deux sens d'institution et de projet, doit pouvoir être saisie comme une entité vivante complexe, à la fois société d'actionnaires, organisation hiérarchisée autour de l'employeur, collectivité de travail, etc. Il importe d'entrée d'en découvrir la dynamique propre, la variété des formes (taille, histoire, modes d'organisation, réseaux, formes

d'alliances et de dépendance) ainsi que l'extraordinaire plasticité et capacité d'innovation, les entreprises étant elles-mêmes en pleine évolution.

- **L'entreprise, ses finalités, ses fonctions et leurs articulations** : introduction à la stratégie d'entreprise (dedans dehors). Les différents types d'entreprises, leurs modes d'organisation et leurs principales formes juridiques. L'entreprise, ses parties prenantes et son encadrement égal, les pouvoirs et responsabilités de chacun.
- **L'entreprise dans son contexte socio-économique** : l'étude et la construction d'un marché (marketing), les relations avec les fournisseurs, la veille économique, les paramètres géopolitiques qui les influencent, les tendances lourdes telles que le développement durable, la responsabilité sociétale des entreprises (RSE), le numérique, etc.
- La **connaissance des métiers experts du secteur** qui constituent les emplois particulièrement visés par chaque CMI/CBI.
- **L'innovation et l'entrepreneuriat** (lien avec le réseau pôles étudiants pour l'innovation, le transfert et l'entrepreneuriat (PEPITE) qui regroupe les pôles étudiants pour l'innovation, le transfert et l'entrepreneuriat, où les étudiants et les jeunes diplômés viennent concrétiser leurs projets de création d'entreprise), de l'innovation interne à la création de start-up (gestion de projet et modèles d'affaires).

5.5.3. Ressources humaines et emploi

La **fonction ressources humaines** (ressource du latin *ressurgere* = ressurgir, ce qui permet de s'en sortir et mieux encore d'y arriver) est une fonction partagée entre les services RH et tous les cadres de l'entreprise responsables du management de leurs équipes. Son rôle essentiel : la disponibilité et la mobilisation des ressources qui appartiennent à chaque salarié nécessitant d'articuler du collectif et de l'individuel, de l'organisation du travail et des perspectives d'évolution d'emploi. Les étudiants doivent être incités à analyser la diversité des catégories de personnels mobilisés (rôle, qualification, type de contrat, formation, sexe, âge), et des formes d'organisation ainsi que la distance entre organisation formelle et réelle, entre travail prescrit et activités réalisées.

- Les **règles, outils et procédures** : le droit du travail, les conventions collectives et accords d'entreprises ; les règles collectives encadrant les recrutements, les rémunérations, le temps de travail, la formation et l'évolution professionnelle, la sécurité et qualité de vie au travail, les mobilités et licenciements, etc. ; le dialogue social institutionnel, le rôle des syndicats et des instances de concertation et négociation ; le dialogue au travail, expression et écoute des salariés, fixation des missions, évaluation de l'activité, gestion de l'évolution des individus,...
- Les **actions et politiques** : comme futur ingénieur, l'étudiant doit pouvoir se situer progressivement dans un triple rôle : salarié parmi d'autres ayant ses attentes et

intérêts propres au sein d'un collectif, délégataire et solidaire d'une direction dont il peut chercher à influencer les décisions, responsable hiérarchique vis-à-vis des salariés mis sous son autorité. Il se trouve ainsi directement impliqué dans la mise en œuvre de politiques d'entreprises, dans sa façon de travailler et dans celle d'organiser le travail des autres. Il lui faut pour cela comprendre des jeux d'acteurs, gérer des différences et divergences de rationalités et de légitimités, construire des relations professionnelles finalisées par le travail, ce qui ne nécessite pas que tout le monde s'aime mais que chacun y prenne sa part.

5.5.4. Ressources financières de et dans l'entreprise

La **fonction financière**, établissant une sorte de double monétarisation du fonctionnement de l'entreprise, est la garante des moyens de sa stratégie. Le triple rôle de la direction administrative et financière : le contrôle comptable de l'utilisation des ressources, qu'elles soient matérielles, humaines, immobilières, ou même immatérielles ; la préparation des décisions en matière d'allocation ; la recherche de financements et investissements nouveaux.

C'est une fonction étroitement liée à la direction, servant souvent de filtre ou de porte d'entrée pour s'en faire entendre. L'ingénieur doit donc, ne serait-ce que pour poursuivre et faire évoluer son activité, en connaître les langages et les concepts et en comprendre les logiques, notamment ce qui concernent :

- les **états financiers, données et principes comptables** : création de valeur, tableau des soldes intermédiaires de gestion, tableaux de financement, quelques ratios, gestion du besoin en fonds de roulement (BFR), budget, trésorerie, résultats, marges, etc. ;
- les **politiques de financement et d'investissement** : sources et choix de financement, finance entrepreneuriale, financement de l'innovation, modélisation financière des cycles du développement de l'entreprise, types d'investissement, choix d'investissement, flux de trésorerie (y compris en univers incertain), etc.

5.5.5. Ressources et veille technologique

L'entreprise moderne s'est constituée sur la maîtrise d'une technologie, l'entrepreneur qui était depuis le moyen âge un commerçant a laissé place à l'ingénieur dans le courant du XIX^{ème} siècle. Depuis le milieu du XX^{ème} siècle et plus encore aujourd'hui, les technologies évoluent plus vite (extrêmement vite comme les technologies de l'IA) et surtout sont devenues largement partageables qu'il s'agisse de copie ou d'achat de brevet. Celles-ci commandent la capacité d'innovation et de développement de l'entreprise, il faut donc les gérer comme un patrimoine spécifique.

La **fonction de management du patrimoine technologique** est encore en émergence et souvent dispersée au sein d'une entreprise. Elle désigne les actions nécessaires pour

préserver, entretenir et protéger les ressources technologiques de l'entreprise et leurs conditions d'utilisation, ainsi que les faire évoluer et en acquérir de nouvelles.

- Les **concepts et outils** : l'**identification** et la formalisation des ressources de l'entreprise, ses savoir-faire, connaissances scientifiques et techniques et compétences internes, ses spécificités techniques, son portefeuille de brevets ; la **protection des ressources**, la confidentialité, la propriété intellectuelle, les brevets, enveloppes Soleau et licences, la sécurisation des systèmes d'information et la protection des marques ; les **cadres juridiques** différents selon les zones géographiques (États-Unis, Union Européenne, Japon, Chine, etc.) et l'Organisation mondiale du commerce (OMC), etc. ; la **veille technologique**, les bases de données, l'Institut national de la propriété industrielle (INPI), l'Office européen des brevets (OEB), etc.
- Les **stratégies internes et externes** : leur enrichissement par la recherche, développement et innovation (RDI), la formation continue, le choix entre l'interne et le partenariat, croissance externe, syndrome Not Invented Here (NIH),
- La **gestion de l'innovation** et le **management des ressources technologiques** : leur optimisation globale, le financement de l'innovation (le crédit d'impôt recherche (CIR), les appels à projet, etc.).

6. Gouvernance au niveau local

6.1. Pilotage central en lien avec le local

La gouvernance du Réseau Figure® repose sur une organisation au niveau national complétée par une organisation au niveau local, au sein de chaque établissement. Cette gouvernance est organisée afin d'apporter un support au développement des CMI/CBI, à leur inscription durable dans le paysage universitaire français de haut niveau, à la dynamique des formations et à la promotion d'une image rendant ces cursus attractifs pour les étudiants et lisibles pour les employeurs. Ce travail coopératif a plusieurs niveaux garantissant la pérennité des choix stratégiques qui sont de ces cursus : cohérence globale de la formation ; lien fort avec la recherche et l'innovation ; pertinence des qualifications par rapport aux besoins des entreprises, des sociétés ; valorisation de l'ouverture à l'interculturel et à l'international.

Au niveau national (cf. O.R. blanc), le bureau coordonne l'ensemble des missions et actions relatives au Réseau et prend toutes les décisions nécessaires à la mise en œuvre des orientations stratégiques adoptées par l'Assemblée générale représentative des établissements membres. Les orientations stratégiques contribuent, en premier lieu, à construire l'originalité des cursus en ingénierie, à garantir leur qualité et à les positionner en complément des cursus déjà existants afin de répondre à la diversité des besoins des entreprises en matière de recrutement d'ingénieur. Et permettent, en deuxième lieu, de modéliser une vision prospective des besoins et des objectifs de formation ; et de favoriser l'établissement de liens nouveaux entre le Réseau, des grands groupes industriels et des clusters d'entreprises.

Pour conduire ses actions, le bureau s'appuie sur des chargés de mission, des groupes thématiques, de groupe de travail et des comités dont il transforme les recommandations en propositions concrètes. Ainsi, il a recours à un Comité d'accréditation, et des comités d'évaluation composés d'experts indépendants pour mettre en place ses processus d'accréditation et d'évaluation (cf. O.R. rose).

Le lien entre le pilotage central du Réseau et les établissements membres intervient tout au long de la vie des Cursus en Ingénierie : de l'accompagnement pour le dossier de dépôt d'accréditation au fonctionnement après la sélection. Le Réseau assure la bonne tenue du processus d'accréditation, conseille sur le développement des cursus, met à disposition des documents et bonnes pratiques, organise des rencontres entre responsables de cursus basés sur un même socle disciplinaire, etc. Réciproquement, les réflexions et orientations de

l'Assemblée générale sont alimentées par une participation active de chaque établissement membres aux groupes thématiques et spécialisés et aux comités.

Les groupes thématiques et les groupes de travail évoluent en fonction des besoins du Réseau³². Ils s'appuient sur la politique des universités, et celles-ci restent maîtres de la gestion du recrutement des étudiants, des mobilités et du choix de leurs partenaires (entreprises, universités internationales, etc.). Ils sont composés d'enseignants-chercheurs/ingénieurs pédagogiques des établissements membres, et en fonction des besoins de personnalités extérieures (représentants du monde socio-économiques, etc.).

En termes d'exemples, peuvent être sollicités, un **groupe relations internationales** pour favoriser la mobilité étudiante entrante et sortante des étudiants, développer l'internationalisation des cursus en ingénierie et servir de relais institutionnel et opérationnel entre la stratégie d'ouverture à l'international du Réseau et les stratégies de chaque établissement ; un **groupe formation-recherche-entreprise ou relations entreprises** pour aider à coordonner la mise en place du conseil de perfectionnement tripartite des Cursus en Ingénierie, favoriser le développement des AMS et d'actions stratégiques, vecteurs d'interactions entre les CMI/CBI d'une université et le tissu socio-économique local ; un **groupe pédagogie/Cursus** pour assurer l'animation pédagogique du Réseau et coordonner l'adaptation continue des contenus et des pratiques (évaluation des enseignements, avis des conseils de perfectionnement, modalités de progression d'un étudiant d'attribution du label, procédures d'entrée/sortie, projets/stages, alignement acquis / (auto)évaluation / pédagogie dans lequel la pédagogie par projets et l'apprentissage par problèmes constituent des éléments majeurs...) à partir de l'analyse des bonnes pratiques, innovations pédagogiques, des questionnements des responsables pédagogiques, de l'évolution des métiers ; un **groupe COSEC**, etc. Ou encore des **groupes correspondant à un domaine de formation**³³ particulier, pour définir un référentiel d'acquis d'apprentissage par thématique avec un positionnement de la thématique, des secteurs d'activités, voire les métiers, correspondant à la thématique, les compétences attendues et les quatre composantes dans le parcours licence-master d'un CMI/CBI de la thématique.

Au niveau local, le pilotage des formations sur site repose sur une structure de pilotage et de coordination non dérogatoire, dont la mise en œuvre tient compte du contexte local.

³² Anciennement nommés pour certains « commissions », ces groupes ont effectué un travail très important pour le développement du Réseau entre 2012 et 2019 et ont été le reflet de la dynamique active et de coopération du Réseau avec un investissement de chaque établissement à la construction du dispositif global.

³³ Au 1 janvier 2020, le Réseau organise ses cursus au sein de 18 domaines de formation : biotechnologies ; chimie ; édition et multimédias ; électronique, énergie, électrotechnique, automatique (EEA) ; économie et finance ; énergie ; environnement ; génie civil ; géographie et aménagement ; géosciences ; information et communication ; informatique ; mathématiques ; mathématiques et informatique ; mécanique ; physique ; sciences et génie des matériaux ; tourisme et patrimoine.

6.2. Structure de coordination et de pilotage inter-CMI/CBI³⁴

6.2.1. Composition et rôle

Afin de développer la dynamique des CMI/CBI au niveau local et de permettre l'application du principe de subsidiarité à des questions relevant de compétences partagées avec le niveau national, le Réseau Figure® propose aux universités de mettre en place sur leur site un modèle d'organisation appuyée par une structure de pilotage et de coordination inter-CMI/CBI, plus communément nommée structure inter CMI/CBI ou structure inter-Cursus en Ingénierie. La mise en place peut se faire progressivement suivant le rythme le mieux adapté au contexte du site.

Les objectifs de cette structure sont : de relayer la dynamique nationale au niveau local, d'assurer la qualité des programmes CMI/CBI conformément aux exigences du Réseau Figure® et du label EUR-ACE®, de développer la synergie formation-recherche-entreprise, de promouvoir le CMI/CBI et contribuer à la diffusion des bonnes pratiques sur le site.

Dans le cas le plus général, la structure inter-CMI/CBI répond à un modèle de confédération des composantes du site qui proposent le CMI/CBI. Elle agit par délégation de ses membres qui conservent à leur niveau la gestion des ressources humaines et financières (structure non dérogatoire). Ses missions concernent les aspects suivants de la formation : **déploiement du référentiel de formation** (composantes de formation, socle disciplinaire, COSEC et certifications, mobilité internationale, AMS, conseil de perfectionnement, modalités d'admission, règles de progression dans le cursus et labélisation) ; **développement des spécificités du CMI/CBI** (référentiel de compétences, alignement du programme et de ses éléments pédagogiques, pédagogie renouvelée, évaluation participative, étudiant acteur de son parcours et de sa formation, lien avec la recherche, esprit créatif et innovant) ; **communication interne et externe** ; **accueil et suivi des étudiants tout au long du cursus** (intégration, activités extra et esprit de promotion, association des étudiants, conditions de déroulement de la formation, évaluations par les étudiants) ; **suivi des indicateurs avec l'aide d'outils numériques communs** (admission, pendant le cursus, insertion professionnelle) ; **gestion d'un budget dédié** ; **gestion de la qualité des programmes** conformément aux exigences du Réseau Figure® et du label EUR-ACE®.

Cela implique la mobilisation d'un ensemble d'acteurs qui comprend a minima : un responsable de la structure inter-CMI/CBI, légitimé par la base³⁵ ; les responsables CMI/CBI ;

³⁴ Réflexions issues d'un groupe de travail sur la structure de pilotage et de coordination inter-CMI, qui a réuni les représentants des universités de Cergy (J.-L. Bourdon), Franche-Comté (M. Jacquot), Lille (O. Vanbesien), Montpellier (T. Bretagnon), Poitiers (A.-M. Poussard) et Toulouse 3 (J.-C. Pascal).

³⁵ À noter que le responsable de la structure de pilotage et de coordination sur site peut être le représentant du membre titulaire à l'Assemblée générale représentative des établissements membres du Réseau Figure®. C'est d'ailleurs souvent le cas.

un référent COSEC (cf. § 6.2.3), en charge de son déploiement au sein des CMI/CBI ; un support administratif. Pour un certain nombre de points liés à la pédagogie et au respect du référentiel de formation, le responsable de la structure inter-CMI/CBI peut s'appuyer sur un directeur des études CMI/CBI. Il peut également désigner d'autres référents lorsque la dynamique nationale le justifie. Ce peut être le cas, par exemple, pour la communication, les relations internationales ou les relations avec l'entreprise.

6.2.2. Organes de décision

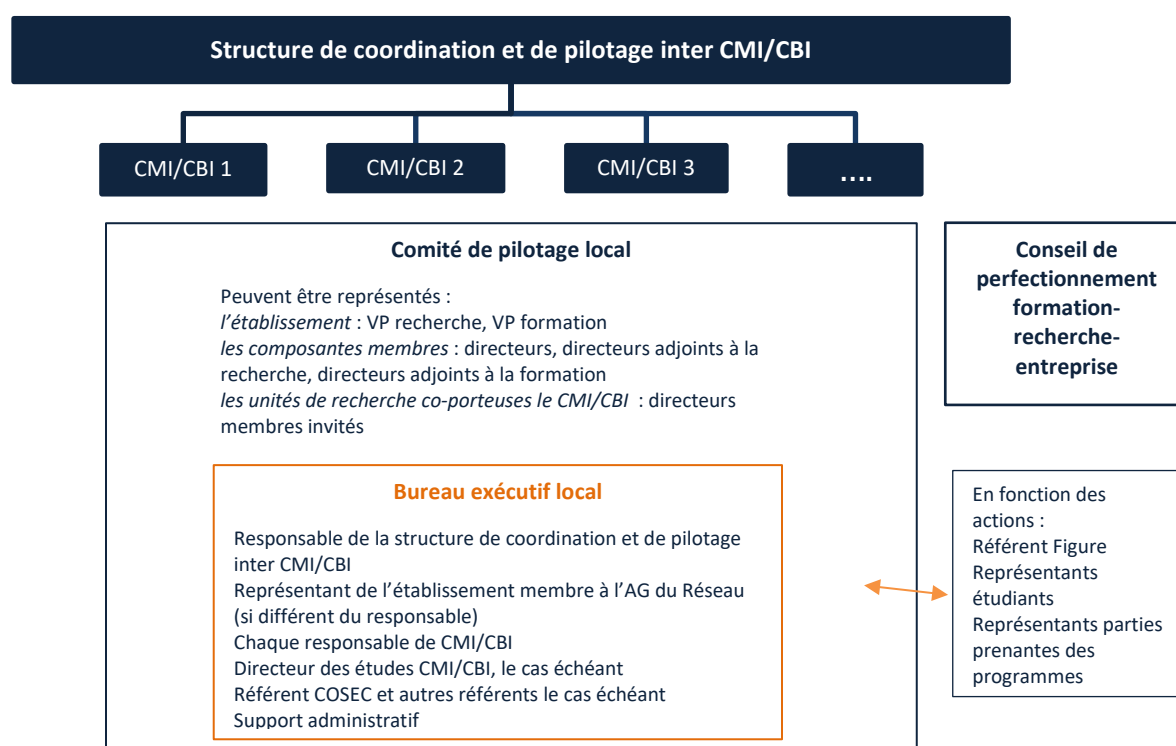


Figure 4 : Structure de coordination et de pilotage inter CMI/CBI

La structure inter-CMI/CBI (cf. figure 4) est gouvernée par un **comité de pilotage** (Copil) au sein duquel peuvent être représentés : l'établissement (vice-président recherche, vice-président formation), les composantes membres (directeurs, directeurs adjoints à la recherche, directeurs adjoints à la formation), les unités de recherche qui co-portent le CMI/CBI (directeurs) et les acteurs que sont le responsable de la structure inter-CMI/CBI, les responsables CMI/CBI, et le cas échéant : le directeur des études CMI/CBI, le référent COSEC et autres référents, le représentant de l'établissement membre à l'AG du Réseau. Des membres invités peuvent assister au Copil sans voix délibérative.

Le Copil se réunit au moins deux fois par an en séance ordinaire. Ses attributions sont les suivantes : élire le responsable de la structure inter-CMI/CBI, émettre un avis décisionnaire

sur la liste des invités permanents proposés par le responsable de la structure inter-CMI/CBI, proposer un schéma stratégique de développement des CMI/CBI de l'établissement, valider le plan d'action annuel proposé par le responsable de la structure inter-CMI/CBI et suivre son exécution.

Le Copil est doté d'un **bureau exécutif** qui administre l'organisation sur site et met en œuvre les orientations stratégiques définies aux niveaux local et national. Il est dirigé par le responsable de la structure inter-CMI/CBI, secondé par le représentant du membre titulaire à l'Assemblée générale représentative des établissements membres du Réseau Figure® (si celui-ci est une personne différente) et composé, a minima, des acteurs que sont les responsables CMI/CBI, le directeur des études CMI le cas échéant, le référent COSEC et autres référents le cas échéant. Le bureau se réunit autant que de besoin à la demande du responsable de la structure et coordonne l'ensemble des actions concernant les CMI/CBI du site.

Le bureau exécutif développe ses actions en lien avec les deux champs suivants, qu'il peut déléguer en créant des comités spécifiques si besoin :

- l'**orientation stratégique**, soit orienter la stratégie au niveau local au regard des politiques de site en matière de recherche, de formation et de valorisation ainsi que de l'environnement socio-économique et du développement des systèmes territoriaux d'innovation., représenté par les entreprises, les pôles de compétitivité, les branches professionnelles, les collectivités territoriales, etc. ; pour ce champ d'actions, le bureau exécutif peut s'appuyer sur des représentants de l'établissement et du monde socio-économique (entreprises, pôles de compétitivité, branches professionnelles, collectivités locales, ...) ;
- l'**évaluation et le suivi**, soit mettre en place et gérer le processus d'assurance qualité des programmes CMI de l'établissement, conformément aux exigences du Réseau Figure® et du label EUR-ACE®, ce qui inclut : l'assistance aux entités responsables de CMI/CBI dans le processus d'autoévaluation et d'élaboration de leur plan d'action, le suivi des plans d'action des CMI/CBI de l'établissement, l'organisation sur site des évaluations par des experts externes dans les phases de suivi et d'accréditation, l'aide à la décision pour ce qui concerne l'évolution des CMI/CBI de l'établissement ; pour ce champ d'actions, le bureau exécutif peut s'appuyer sur l'aide du référent Figure et des personnes concernées, notamment des représentants des étudiants et autres parties prenantes des programmes.

Le bureau peut également travailler avec un **conseil de perfectionnement tripartite** (formation-recherche-entreprise), l'investir dans la formation et potentiellement l'impliquer dans l'attribution des labels. Ce conseil peut être composé d'industriels, d'enseignants, représentants étudiants. C'est un moyen d'investir des industriels dans la formation et de renforcer les liens avec le tissu socio-économique, en écoutant les besoins, en faisant évoluer la formation en fonction, mais également en conservant une intégrité universitaire.

Les établissements membres peuvent utiliser la proposition de statuts (cf. annexe 5) pour écrire le fonctionnement de leur structure de coordination et de pilotage inter CMI/CBI, qui est laissé libre à l'appréciation et à la spécificité de l'environnement.

6.2.3. Référent COSEC³⁶

Les responsables inter-CMI/CBI ont la charge de choisir un référent OSEC pertinent, **véritable ressource pour le déploiement du référentiel**, qui saura en s'adaptant au contexte local, mettre l'accent sur des pédagogies dites innovantes et sur des profils d'expériences professionnelles pluriels.

Au sein de l'équipe pédagogique inter-CMI/CBI, le référent OSEC est **l'interlocuteur du Réseau Figure® pour la composante COSEC**. Il anime la construction, la déclinaison locale et le déploiement de la partie concernant les COSEC (cf. § 5) du référentiel au sein son université ; impulse des initiatives favorisant l'innovation pédagogique, et la mise en place de situations d'apprentissage donnant à l'étudiant l'occasion d'être acteur de son parcours de formation.

Ses **missions** sont ainsi, de venir en appui de l'équipe pédagogique CMI/CBI et des enseignants intervenants, en constituant une ressource pour la mise en place du référentiel COSEC et ses évolutions (outils, intervenants, partenaires) ; d'animer la déclinaison locale du référentiel et de **coordonner l'ingénierie pédagogique** de ce volet de la formation, en collaboration avec l'équipe des enseignants, enseignants-chercheurs, intervenants extérieurs participant aux COSEC ; d'impulser l'innovation pédagogique ; de diffuser des **démarches d'évaluation participative** et d'encourager la conception du référentiel sous forme d'acquis d'apprentissage ; de partager, diffuser ses expériences et ses pratiques au sein du réseau dans un objectif de **mutualisation** ; d'échanger avec les enseignants des différentes disciplines des CMI/CBI pour garantir l'intégration des COSEC dans l'ensemble de la formation ; de préparer l'évaluation et de défendre le projet de son université lors des visites de CMI/CBI.

Afin de mener à bien ses missions, le référent COSEC dispose de ressources proposées par le Réseau (outils, références bibliographiques, personnes ressources, expériences réussies), qu'il contribuera à enrichir ; de l'appui des autres référents COSEC qu'il peut solliciter ; de temps d'échanges dans des groupes de travail nationaux et de formations spécifiques, si besoin.

Ces missions demandent des qualités d'ingénierie, d'animation d'équipe, de curiosité et de goût pour l'innovation. Les référents COSEC sont généralement choisis dans le « vivier » des professionnels (enseignants, enseignants-chercheurs, ingénieurs et techniciens de recherche et de formation (BIATSS) aux parcours pluriels, voire atypiques) porteurs des qualités attendues. Sont privilégiés ceux qui ont croisé expériences pédagogiques et activités de

³⁶ Réflexions issues du travail de la commission OSEC/COSEC en 2016-2017 « profil et missions du référent OSEC », synthétisées par E. Auras et Y. Lichtenberger.

recherche, ont vécu un parcours extérieur à l'université, dans le secteur public ou privé et qui ont participé à des activités pédagogiques innovantes.

6.2.4. Référent³⁷

Le référent Figure, également appelé référent, est un enseignant-chercheur, enseignant, chercheur, ayant une bonne connaissance du Réseau Figure® et de ses modalités de fonctionnement. Il est affecté, pendant toute la durée de la première accréditation, à chaque membre titulaire pour l'accompagner dans la mise en œuvre des standards et lignes directrices du Réseau. En cas de ré-accréditation, le membre titulaire choisit de conserver ou non un référent. Chaque référent est présenté via un courrier par le Président du Réseau Figure® aux responsables de l'établissement concerné, avec comme point d'entrée, l'inter-CMI de l'établissement.

Ses missions consistent à apporter un regard extérieur sur le déploiement des CMI/CBI afin de garantir la mise en œuvre du référentiel de formation (AMS, stage) et de sa diffusion ; accompagner l'inter-CMI/CBI pour le montage de nouveaux CMI/CBI et dans sa démarche d'amélioration continue ; participer en tant qu'observateur à la visite du comité d'évaluation sur site, et aux conseils de perfectionnement, s'il est invité, et/ou au comité stratégique de l'établissement de l'inter-CMI/CBI s'ils existent et être aussi destinataire des rapports de suivi et d'accréditation.

³⁷ Issu d'une « note sur les référents des universités du Réseau Figure® » de M. Jacquot, validée par l'assemblée générale le 16 mai 2019 (déjà présenté/discuté le 21 mars 2019).

7. Règles d'admission et de progression³⁸

L'enjeu du Réseau Figure® est de participer activement au **renforcement de l'attractivité des études scientifiques**, en proposant aux lycéens motivés, une formation renforcée, exigeante, spécialisée, et explicitement articulée avec un secteur professionnel identifié.

Les formations du Réseau Figure® préparent à une insertion professionnelle, et s'établissent en cumulant une partie formative qui permet une acquisition des connaissances et une partie qualifiante, qui s'appuie sur une expérience immersive en laboratoire ou en entreprise.

Ce paragraphe se concentre pour l'instant sur le CMI mais les modalités sont quasiment similaires dans le cadre d'un CBI. Celui-ci s'appuie sur un cadrage précis des trois premières années avec un renforcement des compétences numériques et de la professionnalisation. Ce niveau ouvre sur une insertion professionnelle ou une poursuite d'études au niveau master.

7.1. Filière sélective sans concours

Afin de fournir des repères aux entreprises qui souhaitent recruter des Coursus en Ingénierie, la question du niveau des diplômés est importante. Seul le niveau de sortie des études universitaires doit être considéré. En effet, le système s'appuie sur une sélection progressive à travers le passage d'examens successifs.

Les niveaux de sortie des étudiants sont observés en aval de la formation par l'Observatoire de la vie étudiante et de l'insertion professionnelle (cf. O.R. bleu) au sein du Réseau Figure®. Celui-ci récolte des données auprès des étudiants et des entreprises pour comparer les facteurs d'insertion (salaires à l'embauche, salaires après quelques années, rapidité d'insertion, avis des entreprises, taux d'admission dans des écoles doctorales...). Ils sont également observés par les comités d'évaluation et le Comité d'accréditation (cf. O.R. rose) pendant la formation avec la vérification de la qualité des cursus : étude des programmes et du contenu des cours, du soutien recherche au cours du cursus, que certains membres de l'équipe pédagogique appartiennent aux unités de recherche dont les projets scientifiques soient en adéquation avec les thématiques du master et dont la qualité soit fortement reconnue aux niveaux national et international.

Pour respecter à la fois les exigences du référentiel de formation du Réseau Figure® et les principes du système licence-master, il est nécessaire que l'admission, tout en étant sélective, soit relativement large, en excluant l'entrée par un concours. La sélection, sur dossier de candidature et entretien (cf. § 7.2), est justifiée par l'exigence de **travail personnel** demandée

³⁸ Réflexions issues pour certaines de la sous-commission scalarité - synthèse des travaux - validée le 26/09/2013 par le comité de pilotage du Réseau et AERES (2010) - Formation universitaire aux métiers de l'ingénieur.

à l'étudiant, au-delà de l'implication dans le cursus universitaire habituel, et sa nécessaire **motivation**. Cette étape est construite, à la fois pour aiguiller les étudiants avant leur entrée dans le cursus et diminuer l'effet de sélection induit par les examens successifs, et pour diversifier les sources de recrutement des étudiants d'une même promotion. En outre, l'effectif d'une promotion d'un Cursus en Ingénierie est limité par la capacité d'accueil du(des) laboratoire(s) co-porteur(s) et la taille de l'équipe pédagogique. Les responsables régulent la taille des effectifs d'une promotion pour maintenir un encadrement fort et adapté aux exigences de ces formations (projets, stages, travaux pratiques, travaux dirigés). L'accès aux locaux (bibliothèque, salle d'informatique, de TP, plate-forme technique, laboratoire de langues, etc.) est facilité sur des plages horaires permettant le travail en groupe.

Les Cursus en Ingénierie sont accessibles à tous les étudiants qui se destinent aux métiers de l'ingénieur, incluant évidemment la recherche et le développement. L'admission s'effectue majoritairement au **niveau baccalauréat** en s'appuyant, pour la France, sur la plateforme nationale de préinscription en première année de l'enseignement supérieur Parcoursup, domaine « *Cursus Master en Ingénierie* ». Ce flux principal peut être complété dans les premières années du programme par des passerelles permettant de sélectionner des étudiants de licence, de BUT, voire de classe préparatoire aux grandes écoles (CPGE), ainsi que des étudiants étrangers. Lorsque l'étudiant souhaite intégrer un programme à l'issue d'une formation ne disposant pas de passerelle ou d'équivalence, le dépôt d'une demande de candidature exceptionnelle est requis à l'inter-CMI de l'établissement concerné.

7.2. Modalités d'admission

7.2.1. Étapes d'admission

Quel que soit le type d'admission (des primo-entrants, parallèles ou exceptionnelles), les étudiants sont admis ou non après plusieurs **étapes d'orientation active** :

- présentation du **dossier scolaire ou universitaire**, le cas échéant, composé des notes, appréciations diverses, etc. ;
- **entretien de motivation** ;
- acceptation et signature par l'étudiant d'un **contrat d'engagement pédagogique** (cf. **annexe 6**) exposant les spécificités et les exigences du cursus : les UE diplômantes et les UE CMI, le règlement des examens sur lequel s'appuient la délivrance du diplôme national, les modalités d'attribution du label. Cette charte précise également qu'en cas d'échec ou de difficultés constatées par l'équipe pédagogique, l'étudiant aura la

possibilité de rejoindre, sans perdre l'avantage des semestres validés, l'un des parcours de licence ou master supports.

7.2.2. Admission des primo-entrants

L'orientation active des **primo-entrants** dans les CMI a lieu principalement avant l'intégration du semestre 1 de L1 via *parcoursup* ou au cours du semestre 1 avant le début du semestre 2. Il est toutefois possible d'intégrer au début du semestre 2 un étudiant qui a effectué un semestre 1 de BUT ou de CPGE, en respectant les étapes d'admission et en lui offrant la possibilité d'acquérir et de valider les connaissances et les compétences du semestre 1 spécifiques au label. Ce rattrapage peut être organisé à l'aide d'un **dispositif pédagogique particulier et adapté**.

7.2.3. Admissions parallèles

Les Coursus en Ingénierie sont conçus pour les étudiants qui rentrent en première année de licence. Toutefois, il est possible d'y intégrer des étudiants qui ont démarré leurs études par des filières différentes. A **tout niveau d'entrée dans le cursus**, l'accès en Coursus en Ingénierie dépend à la fois du potentiel académique et de la maîtrise de fondamentaux scientifiques et linguistiques, mais également de la maturité et de la motivation des candidats.

Avant toute admission parallèle, il est impératif de vérifier que l'acquisition et la validation des exigences pédagogiques soient conformes à la labellisation. Les **admissions parallèles** (en L2, L3 ou M1 CMI) se distinguent en **deux types**.

Les **admissions via des passerelles** d'accueil ou co-construites validées par le Réseau, s'appliquent principalement des étudiants issus de BUT et de CPGE. Les diplômés des BUT peuvent avoir un déficit de formation dans les prérequis en mathématiques et sciences fondamentales, pour lequel des enseignements de rattrapage sont nécessaires. Les élèves de classes préparatoires et les étudiants d'une autre licence, quant à eux, peuvent témoigner d'un déficit en projets, stages, sciences de l'ingénieur et sciences humaines et sociales dont le rattrapage, devra être validé. Il est ainsi possible d'accueillir des étudiants ayant effectué une ou deux années de CPGE en L2 CMI à condition que les étudiants puissent acquérir et valider les exigences du L1 CMI.

- Les **passerelles d'accueil** permettent d'intégrer des étudiants en L2 ou L3 CMI selon la spécialité du CMI. Elles sont constituées de compléments de formation afin de permettre à l'étudiant de respecter les exigences du label. Elles sont présentées dans le dossier de labellisation présenté au Comité d'accréditation.
- Les **passerelles co-construites** permettent d'intégrer des étudiants en L3 CMI sans complément de formation en L3. Elles sont établies dans le cadre d'un partenariat étroit entre un CMI et un département d'IUT ou une CPGE selon la spécialité du CMI.

Les **admissions exceptionnelles** concernent toute candidature pour intégrer un CMI en cours de cursus, en dehors d'un dispositif de passerelle. L'admission en L2 ou L3 CMI d'un étudiant inscrit dans un diplôme de BUT ou de licence pour lequel aucune passerelle n'a été prévue entre dans ce champ. A titre exceptionnel et individuel, les Cursus en Ingénierie peuvent accueillir :

- en L2 CMI des étudiants titulaires d'un BTS qui ne peuvent par contre pas entrer directement en L3 CMI sauf si le cursus a été conçu ainsi et l'explique clairement ;
- en L3 CMI des étudiants qui n'ont pas suivi de formation CMI en L1 et en L2, titulaires de diplômes étrangers sous réserve d'une formation en accord avec les exigences du cursus ; des titulaires d'un L2 non CMI sous réserve d'une formation en accord avec les exigences du cursus ; des étudiants de CPGE de 2^{ème} année qui pourraient faire valoir un complément de formation en cohérence avec les exigences du CMI - les étudiants ne disposant que de la formation acquise au cours des années de CPGE n'ont a priori pas vocation à intégrer un L3 CMI ; à noter que les titulaires d'une licence professionnelle et de BUT sauf cas exceptionnel n'ont pas vocation à intégrer les CMI et qu'il n'est pas possible de les accueillir en M1 CMI ;
- en M1 CMI des étudiants titulaires de diplômes étrangers et des étudiants titulaires d'une licence ou d'une formation donnant grade de licence non labellisée sous réserve d'une formation en accord avec les exigences des CMI (ex. étudiants titulaires d'une double licence ou d'un *bachelor of science*).

Ces accès en cours de cursus ne devraient pas excéder 20 % d'une promotion d'un CMI car ils ne sont pas la source principale d'entrée. En effet, sans exclure la dimension d'ouverture, il est important de conserver un « esprit de promotion, esprit du cursus » pour favoriser la dynamique de groupe. Une ouverture vers l'extérieur, si elle est mesurée et accompagnée, peut a contrario être un plus bénéfique au groupe.

La procédure d'admission exceptionnelle est une procédure d'admission individuelle au « cas par cas », qu'elle soit réalisée en licence ou en master, est désormais réalisée au niveau de l'université³⁹ et implique le responsable du CMI concerné par la candidature, et validé par l'inter-CMI, s'il existe, de l'établissement . En sus, de la présentation du dossier scolaire et universitaire et de l'entretien de motivation (cf. § 7.2), les demandes d'admission exceptionnelles en master nécessitent de répondre à certains critères d'insertion. Ces entrées à deux ans de la fin du cursus ne sont pas à prendre à la légère afin de ne pas créer de disparités au sein du groupe d'étudiant et au moment de l'insertion professionnelle - entre un étudiant ayant suivi le cursus entier et un autre. Il doit s'agir d'une intégration totale.

³⁹ Jusqu'en 2019, les demandes d'admission exceptionnelles en master étaient gérées au niveau national.

Les grands principes/critères d'insertion à retenir afin d'homogénéiser sans restreindre le processus décisionnaire pour les recrutements en master sont les suivants :

- les accès en cours de cursus ne doivent pas excéder 20 % d'une promotion d'un CMI, les entrées réalisées auparavant déterminent donc le pourcentage possible en master ;
- s'assurer que le parcours de l'étudiant peut s'apparenter à une licence enrichie (du type double licence) - noter si besoin les modules que l'étudiant devra suivre en plus afin de rattraper son retard ; un suivi pédagogique devra être mis en place ;
- s'assurer que l'étudiant puisse remplir les critères AMS et COSEC ; que les expériences qu'il a réalisé en parallèle ou au cours de son parcours scolaire et universitaire compensent les compétences acquises par les autres étudiants ;
- l'entretien peut être remplacé par un oral en deux temps (présentation du parcours et motivations ; puis questions techniques) devant une commission pour témoigner du bagage disciplinaire acquis et mesurer son assurance et sa volonté à s'inscrire dans un cursus ;
- vérifier son bagage en anglais - l'étudiant doit être en mesure de passer la certification d'anglais afin d'obtenir son label à la fin du cursus ;
- vérifier qu'il a bien une connaissance de l'entreprise ; qu'il justifie d'une expérience qui lui permettra de faire ses 14 semaines requises afin d'obtenir son label et/ou d'une expérience/mobilité à l'international suffisante ;
- s'assurer que les étudiants adhèrent bien à l'« esprit CMI », s'engagent à rattraper leurs lacunes pour être représentatifs devant les professionnels de l'ADN de la formation CMI.

Ces éléments peuvent constituer une grille, basée sur le profil de compétence à remplir à la fin du cursus, qui est à garder et à présenter avec un argumentaire spécifique au cas par cas lors du processus de suivi ou de réaccréditation.

7.2.4. Vie extra-universitaire et année de césure

Les Cursus en Ingénierie valorisent les expériences personnelles des étudiants et considèrent qu'ils acquièrent énormément dans leur vie extra-universitaire (engagement associatif, jobs étudiants, musique, etc.), notamment en termes de savoir-être.

Un étudiant qui souhaiterait réaliser un semestre ou une année de césure dans son parcours avec un projet particulier pourrait être accompagné par l'équipe pédagogique en fonction de son dossier. Le semestre ou l'année de césure, souvent pratiquée par les étudiants américains avant le master, apporte des prises de conscience très intéressantes chez les étudiants, qui les amènent à mieux appréhender leur projet professionnel. De retour dans le cycle universitaire, ils abordent très différemment les cours et en comprennent mieux l'intérêt.

7.2.5. Alternance ou apprentissage

Certains cursus de CMI sont ouverts en alternance au niveau master. D'autres encore proposent une partie en apprentissage. Dans ces cas l'étudiant travaille à mi-temps dans une entreprise ; les horaires de cours sont aménagés pour qu'il puisse suivre un cursus complet sans trop allonger la durée de ses études. L'apprenti effectue une partie de ses études dans le CMI et une partie de ses études en entreprise, sous la responsabilité d'un référent. Les périodes académiques et dans l'entreprise ont un véritable objectif conjoint de formation d'un ingénieur avec le statut d'apprenti, très apprécié notamment dans les PME.

La formation en alternance, en contrat d'apprentissage ou de professionnalisation, permet à l'étudiant de préparer son master en CMI en acquérant une expérience professionnelle plus conséquente. C'est pour la plupart des étudiants la dernière étape à franchir avant l'insertion professionnelle.

7.3. Progression et attribution du label

7.3.1. Présentation

Le CMI repose sur le renforcement d'un cursus standard de licence et master, les règles de progression au sein d'un CMI respectent le **règlement des examens** et les **modalités de contrôle des connaissances** (MCC) en vigueur dans l'établissement porteur des diplômes de licence et master supports, reconnus par le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche (MESR), auquel s'ajoutent des **règles spécifiques CMI**. De même, l'attribution du label CMI-Figure obéit à un ensemble de règles défini nationalement par le Réseau Figure® qui s'ajoute aux exigences locales liées à la délivrance des diplômes de licence et master supports.

La progression sur les cinq ans (validation de chaque année CMI) et la labellisation en fin de cursus sont décidées par un **jury CMI**, constitué annuellement par le responsable de chaque CMI, lequel décide de sa composition.

7.3.2. Règles de progression

Les connaissances et compétences acquises dans le cadre d'un CMI peuvent être réparties en quatre composantes de formation (cf. § 2.2) respectant un équilibre pédagogique défini sur l'ensemble des 5 années du cursus : le socle disciplinaire et la spécialité ; les disciplines fondamentales ; les disciplines connexes ; et les compétences organisationnelles, sociales, environnementales et culturelles.

Deux types d'unités d'enseignement se distinguent dans une année CMI :

- des **UE diplômantes** habilitées par le MESRI et constitutives du diplôme de licence ou de master dans lequel est inscrit l'étudiant ;
- des **UE CMI additionnelles** concourant à l'attribution du label CMI, qui peuvent être spécifiquement créées pour le CMI ou être constitutives d'un autre diplôme de licence ou de master habilité par le ministère. MESR.

L'établissement porteur est incité à mettre progressivement en place un diplôme universitaire englobant (DU englobant) les UE diplômantes et additionnelles, de manière à délivrer à l'étudiant un double diplôme constitué des diplômes nationaux de licence et de master, et d'un diplôme d'établissement en ingénierie.

Deux éléments méritent d'être mentionnés : une UE CMI peut être une UE constitutive d'un diplôme autre que celui dans lequel l'étudiant est inscrit, une UE constitutive du diplôme dans lequel l'étudiant est inscrit mais qui n'avait pas été choisie par l'étudiant et qui n'entre pas en compte dans la délivrance du diplôme national dans lequel il est inscrit ou une UE spécifiquement créée pour le CMI ; une UE CMI ne peut en aucun cas contribuer à l'obtention du diplôme national : il y a étanchéité entre les UE additionnelles dites « CMI » et les UE dites « diplômantes ».

Tous les **blocs de connaissances et compétences** constitutifs d'une année CMI, définis dans la maquette de formation CMI et rappelés dans le contrat d'engagement pédagogique de l'étudiant dans le cursus, doivent être individuellement validés. Tous les blocs de connaissances et compétences constitutifs de l'année CMI (UE diplômantes + UE CMI) doivent être individuellement validés. Seule la compensation annuelle intra-bloc est autorisée. Il n'y a pas de compensation possible entre les blocs constitutifs de l'année.

Tous les stages doivent être individuellement validés et n'entrent dans aucun jeu de compensation. Les *UE projets* sont quant à elles intégrées dans les blocs ; elles ne sont donc pas traitées à part comme les stages. Les missions du stage ainsi que les entreprises, associations ou établissements publics accueillant l'étudiant-stagiaire ont été au préalable validés par l'équipe pédagogique et leur prise en compte pour le label nécessite en outre la remise d'une fiche d'analyse de stage. Ils sont évalués par au minimum deux notes : l'une concernant le rapport écrit et l'autre la soutenance orale. Les stages mis en place spécifiquement dans le cadre du label sont évalués par au minimum deux évaluations (une qui porte sur le rapport écrit et une qui porte sur la soutenance dudit rapport). Ces stages donnent obligatoirement lieu à la mise d'une fiche d'analyse de stage.

Un étudiant CMI vérifiant l'ensemble de ces conditions pour l'année N de son cursus est autorisé à s'inscrire à l'année N+1. Un **relevé de notes CMI** est délivré annuellement, listant toutes les UE suivies ; les moyennes annuelles des différents blocs ; le cas échéant, la

validation d'un semestre ou d'une année à l'international. Celui-ci précise clairement si l'étudiant est admis ou ajourné à son année CMI. Si l'étudiant est ajourné, le relevé de notes fait mention de la raison de l'ajournement. Il est signé par l'autorité signant le relevé de notes diplômant ou par le président du jury CMI, et cacheté par la scolarité de l'unité de formation et de recherche (UFR) qui porte le CMI.

La non-validation d'une année CMI n'empêche pas la possibilité de valider l'année constitutive du diplôme national auquel le parcours CMI est adossé. En effet, le CMI est un **parcours sécurisé** pour l'étudiant : il s'appuie sur les diplômes de licence et de master supports. Dans le cas où un étudiant ne souhaite pas poursuivre en CMI pour diverses raisons ou bien s'il n'est pas admis à poursuivre sa formation au sein du CMI, il reste inscrit dans le diplôme constitutif du CMI. Au-delà de la possibilité de poursuivre sa formation pour l'obtention de ce diplôme national, il peut se voir proposer d'autres orientations au sein de l'université selon ses motivations et son projet professionnel.

Ainsi, si des entrées en cours de cursus sont possibles en étant encadrées, des sorties sont également possibles. En effet, un parcours intégré ne signifie pas que l'étudiant parviendra au bout des cinq ans avec succès, des abandons et réorientations sont possibles. Des passerelles peuvent être mises en place par les universités ou des conseils peuvent être fournis par l'équipe pédagogique du cursus pour faciliter ces transferts et éviter le sentiment d'échec. Par exemple, un étudiant ne franchissant pas le cap de la L1 à la L2, sera peut-être plus à l'aise vers des formations courtes type BTS ou BUT, un étudiant entré en CMI peut souhaiter en L2 s'orienter plus rapidement vers la vie professionnelle, il peut alors être aidé à rejoindre un CBI ou une licence professionnelle, etc. Ces cursus doivent rester un tremplin pour les étudiants, quel que soit leur choix d'insertion, l'important étant la réussite de l'étudiant dans sa vie professionnelle et dans son développement personnel.

7.3.3. Mobilité inter-Cursus en Ingénierie⁴⁰

Les mobilités inter-Cursus en Ingénierie du Réseau Figure® sont facilitées au sein d'une même discipline au niveau licence et/ou master. Les étudiants intéressés contactent en premier lieu leur responsable inter-Cursus en Ingénierie pour prendre connaissance de son avis, puis se rapprochent du responsable du cursus en ingénierie de l'université visée en envoyant ces relevés de notes, la liste des modules suivis au cours du cursus, son CV et une lettre de motivation précise explicitant les raisons de cette demande et le projet professionnel sous-jacent. Un entretien téléphonique peut être sollicité par le responsable.

Les demandes sont étudiées au cas par cas. Une demande peut être acceptée sans réserve ou sous réserve de suivre un ou deux modules de rattrapage. Une demande peut être rejetée si un étudiant n'a pas les notes suffisantes, si les modules suivis sont trop éloignés de la

⁴⁰ Texte basé sur la weblettr N°4.

formation demandée, si le projet professionnel n'est pas suffisamment abouti pour une demande d'intégration en master. Dans tous les cas, les responsables du Cours en Ingénierie sont attentifs à ces demandes et accompagnent les étudiants dans leurs démarches.

Une attention particulière sera portée aux demandes émanant de Cours en Ingénierie ayant perdu leur accréditation (cf. O.R. rose). En effet, même si les établissements s'engagent à assurer, le plus possible, une formation de qualité égale aux étudiants en cours de cursus, et ce jusqu'à la fin de leur cursus, ils ont la possibilité de se faire aider par les universités du Réseau et par le Réseau Figure® pour y parvenir.

7.3.4. Attribution du label

L'attribution du label CMI-Figure à un étudiant est conditionnée par l'obtention des diplômes de licence et master supports et le respect de l'ensemble des règles décrites ci-dessus qui concernent la validation des **cinq années du cursus** comportant une mobilité internationale (cf. §2.7) et un minimum de 14 semaines d'expérience en entreprise (cf. 4.1.4), à laquelle s'ajoutent la validation obligatoire des **certifications** (anglais, numérique, cf. § 5.3). Le label CMI n'est jamais assorti d'une mention.

- **Anglais** : une certification de type B2 est exigée en fin de M2 et ciblée dès la fin de licence. Le niveau B2 caractérise un « utilisateur indépendant – avancé » (ex : certificat de compétences en langues de l'enseignement supérieur (CLES) 2).
- **Informatique** : la certification informatique s'obtient via une plateforme en ligne d'évaluation, de développement et de certification des compétences numériques (PIX). *[Anciennement, le certificat informatique et internet (C2I) niveau 1 était exigé au plus tard en fin de licence et le C2I niveau 2 souhaitable en fin de master].*
- **Mobilité internationale** : est validée si l'étudiant a réalisé un stage d'au moins 3 mois, un semestre d'étude, un semestre ou une année de césure à l'étranger (cf. § 2.7)
- **Expérience en entreprise** : un total de 14 semaines en entreprise sur l'ensemble du parcours doit être justifié.

Cas particuliers et aménagement des critères d'attribution :

dans certaines situations la validation de la certification en anglais ou bien les critères de mobilité internationale peuvent être difficiles à valider pour les étudiants durant les 5 ans (c'est en particulier le cas d'étudiants en apprentissage, ou bien tenus par des engagements contractuels comme les sportifs de haut niveau, ou bien tout autre situation spécifique)

- **Anglais** : A l'issue des cinq années du cursus, l'étudiant n'a pas validé sa certification en anglais ou n'a pu la passer pour diverses raisons. Il a deux ans à partir de la fin de son master pour obtenir une certification et présenter son résultat auprès de son responsable de CMI (ou inter-CMI) qui fera remonter l'information au réseau. Le

réseau éditera alors son label. Si l'étudiant n'obtient pas, au bout de deux ans post-master, de certification en anglais. Il ne sera pas labellisé.

- **Mobilité internationale** : A l'issue des cinq années du cursus, l'étudiant n'a pas pu effectuer de mobilité internationale longue (3 mois) pour diverses raisons justifiables.
 - o Soit l'étudiant peut justifier d'une expérience de travail importante en collaboration étroite avec un partenaire à l'étranger d'une durée globale au moins égale à trois mois dans le cadre d'un stage ou d'une alternance par exemple (échanges et réunions suivies pour l'avancement d'un projet ou d'un programme, et production de documents). L'étudiant expose sa situation et transmet les justificatifs au responsable du CMI et il appartient au responsable CMI (ou interCMI) de valider ou non cette expérience internationale « at home » à l'issue du master en vue de la labellisation.
 - o Soit l'étudiant ne peut justifier d'une telle expérience de travail dans un contexte international. Il a deux ans à partir de la fin de son master pour effectuer une période à l'étranger dans le cadre professionnel et présenter les justificatifs auprès de son responsable de CMI (ou inter-CMI) qui fera remonter l'information au réseau. Le réseau éditera alors son label.

Si l'étudiant n'obtient pas, au bout de deux ans post-master, de validation de sa mobilité internationale, il ne sera pas labellisé.

Le label CMI est attribué par un jury - dont la composition (nombre de membres, qualité, présence ou pas de professionnels hors formation...) est publique. Certains sites confèrent ce rôle à un conseil de perfectionnement. Le jury est tenu de se réunir au minimum une fois dans l'année à la fin du semestre pair et une deuxième fois en cas de seconde session ou session de rattrapage. La validation d'une année de formation CMI peut avoir lieu en deuxième session. L'accès à la deuxième session n'est pas de droit.

Sauf disposition particulière validée par le jury du CMI, un cursus classique de master en ingénierie doit être effectué en 5 ans à partir de la première inscription dans ledit cursus. Le redoublement et la situation d'ajourné mais autorisé à composer (AJAC) peuvent être autorisés exceptionnellement sur justification médicale ou pour d'autres raisons laissées à l'appréciation du jury CMI. À l'issue des cinq ans de formation, un **certificat attestant de la labellisation** de son cursus avec la mention de l'intitulé du CMI est remis à l'étudiant ayant satisfait aux exigences du label. Le certificat, dont la maquette est similaire pour toutes les universités du Réseau, mentionne l'intitulé du CMI labellisé par le Réseau. Il ne fait mention ni de l'intitulé du diplôme national de licence ni de l'intitulé du diplôme national de master auxquels s'adosse le CMI. Le certificat est signé conjointement par le président de l'université qui propose le CMI et le président du Réseau Figure®. Suivant les établissements, le CMI peut être intégré dans un diplôme d'université englobant (DU), et pourra délivrer un supplément au diplôme pour les cinq années du cursus.

Afin de ne pas surcharger les opus de références (O.R.), un glossaire est consultable en ligne à l'adresse suivante : <http://reseau-figure.fr/>.

Ce glossaire comprend **quatre onglets** :

- ✚ le **premier** décrit les acronymes/sigles et concepts utilisés dans les documents du Réseau Figure ;

Ex. : ABET ; Accreditation Board for Engineering and Technology ; L'Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) accrédite via sa commission les programmes de formation d'ingénieur aux Etats-Unis. C'est une fédération d'organisations professionnelles représentant les domaines des sciences appliquées, de l'informatique, de l'ingénierie et de la technologie. ; <https://www.abet.org/>.

- ✚ le **deuxième** précise les acronymes/sigles et concepts utilisés dans le cadre du Réseau Figure ;

Ex. : Analyse du dossier ; L'analyse du dossier d'accréditation, de suivi ou de ré-accréditation est réalisée par les comités d'évaluation composés d'experts ; et par les membres du Comité d'accréditation. ; Cf. O.R.

- ✚ le **troisième** développe, de manière non exhaustive, les acronymes/sigles des universités, associations étudiantes et des principaux laboratoires participant aux formations ;

Ex. : AMU, Aix-Marseille Université, <https://www.univ-amu.fr/>.

- ✚ et le **quatrième** propose des règles d'usage d'écriture des documents souvent utilisées au sein du Réseau Figure.

Ex. : Les sigles [abréviations formées par une suite de lettres qui sont les initiales d'un groupe de mots (ex. CMI, SNCF)] s'écriront en majuscules, sans points de séparation.

Annexe 0. Aptitudes (compétences ou capacités transversales)

Cette annexe (issue du rapport AERES) propose :

- une liste des "Study skills" (extraite des "skills records" de la Royal Society of Chemistry) ;
- **Capacité à :** *développer une pensée critique ; *memoriser ; *bien utiliser ses capacités intellectuelles ; *bien écrire ; *situer son niveau de capacité et de compétences ; *travailler avec les autres ; *prendre en main un projet de recherche ; *réaliser des projets ; *se préparer à des études supérieures ; *anticiper la suite des études ; *passer des examens ; *gérer efficacement ses études ; *utiliser les ressources d'enseignement à distance.
- une liste plus globale : *autonomie, adaptabilité, esprit critique ; *l'esprit d'innovation, l'esprit d'entrepreneuriat ; *savoir-être ; *savoir écrire, savoir apprendre ; *savoir analyser, juger et décider, organiser ;
- un tableau synoptique d'aptitudes (Abilities, compétences ou capacités transversales...) extraites de trois référentiels connus (ABET, CTI, CDIO).

	ABET	CTI	CDIO
Connaissances	Math. & Basic Sciences	Large champ de sciences fondamentales	Maths (incl stats), Phys.Chem.Bio
	Engineering Sciences	Pluridisciplinarité	Core(and Advanced) Engineering fundamental Knowledge
	Broad Education necessary to understand the Impact of Eng.solutions...	Ouverture culturelle	Awareness of one's personal Knowledge, Skills & attitudes.
	Knowledge of contemporaries Issues		Contemporaries issues and values
			Historical & cultural context
Personnelles		Maîtrise d'une ou plusieurs langues étrangères	Communication In foreign languages
	Ability to Long Life Learning (LLL)		Curiosity & Life Long Learning
			Staying current on Word of Engineer
			Engineering reasoning & problem solving
			Analysis
	Abil.to identify, formulate Engineering problems	Identification et résolution de problèmes	Problem Identification and Formulation
	Abil.to solve Engineering problems		Solutions & Recommendations
	Ability. to analyse & Interpret data	Collecte et interprétation de données	Hypothesis Tests (Data...)
	Ability to apply Knowledge of Maths, Science & Engineering...	Aptitudes à mobiliser les ressources un champ scientifique et technique	
		Innovation	Personal skills & attitudes (Risks, Perseverance, Creativity, Critical, Time & Resources manag.)
Professional skills & attitudes		Aptitude à travailler en contexte international	Cross cultural Communication
	Abil.to use techniques, skills, & modern eng.tools necessary for Eng.practice	Aptitudes à mobiliser les ressources techniques de spécialité	
	Ability.to design & conduct experiments	expérimentation	Experimental & Knowledge Discovery -Exp. Inquiry
			Survey of Print & Electronic Literature
		Analyse & conception de systèmes complexes	System thinking(Thinking holistically, Systems,...)
	Understanding of professional & ethical responsibilities	Respect des valeurs sociétales, éthique	Professional skills & attitudes : Ethics, Integrity, Responsibility & Accountability
		Environnement et développement durable	The Impact of Engineering on the environmental, social, economic systems...
Interpersonal skills : Teamwork & Communication		Utilisation des outils Informatiques	Modeling
	Incorporate Engineering standards	Propriété Intellectuelle	
	Ability.to function in multidisciplinary teams	Capacité à s'intégrer dans une organisation, à l'animer et à la faire évoluer	Teamwork ; Forming effective teams ; Team Operation ; Team growth & Evolution ; Technical teaming
		Esprit d'équipe	
		Leadership	Leadership
	Communicate using written reports	Communication écrite	Written communication
	Communicate using written reports	Communication orale	Oral presentation & communication
Métier de l'ingénieur		Avec spécialistes et non spécialistes	Communication strategy
			Debat, Communication structure (Arguments, audience bias, etc).
		Prise en compte des enjeux industriels, économiques et professionnels	Conception : External & Societal context ; Enterprise & Business Context ; Conceiving & Eng. Systems
	Ability.to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints...		Design : Process ; phasing & approaches; use of Kn. Disciplinary ; multidisciplinary; multi-objective
		Management de projet, maîtrise d'ouvrage	Implementation ; Process ; Hardware & software process & Integration ; Test :Management
		Respect des procédures de qualité, sécurité	
			Operation

Annexe 1. Pratiques pédagogiques

L'O.R. bleu présente différents exemples d'activités et de pratiques pédagogiques mises en place.

La présente annexe a pour ambition de donner un aperçu d'une UE CMI (qui peut être déployer également pour le CBI) et mettre en avant la pratique pédagogique mise en place. Elle est issue d'un texte rédigé par J.-C. Pascal à Toulouse.

UE CMI « Implication citoyenne »

Objectifs d'apprentissage. L'implication citoyenne permet l'acquisition de nombreuses compétences transversales et sa valorisation a toute sa place dans le cadre de la dimension citoyenne du futur ingénieur (ou chercheur).

Compétences visées : se mettre dans une logique de projet personnel et le faire évoluer ; appréhender l'exposition de soi, l'épreuve ou la confrontation comme un élément de construction personnelle ; percevoir les attentes et les besoins des personnes à qui l'étudiant apporte un service ; comprendre la structuration et le fonctionnement d'une organisation, de ses instances.

Description synthétique des enseignements. Cette implication citoyenne se traduit par un ensemble d'actions (100h) qui peuvent être réalisées en L2 et/ou L3 et/ou M1. Elles sont comptabilisées en M1. L'implication devra être validée par le responsable d'UE/CMI.

Exemples d'implications pouvant être validées : engagement associatif (membre actif) (dont association CMI) ; participation aux instances de l'université (conseil d'administration, Conseils, ...) ; communication (lycées, journées portes ouvertes, ...) ; création d'événements liés à la formation (conférences thématiques, forum d'industriels, ...) ; participation à des événements afin de promouvoir et faire connaître le CMI (hackathons, ...) ; bénévolat (association de la fondation étudiante pour la ville (AFEV), mission handicap, Resto du cœur, Croix rouge ...) ; campus innovant (jardins agroécologiques, néocampus, Fablab....) ; réalisation d'outils pédagogiques (serious games, simulateurs, ressources moodle, ...).

Restitution et évaluation. Les implications réalisées doivent être validées par la fiche « Validation » (ci-jointe) dûment remplie. Une réflexion sur les compétences doit être menée et la fiche « Compétences » (ci-jointe) dûment remplie. Un rapport de 4 pages (+ une de titre) décrira l'implication, et son contexte, et les actions menées. Même en cas de travail en groupe, un document individuel est demandé. Celui-ci devra mettre en avant l'implication personnelle. Le rapport inclura, en annexe, la fiche « Validation », la fiche « Compétences » et une copie du contrat signé. Le rapport (fiches et contrat inclus) sera envoyé sous forme d'un seul fichier pdf avec le format de nom suivant : Nomdelétudiant_Prénomdelétudiant_CMI_Niveau_Spécialité_rapport avant fin avril. La soutenance consistera en une présentation de 180 secondes (exactement) si l'action a été effectuée seul ou 240 secondes (exactement) si l'action a été effectuée en binôme (temps à répartir de façon intelligente) devant l'ensemble des étudiants CMI. Seront évaluées la qualité des actions effectuées vis à vis de l'implication et la restitution (voir grille d'évaluation jointe). Une note sera attribuée par un jury et une note par les étudiants CMI (via des boîtiers de vote).

La soutenance aura lieu le X juin après-midi. La présentation devra être envoyée au format présentation pdf avec le format de nom suivant Nomdelétudiant_Prénomdelétudiant_CMI_Niveau_Spécialité_presentation (exemple : Durand_Jules_CMI_L2_EEA_presentation), au plus tard 3 jours avant la soutenance.

Ce qui a été fait dans l'année est évalué dans l'année, que le nombre d'heures permette de valider tous les ECTS de l'UE CMI implication citoyenne (5 ECTS) ou pas. La note sera conservée et comptabilisée en M1. Donc, tous ceux qui ont réalisé une implication citoyenne doivent rendre les documents demandés et faire une soutenance. Les années suivantes, si besoin, la réalisation d'une autre implication citoyenne sera demandée pour compléter et arriver aux 5 ECTS.

UE CMI « Implication citoyenne »
Fiche « Validation » 1/2

Nom : _____ Prénom : _____ N° Etudiant : _____
 Spécialité du CMI : _____ Niveau (L2, L3, M1) : _____
 Nom du référent (dans le service, association, etc.) : _____
 Prénom du référent : _____
 Fonction du référent : _____
 Type d'implication (voir nomenclature en fin de document) : _____
 Description brève de l'implication : _____
 Date de début : _____ Date de fin : _____

Détails des actions/missions (y compris réunions, formations, ...)	durée estimée en heure	fréquence	durée totale en heure
Durée totale de l'implication :			

Les signataires certifient exactes les informations fournies. Le / /20xx
 L'étudiant : _____ Le référent : _____

UE CMI « Implication citoyenne »
Fiche « Validation » 2/2

Avis du référent sur l'implication de l'étudiant

Cet avis a 2 finalités : la première, permettre à l'étudiant d'avoir un retour sur son implication (points positifs, négatifs, à améliorer, ...), la seconde, permettre l'attribution d'une note sur 20, participant à l'évaluation.

Nom :

Prénom :

Signature :

Bilan de compétences de l'étudiant

Il s'agit, pour l'étudiant, de proposer ici 3 à 5 compétences résumant l'ensemble des compétences mises en évidence par l'implication (voir fiche « Compétences ») : compétences décrites par des phrases commençant par un verbe d'action dans l'esprit de celles données en début de ce document.

Nom :

Prénom :

Signature :

Nomenclature des types d'implication

Type d'implication	Sous type
I. Engagement associatif	I-1 membre bureau
II. Participation instances université	II.1 membre actif
III. Bénévolat hors université	II-1 bénévolat université
IV. Bénévolat université	IV.1 accomp étudiants chinois
IV. Bénévolat université	IV.2 Développement durable
IV. Bénévolat université	IV.3 Fablab
IV. Bénévolat université	IV.4 Catalyseur
V. Hackathon	V-1 Hackathon
V. Hackathon	V-2 Hackathon
V. Hackathon	V.3 CMI en 90s
VI. Communication	VI.1 SCUIO
VI. Communication	VI-2 Mis Hand projet vidéo
VII. Réalisation outils pédagogiques	VII.1 Base de données
VII. Réalisation outils pédagogiques	VII.2 Blog formation

Grille d'évaluation

CMI				
Grille d'évaluation		Etudiant :		
UE "Implication Citoyenne"				
Rapport				
Eléments à prendre en compte	Précision	note max	Note	Commentaires
Contexte de l'implication	L'association ou l'instance ou le service est-il bien présenté ?	5		
Présentation de l'implication	L'implication est présentée de façon claire, succincte mais suffisante.	5		
Choix de l'implication	Qu'est-ce qui a présidé au choix de cette implication ?	5		
Description des actions	Les actions sont-elles bien décrites et suffisamment détaillées ? Sont-elles en adéquation avec l'objectif de l'implication ?	10		
Bilan personnel	Facilité d'intégration, difficultés rencontrées, points positifs et négatifs, ...	5		
Bilan de compétences	Les compétences acquises ou renforcées sont-elles en cohérence avec l'implication et les actions ?	5		
Qualité du document	Organisation/ équilibre - Mise en forme - Qualité de la rédaction (orthographe)	5		
Présentation				
Eléments à prendre en compte	Précision	note max	Note	Commentaires
Qualité des supports	Clairs, lisibles, non surchargés,	5		
Qualité de la présentation	Cohérence de la présentation - Clarté du discours - mise en valeur du travail	10		
Respect du temps	180 secondes exactement	5		
Attitude	Comportement, professionnalisme	5		
		65		
Note référent		30		
Vote des étudiants		15		
		110		

UE CMI « Implication citoyenne »
Fiche « Compétences » 1/2

Afin d'identifier les compétences transversales développées dans le cadre de cette UE, est proposée la démarche suivante :

1. Parmi la liste des compétences transversales données ci-dessous, indiquer celles concernées en cochant le niveau atteint (Notion/Application/Maîtrise/Expertise) ;
2. Illustrer chaque compétence concernée par une expérience concrète ;
3. Formuler 3 à 5 compétences résumant l'ensemble des compétences mises en évidence dans l'étape 1 (phrase commençant par un verbe d'action) ;
4. Renseigner le portefeuille d'expériences et de compétences ou un autre type de portfolio

Liste des compétences transversales susceptibles d'être développées dans le cadre de l'UE « Implication citoyenne ».

Nom : Prénom :	Niveau atteint				expérience concrète illustrant la compétence
	N	A	M	E	
Analyse et résolution de problème					
Analyser une situation complexe					
Savoir s'adapter à de nouvelles situations					
Gérer l'imprévu					
Identifier les sources d'erreurs					
Etre créatif face à des situations problématiques					
Autres (analyse et résolution de problème)					
Recherche et traitement de l'information					
Savoir anticiper et définir son besoin d'informations					
Elaborer et mettre en œuvre des stratégies de recherche					
Choisir les outils et supports adaptés					
Evaluer la pertinence de l'information trouvée, l'ordonner, la hiérarchiser, la synthétiser					
Savoir utiliser l'information					
Etre en veille permanente					
Autres (recherche et traitement de l'information)					
Méthodes et organisation					
<i>Savoir travailler en autonomie</i>					
Etablir des priorités					
Gérer son temps, planifier, anticiper					
Autoévaluer son travail					
<i>Conduire un projet</i>					
Poser une problématique et définir des objectifs					
Elaborer un cahier des charges					
Intégrer des contraintes					
Identifier, définir, hiérarchiser les activités à accomplir					
Rechercher des fonds, les gérer					
Réaliser les actions					
Savoir réajuster en fonction des aléas					
Evaluer les résultats					
Savoir prendre des décisions					
Proposer des prolongements					
<i>Autres (méthodes et organisation)</i>					

UE CMI « Implication citoyenne »
Fiche « Compétences » 2/2

Nom : Prénom :	Niveau atteint				expérience concrète illustrant la compétence
	N	A	M	E	
Niveau relationnel					
<i>Savoir travailler en équipe</i>					
Savoir écouter, comprendre les autres					
Savoir présenter ses idées					
Coopérer pour arriver à des objectifs					
S'engager					
Savoir motiver et impliquer les autres					
Gérer les conflits, les différents points de vue					
Identifier les points d'accord et de désaccord					
Tirer parti des critiques					
Négocier des compromis					
Savoir déléguer					
<i>Savoir travailler en réseau</i>					
Identifier les lieux/les personnes ressources					
Créer, développer la collaboration avec les personnes et les organisations					
Organiser et enrichir un réseau					
<i>Savoir s'approprier la dimension multiculturelle</i>					
Travailler dans des environnements variés					
S'adapter, s'approprier différentes cultures					
Connaître les pratiques culturelles d'un pays					
<i>Autres (niveau relationnel)</i>					
Communication					
<i>Communication écrite/multimédia</i>					
Rédiger clairement et efficacement					
Préparer différents types de communication et de supports : exposés, mémoires, rapports, diaporamas, flyers, affiches, sites web, blogs, etc.					
Reformuler					
<i>Communication orale</i>					
Préparer un exposé					
S'exprimer en public					
Argumenter, négocier					
S'adapter à des publics différents					
Gérer le stress					
<i>Autres (communication)</i>					
Environnement professionnel					
<i>Connaître les environnements politiques sociaux et économiques du monde professionnel</i>					
<i>Connaître l'entreprise</i>					
Comprendre le contexte socio-économique					
Se situer dans l'environnement hiérarchique de l'entreprise					
Identifier les personnes-ressources dans l'entreprise					
<i>Connaître et utiliser les normes de qualité, de sécurité, environnement, etc.</i>					
Connaître les normes en vigueur (Organisation internationale de normalisation (ISO), etc.)					
Connaître les règlements juridiques d'une activité					
Savoir se conformer aux normes de qualité					
<i>Autres (environnement professionnel)</i>					

Annexe 2. Grilles COSEC

Autonomie & initiative	Compé- tence Évaluer	Forma- tion préalab- le	Moments d'évaluation par rapport à l'activité					Évaluateur				Évaluation	
			Avant	Pdt	Après	Prof / Coach	Jury	Obs.	Étu	Autre	Éléments de la Grille d'évaluation	Éléments de la Grille d'autoévaluation	
S'organiser													
Avoir des méthodes de travail													
Chercher de la documentation et de l'information													
Gérer son temps													
S'exprimer et communiquer													
Capacité de synthèse et d'argumentation													
Prendre en compte une diversité d'interlocuteurs													
Rendre compte de façon concise et précise													
Prendre des initiatives													
Se risquer à faire des propositions													
S'initier à l'entrepreneuriat													
Se présenter de façon pertinente													
Tenue													
Respect de règles éthiques et déontologiques													
Rédiger un CV													
S'autoévaluer													
Préparer son projet personnel professionnel													
S'ouvrir													
Atteindre les méthodes de créativité													
S'initier aux méthodes de management d'équipe													
Faire preuve d'écoute													
Elaborer de compromis													
Développer des pratiques de négociation													
Développer des pratiques de délégation													
Situer l'importance de différentes formes d'innovation dans la construction de solutions													
Analyser des situations de changement													
Analyser les raisons de conflits													
Décrire des différences de comportements, de cultures, genres, milieux... comme pouvant être également légitimes et non comme écart à une norme													
Interagir & Coopérer													
Situer les enjeux d'évolution d'une situation complexe													
Diagnostic, méthode SWOT...													
Définir des objectifs prenant en compte des attentes diverses													
Faire partager ces objectifs et aller en chercher les ressources													
Mettre en place un suivi													
S'initier aux méthodes de gestion de projet.													
Décrire une organisation													
Ses objectifs													
Le partage de responsabilités													
Les liens hiérarchiques et professionnels													
Les tensions existantes													
Situer sa position													

Grille de compétence et d'évaluation sur les thèmes : autonomie et prise d'initiative (niveau L) ; s'ouvrir à la diversité, façons d'agir, cultures, environnements... (niveau L3, M) et coopérer, se situer dans des interactions (niveau M)

La grille (présente uniquement à titre d'exemple) ci-dessus est issue du travail de la commission OSEC et de deux journées en 2018 « OSEC et évaluation des compétences personnelles de l'étudiant », au cours desquelles étaient présents trente participants de treize universités. L'objectif poursuivi était de réfléchir aux moyens d'évaluer formellement trois aspects du développement personnel de l'étudiant [*prendre des initiatives et faire preuve d'autonomie (niveau L) ; s'ouvrir à la diversité, des façons d'agir, des cultures, des environnements (niveau L3, M1) ; coopérer, se situer dans des interactions (niveau M1, M2)*] décrites dans la partie COSEC du référentiel de formation du Réseau Figure® et de construire des outils pour accompagner ces évaluations.

La grille, travaillée en mettant en cohérence les stages obligatoires avec une compétence relationnelle [stage L1 et évaluation de « autonomie » ; stage L3 et évaluation de « s'ouvrir » et stage M2 et évaluation de « interagir et coopérer »] permet de préciser quelles compétences peuvent être évaluées sur une activité donnée, si cette compétence nécessite une formation préalable ou un accompagnement spécifique, quand a

lieu l'évaluation, qui évalue et enfin quels sont les éléments factuels qui permettent de conduire cette évaluation.

Annexe 3. Mobilité étudiante à l'international

Cette annexe s'appuie sur le texte de la weblettré n°6, « Les CMI et la mobilité étudiante : de nouveaux horizons personnels et professionnels, un accélérateur de carrière », qui présente les travaux de la commission relations internationales.

Quel programme ? Plusieurs programmes peuvent être mobilisés : **ERASMUS +**, qui propose des destinations en Europe ; le bureau de coopération interuniversitaire (**BCI**), pour des destinations au Canada ; les **Conventions**, qui sont des accords bilatéraux signés entre une université française et une université étrangère en Europe ou hors Europe. Existe également la mission interuniversitaire de coordination échanges franco-américains (**MICEFA**), qui est un accord entre des universités parisiennes et des universités nord-américaines, pour des destinations aux États-Unis et au Canada. Lorsque la composante à laquelle appartiennent les étudiants n'a pas d'accord avec un département qui les intéresse dans une université étrangère, mais qu'une autre composante de leur établissement dispose d'un accord avec un département de cette université, il est tout à fait possible de demander une **extension de convention**, afin de leur ouvrir les portes du département recherché. Il est aussi tout à fait possible aux étudiants de **suggérer à leur référent relations internationales (RI) le nom d'une université dans laquelle ils aimeraient aller mais avec laquelle leur université n'a pas d'accord**. Pour **ERASMUS et les Conventions**, la sélection des dossiers se fait au niveau du **référént RI** de leur composante ou de leur CMI. En revanche, pour le **BCI et la MICEFA**, ce sont **les universités étrangères qui ont le dernier mot**. Pour le BCI, il est possible de faire 3 vœux mais pratiquement toutes les universités mettent en avant le fait qu'elles ne retiendront pas les dossiers des étudiants qui ne les ont pas mises en premier, ce qui limite souvent le choix à deux vœux. Par conséquent certains établissements autorisent les étudiants qui candidatent pour le BCI ou pour la MICEFA, à constituer par ailleurs **un deuxième dossier** ERASMUS+ ou Convention ; ainsi, si leur référent RI a retenu leur candidature mais que leur dossier n'a pas été sélectionné par les universités canadiennes ou américaines, ils peuvent tout de même partir en mobilité.

Parallèlement, le Réseau Figure® est **en première ligne pour développer la mobilité (se référer au site internet pour un état des lieux actualisé)**. Des liens sont désormais tissés avec **l'European Network Accreditation Education Engineering (ENAE)**. Des partenariats avec des universités, partenaires ou réseaux offrant des **formations encore davantage en adéquation avec les cursus sont en développement** : avec la **Big Ten Academic Alliance**, qui est un Réseau de 14 prestigieuses universités américaines - **mobilités de stage** permettant à des étudiants français de partir dans des laboratoires américains ; avec des institutions indiennes ; avec un réseau canadien, etc. ; avec les instituts indiens Manipal Academy of Higher Education (**MAHE**), le Birla Institute of Technology and Science, Pilani (**BITS**) et le Vellore Institute of Technology (**VIT**) (cf. **O.R. bleu**). Le Réseau est également membre titulaire depuis 2018 de l'agence universitaire de la francophonie (**AUF**) et membre depuis 2018 du **Forum Campus France**.

Comment préparer son dossier de mobilité ? Quel niveau de langues ? De manière générale, la préparation du dossier est perçue comme un exercice assez long. Il est nécessaire que les étudiants constituent leur dossier **très en avance**, généralement pendant l'automne de l'année universitaire qui précède l'année de leur mobilité. L'une des raisons avancées est le fait que le nombre de places proposées par chaque établissement est nécessairement limité. Il est donc possible qu'un étudiant ne puisse pas aller étudier dans l'établissement qui avait retenu son attention dans un premier temps. Différentes **pièces qui constituent le dossier** doivent être remises au référent RI, notamment : les relevés de notes de l'enseignement supérieur, un CV à jour, une lettre de motivation qui justifie bien le choix de l'établissement, possiblement une liste des cours envisagés à l'étranger.

Pour le **niveau de langue**, celui exigé par l'université étrangère est explicitement mentionné dans le partenariat. Il relève de la responsabilité du référent RI de s'assurer que l'étudiant a bien le niveau requis. Il peut demander une attestation de niveau à l'enseignant responsable du cours de langue. La question a été posée de savoir si

une certification – type Test of English as a Foreign Language (TOEFL) ou TOEIC – pouvait être exigée. Ce n'est pas le cas. Tout est fondé sur un rapport de confiance. Et dans l'intérêt de l'étudiant, il faut bien entendu qu'il ait au minimum le niveau exigé par l'université d'accueil. Les universités canadiennes qui font partie du **BCI**, exigent la constitution d'un dossier qui leur sera envoyé par voie électronique et par voie postale. Il est fortement recommandé d'inclure dans la lettre de motivation adressée à chaque établissement la **liste des cours envisagés** et d'avoir fait quelques recherches sur la vie de l'établissement et plus largement sur la ville dans laquelle il est situé. Les universités canadiennes y sont extrêmement sensibles. Dans les lettres de motivation adressées à des universités étrangères, il semble par ailleurs nécessaire que les étudiants **expliquent bien ce que sont les CMI** et insistent sur l'exigence des filières qui augure de la réussite du séjour à l'étranger des étudiants CMI.

Le dossier qui sera transmis à l'université d'accueil inclut un **“Contrat d'Études”**, c'est-à-dire la liste des cours que l'étudiant suivra à l'étranger. La somme des crédits obtenus à l'étranger doit être de **30 crédits**. Ce contrat doit être élaboré par l'étudiant et son référent. Il est validé par le référent et il est primordial que l'étudiant tienne son référent informé si jamais il doit changer certains choix de cours une fois sur place. **Tout changement apporté au contrat d'études doit absolument être validé par le référent.** Certaines universités acceptent que les 30 crédits incluent un cours qui permet à l'étudiant d'apprendre la langue du pays, quand cette dernière n'est pas la langue d'enseignement. D'autres universités ne l'acceptent pas et comptent ces crédits en plus. Enfin, il est très important que, au moment de la constitution du dossier, l'étudiant se renseigne auprès du référent RI sur **les conditions de validation de son semestre à l'étranger**, et qu'une fois sur place, il sache si des rattrapages existent pour les cours qu'il a choisis.

Quel financement ? L'aide à la mobilité n'est **ni obligatoire ni systématique** et les étudiants ne peuvent percevoir **qu'une seule source de financement**. Voici les trois sources de financement ainsi que les critères appliqués par chacune : –**ERASMUS** : quotient familial entre €19 190 et €30 000 ; –**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche** : réservé aux étudiants boursiers sur critères sociaux ; –**et la Région Ile-de-France** : quotient familial égal ou inférieur à €19 190. Le service des relations internationales tient compte : -du **niveau de vie du pays** dans lequel les étudiants se rendent au moment de distribuer les enveloppes budgétaires ; -et, pour les mobilités de **stage**, le cas échéant, des sommes perçues par les stagiaires sur place. Par exemple CY Cergy Paris Université, par le biais de sa Fondation, verse une fois une somme de 300 euros à chacun de ses étudiants en CMI. Plusieurs étudiants évoquent **le problème engendré par le décalage entre le moment où l'étudiant doit organiser son départ** et notamment payer son billet d'avion, **et le moment où le premier versement des aides accordées est effectué par l'université**, généralement courant novembre. Les étudiants sont ainsi obligés d'avancer des sommes assez importantes et c'est une situation parfois très difficile à gérer.

Quel logement ? Cet aspect de la mobilité est géré par l'université d'accueil, qui contacte directement l'étudiant. Toutefois, pour faciliter les démarches de l'étudiant, il est bon que **le référent RI mette en contact l'étudiant qui va partir avec les étudiants qu'il connaît et qui sont déjà partis dans le même établissement**. Selon les cas, l'université peut proposer des logements sur le campus, à l'extérieur du campus ou des listes de logements mis à la location par des particuliers à proximité. La très grande majorité des mobilités se déroule au premier semestre, il est par conséquent parfois un peu **plus difficile de trouver un logement en cette période** alors qu'il est généralement beaucoup plus aisé de trouver un logement au second semestre.

Comment partager son expérience ? Une **application de suivi des séjours à l'étranger** est mise en ligne par le Réseau Figure® **pour** permettre un très large partage d'expérience entre tous les étudiants CMI de France. Chaque compte rendu sera anonyme et permettra d'avoir un retour sur expérience extrêmement fin. Cette application permettra donc de constituer une **banque de données** précieuse pour les étudiants et référents RI. La fédération CMI et les établissements disposent aussi de leur propre initiatives (cf. **O.R. bleu**).

Annexe 4. Grille du questionnaire AMS pour repérer les bonnes pratiques

Ci-dessous sont proposés les principaux items à mettre dans la grille du questionnaire « mutualisation des bonnes pratiques sur les AMS ».

Moyens et ressources engagées

- 1-Équipes pédagogiques constituées qui participent aux AMS dans les Cours en Ingénierie.* Constitution (et proportion ?) : enseignants/enseignants-chercheurs ; chercheurs (CNRS, INSERM...) ; personnel BIATSS (département d'enseignement ou équivalent) ; personnel BIATSS / ITA (unité de recherche) ; enseignants en langue/OSEC ; étudiants (tutorats, pas uniquement des doctorants...) ; extérieur / monde socio-économique, etc.
- 2-Espaces de pédagogie accessibles aux étudiants dédiés aux AMS dans le département d'enseignement ou équivalent :* salles projets (équipement, outils numériques et/ou expérimentaux) ; nombre (surface ?) ; emplacements (département enseignement et/ou laboratoire de recherche) ; type : salle projet banalisée, d'expériences scientifiques, salle informatique/logiciel dédié, fablabs, hackerspaces, clubs de robotiques, ateliers de prototypages, espaces de coworkings, plateforme technologique pédagogique (learninglabs), plateforme technologique de l'unité de recherche.... Préciser si quelles salles sont accessibles dès la Licence (L1, L2, L3), ou en master uniquement, en autonomie ou de façon encadrée.
- 3-Espace numérique :* place du numérique dans les AMS, utilisation d'un portfolio (diversité des supports environnement numérique de travail (ENT)/MOOC/SPOC...).
- 4-Quelles sont les difficultés rencontrées par l'équipe pédagogique, par les étudiants ?*
- 5-Rôle du comité de perfectionnement (FRE) ?*

Activités pédagogiques

- 8-Emploi du temps (EdT) de la formation est organisé pour mener des activités de type projet (court ou long), Existe-t'il des cas libérés dans l'EdT identifiables par l'équipe pédagogique et les étudiants, Par demi-journée/journée / semaine identifiées pour l'activité ?*
- 9-Nombre d'ECTS dédiés aux AMS sur la licence, le master et total sur le CMI. Pourcentage sur total de formation.*
- 10-Types d'activités pédagogiques déployées dans les CMI :* projets : CM/TD/TP → projets cours / longs, APP, études de cas, pédagogie inversée.... Exemples : donner des exemples des activités déployées dans les CMI ; activités de type Junior entreprise, activités en lien avec des fablabs, hackerspaces, clubs de robotiques, ateliers de prototypages ; modalité des projets ingénierie L1 / recherche doc scientifique L2 / intégrateurs L3/M2, liens avec les stages / liens avec les laboratoires / partenaires socioéconomiques ; stages (politique de mobilité internationale / liens avec les laboratoires...) ; stages complémentaires en labo ou en entreprises hors cursus (UE libre...), année de césure, ou tout autre activité reconnue hors cursus.... AMS et numérique : recours à des outils numériques dans les AMS, utilisation d'un portfolio (diversité des supports ENT / MOOC / SPOC...).
- 11-Les AMS sont en liens avec les activités OSEC, et les équipes pédagogiques en charge de ces enseignements ?*

Reconnaissance des AMS par l'institution, et services en soutien

- 1-Niveau de reconnaissance de ces pratiques pédagogiques par l'établissement/ l'unité de formation et de recherche (UFR) / le département, son adhésion,*
- 2-Appui d'une cellule de type SUP ou équivalent, et liens avec les services de type service commun universitaire d'information et d'orientation (SCUIO), BAIP, service d'assurance qualité de la formation, ou/et les BU.*
- 3-Dimension mobilité internationale (partenariats + accords ou convention inter-établissement (mobilité stage etc.), participation des professeurs invités, mobilité sortante des stages en licence et en master, etc.*

Liens formalisés et effectifs avec équipes de recherche Dans le cadre des AMS, comment se formalisent les liens avec les laboratoires et les équipes de recherche (accès aux plateformes, centrales technologiques, des espaces dans le laboratoire, liens avec les personnels, accueil des étudiants en projet, en stage...). Quelles sont les difficultés rencontrées ?

Liens formalisés avec le monde socio-économique Dans le cadre des AMS, comment sont formalisés les liens avec les partenaires socio-économiques ? (Entreprises, pôles de compétitivité, société d'accélération du transfert de technologies (SATT), cellule de transfert, collectivités, bureaux d'études ...). Quelles sont les difficultés rencontrées ?

Annexe 5. Exemple de statuts de structure inter-Cursus en Ingénierie

Ces statuts, développés par quelques universités, ne sont présentés **qu'à titre informatif**. Les établissements peuvent choisir de s'en inspirer ou pas.

STATUTS – CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ DE XXXX

ARTICLE 1. CRÉATION

L'université de XXXX a décidé de proposer à ses usagers des formations d'excellence en ingénierie intitulées Cursus Master en Ingénierie (CMI) et/ou Cursus Bachelor en Ingénierie (CBI). Construites suivant le standard international et clairement démarquées des filières d'ingénieurs traditionnelles, ces formations s'appuient sur des parcours licence et master et se caractérisent par un équilibre entre enseignements de spécialité et enseignements d'ouverture, généralistes et connexes et un co-portage par des laboratoires de statut international, dont les chercheurs contribuent à la formation tout au long du cursus. Ce nouveau type de formation à l'université est labélisé « investissement d'avenir », classé premier *ex æquo* par un jury international à l'appel à projet « initiatives d'excellence en formations innovantes » (IDEFI). Par délibération de son conseil d'administration en date du XXXX, l'université XXXX a adhéré au Réseau Figure® (Formation à l'InGénierie par des Universités de REcherche), groupe d'universités habilité à délivrer les labels du Réseau Figure®. À ce titre, l'université XXXX s'est engagée à respecter la charte du Réseau Figure® et le référentiel de formation national. Afin de piloter et de coordonner la mise en place et le développement des CMI/CBI en son sein, l'université XXXX décide de créer une structure inter-CMI/CBI sur le modèle d'une confédération des composantes qui proposent ce cursus. Cette structure est appelée « CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX ».

ARTICLE 2. OBJECTIFS

CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX associe, en accord avec les composantes concernées, les départements d'enseignements (ou autres entités responsables des enseignements si la structuration n'est pas en départements) et les laboratoires co-porteurs de CMI/CBI, habilités dans le cadre du contrat pluriannuel d'établissement prévu à l'article L711-1 du code de l'éducation. Ses objectifs sont : relayer la dynamique nationale du Réseau Figure® à l'échelle locale ; assurer la qualité des programmes CMI/CBI conformément aux exigences du Réseau Figure® et du label European Accredited Engineer (EUR-ACE®) ; développer la synergie formation-recherche-entreprise (valorisation) ; promouvoir le CMI/CBI et contribuer à la diffusion des bonnes pratiques au sein de l'établissement.

ARTICLE 3. MISSIONS

CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX agit par délégation de ces composantes membres qui conservent à leurs niveaux respectifs la gestion des ressources humaines et financières (ceci souligne le caractère non dérogatoire de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX). Ses missions concernent les aspects suivants de la formation : déploiement du référentiel de formation du Réseau Figure® ; développement des spécificités du CMI/CBI ; communication interne et externe ; accueil et suivi des étudiants tout au long du cursus ; suivi des indicateurs de la formation ; gestion d'un budget ; gestion de la qualité des programmes conformément aux exigences du Réseau Figure® et du label EUR-ACE®.

ARTICLE 4. GOUVERNANCE

CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX est gouverné par un comité de pilotage.

Le comité de pilotage est doté d'un bureau exécutif.

Le bureau exécutif peut se doter d'un comité d'évaluation et de suivi et d'un comité d'orientation stratégique ou exercer lui-même ses activités.

Le bureau exécutif peut s'appuyer sur un conseil de perfectionnement formation-recherche-entreprise.

La composition, les attributions et les modalités de fonctionnement de ces organes sont fixées par les présents statuts (*composition, attributions et modalités de fonctionnement restent à la discrétion de l'établissement, seuls des propositions sont faites ici*).

ARTICLE 5. COMITÉ DE PILOTAGE

Composition. Le comité de pilotage (Copil) est composé : de représentants de l'établissement (*vice-président (VP) recherche ? VP formation ? ...*) ; de représentants des composantes membres (*directeurs ? directeurs adjoints à la recherche ? directeurs adjoint à la formation ? ...*) ; de représentants des laboratoires co-porteurs de CMI (*directeurs ? ...*) ; des acteurs de terrain (*responsables CMI/CBI ? directeur des études CMI/CBI ? référent OSEC ? référent International ? ...*) ; d'invités permanents sans voix délibérative (*directeurs des IUT partenaires ? des écoles partenaires ou des écoles internes ? des écoles doctorales ? des projets PIA ? ...*).

Attributions. Les attributions du Copil sont les suivantes : il élit le responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX ; il émet un avis décisionnaire sur la liste des invités permanents proposés par le responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX ; il propose un schéma stratégique de développement des CMI/CBI de l'établissement ; il valide le plan d'action annuel proposé par le responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX et il suit son exécution.

Fonctionnement. Le Copil est réuni au moins deux fois par an en séance ordinaire. Il est en outre réuni en séance extraordinaire à l'initiative du responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX ou à la demande du tiers de ses membres en exercice. Le Copil est convoqué par le responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX sept jours au moins avant la date de la réunion ; la convocation comporte la mention de l'ordre du jour.

Les séances ne sont pas publiques. Toutefois, le responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX peut inviter à une séance toute personne dont la présence pourrait être utile en fonction de l'ordre du jour. Les personnes invitées n'ont pas de voix délibérative.

Le Copil ne délibère valablement que si la majorité de ses membres en exercice est présente ou représentée.

Un membre du Copil empêché de siéger à une séance peut donner procuration à un autre membre du Copil. Nul membre ne peut être porteur de plus de deux procurations. Si le quorum n'est pas atteint, le responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX procède à une deuxième convocation sur le même ordre du jour ; la séance peut alors se tenir valablement quel que soit le nombre des membres présents ou représentés. Cette seconde réunion ne peut avoir lieu moins de cinq jours ni plus d'un mois après la première.

Les délibérations sont adoptées à la majorité des suffrages exprimés des membres présents ou représentés. Le scrutin secret est obligatoire à la demande du quart des membres présents ou représentés.

Les séances du Copil font l'objet d'un compte rendu qui est publié dans un délai de quinze jours après son adoption par le Copil lors de la séance suivante.

ARTICLE 6. RESPONSABLE

Le responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX est élu par le Copil pour une durée de X ans renouvelable X fois. Sont éligibles les personnels des composantes membres intervenant dans l'un des CMI/CBI de l'établissement et affectés à un laboratoire co-porteur de CMI/CBI. Le dépôt de candidature se fait au plus tard sept jours avant l'élection, auprès d'un membre du Copil désigné par ses membres pour organiser les élections. Le responsable est élu au scrutin secret. La majorité absolue des suffrages exprimés est requise lors du premier scrutin ; au second tour, il est élu à la majorité relative des suffrages exprimés.

En cas de vacance de la responsabilité, le président de l'université nomme un responsable par intérim. Le Copil doit alors élire un nouveau responsable dans un délai d'un mois.

Attributions. Les attributions du responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX sont les suivantes : il présente au Copil un plan d'action annuel, en cohérence avec les objectifs stratégiques de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX ; il désigne les responsables des organes de gouvernance de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX ; il désigne le directeur des études CMI/CBI le cas échéant ; il désigne les référents locaux qui assurent l'articulation avec le Réseau Figure® (*COSEC ? international ? communication ? relations avec l'entreprise ? ...*) ; il pilote l'exécution

du plan d'action annuel en s'appuyant sur les organes de gouvernance de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX et en sollicitant les services des composantes et des instances compétentes de l'établissement ; il préside le bureau exécutif du Copil de CMI/CBI -Figure UNIVERSITÉ XXXX ; il présente au Copil le bilan des actions conduites.

ARTICLE 7. DIRECTEUR DES ÉTUDES CMI/CBI

Le directeur des études CMI/CBI : est garant du respect du référentiel de formation des CMI/CBI ; est garant du respect des règles communes aux CMI/CBI de l'établissement ; assiste les directeurs (trices) des études des composantes membres sur les questions relatives aux CMI/CBI ; il pilote la mise en œuvre des actions d'innovation et d'ingénierie pédagogique dans les CMI/CBI de l'établissement.

ARTICLE 8. BUREAU EXÉCUTIF

Composition. Le bureau exécutif est composé : du (de la) responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX ; du directeur des études CMI/CBI ; des référents locaux ; des responsables CMI/CBI, etc.

Attributions. Les attributions du bureau exécutif sont les suivantes : il élabore le plan d'action annuel, en cohérence avec les objectifs stratégiques de CMI/CBI -Figure UNIVERSITÉ XXXX ; il coordonne et rend compte l'exécution du plan d'action.

Le bureau exécutif développe ses actions en lien avec les deux champs suivants, qu'il peut déléguer en créant des comités spécifiques si besoin- auquel cas des articles peuvent compléter leurs attributions dans les statuts :

- l'**orientation stratégique**, soit orienter la stratégie au niveau local au regard des politiques de site en matière de recherche, de formation et de valorisation ainsi que de l'environnement socio-économique et du développement des systèmes territoriaux d'innovation., représenté par les entreprises, les pôles de compétitivité, les branches professionnelles, les collectivités territoriales, etc. ; pour ce champ d'actions, le bureau exécutif peut s'appuyer sur des représentants de l'établissement et du monde socio-économique (entreprises, pôles de compétitivité, branches professionnelles, collectivités locales, ...) ;

- l'**évaluation et le suivi**, soit mettre en place et gérer le processus d'assurance qualité des programmes CMI/CBI de l'établissement, conformément aux exigences du Réseau Figure® et du label EUR-ACE®, ce qui inclut : l'assistance aux entités responsables de CMI/CBI dans le processus d'autoévaluation et d'élaboration de leur plan d'action, le suivi des plans d'action des CMI/CBI de l'établissement, l'organisation sur site des évaluations par des experts externes dans les phases de suivi et d'accréditation, l'aide à la décision pour ce qui concerne l'évolution des CMI/CBI de l'établissement ; pour ce champ d'actions, le bureau exécutif peut s'appuyer sur l'aide du référent Figure et des personnes concernées, notamment des représentants des étudiants et autres parties prenantes des programmes.

Fonctionnement. Le bureau exécutif se réunit autant que de besoin à la demande du responsable le de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX. Il est présidé par le responsable de CMI/CBI -Figure UNIVERSITÉ XXXX.

ARTICLE 9. RÉVISION DES STATUTS

Les présents statuts sont révisés dans les conditions suivantes :

Une réunion du Copil est convoquée à la demande du responsable de CMI/CBI-Figure UNIVERSITÉ XXXX, du président de l'établissement, d'un membre directeur de composante ou du tiers des membres en exercice du Copil avec, pour ordre du jour, la révision des statuts. Cet ordre du jour doit être accompagné des modifications proposées et être publié huit jours avant la date de la réunion.

L'adoption des modifications s'effectue à la majorité des membres en exercice du Copil.

La révision des statuts n'est effective qu'après approbation par le conseil d'administration de l'établissement et n'est déclaré exécutoire qu'après réception de la délibération correspondante de ce conseil par le recteur de l'académie de XXXX.

Annexe 6. Contrat pédagogique

Cette annexe présente un **exemple** de contrat d'engagement pédagogique dans le Coursus Master en Ingénierie accrédité par le Réseau Figure® et intitulé « Informatique », mis en place par M. Jacquot. Il se décline de la même manière pour les CBI.

Préambule. Le Coursus de Master en Ingénierie (CMI) est une formation universitaire en cinq ans qui prépare aux métiers de l'ingénieur. Ce cursus exigeant est construit sur la base d'un renforcement d'une licence et d'un master. Cette formation est adossée à une structure de recherche qui accueille l'étudiant dès le début de la licence. Cette formation, fortement orientée vers l'innovation, conduit à la maîtrise d'une spécialité dans son contexte socio-économique et au développement d'aptitudes personnelles. Des activités de mise en situation réalisées sous la forme de projets et de stages occupent une part importante de la formation. Elles sont adaptées à chacun des niveaux du cursus et se déroulent en lien étroit avec la structure de recherche et les entreprises partenaires. L'ensemble de ces activités exigent un engagement fort de l'étudiant.

La réussite du cursus par l'étudiant conduit à l'obtention du label CMI-Figure délivré par le Réseau Figure® (Formations à l'Ingénierie par des Universités de Recherche ; en savoir plus sur le web, reseau-figure.fr, Facebook ou LinkedIn) reconnu par l'État dans le cadre du programme investissement d'avenir « initiatives d'excellence en formations innovantes » (IDEFI). Par ce contrat, l'étudiant s'engage à respecter la Charte du Réseau Figure® présentée en annexe A de ce contrat.

Dispositions particulières du Coursus de Master en Ingénierie

Le CMI est une licence et un master renforcés par un ensemble d'activités. Il est ainsi construit sur la base de l'ensemble des unités d'enseignement (UE) des diplômes de licence et master qui constituent le support du Coursus auquel s'ajoutent des UE additionnelles CMI. Ces informations sont fournies dans l'annexe B de ce contrat.

La progression d'un étudiant dans le cursus repose sur un règlement des examens et des modalités de contrôle des connaissances spécifiques décrits dans l'annexe C de ce contrat.

Ces éléments s'ajoutent aux exigences liées à l'obtention des diplômes sur lesquels le cursus est adossé. Chaque année, la poursuite d'étude au sein du cursus est conditionnée par le respect des exigences spécifiques au label CMI évaluées par le jury du CMI. La non-validation d'une année CMI n'empêche pas la possibilité de valider l'année constitutive du diplôme national auquel le parcours CMI est adossé.

L'obtention du label par un étudiant nécessite la validation de l'ensemble des dispositions particulières du cursus et l'obtention des diplômes de licence (ou équivalent) et master.

En cas d'éventuelles difficultés pouvant survenir pendant son cursus et nuire à sa réussite, l'étudiant s'engage à en informer le responsable du cursus. L'étudiant qui souhaite abandonner le cursus en restant inscrit dans le diplôme national, devra notifier sa décision par écrit au responsable du cursus.

L'étudiant reconnaît avoir été informé des dispositions particulières décrites ci-dessus, complétées par les deux annexes jointes, relatives au Coursus de Master en Ingénierie. En outre, l'étudiant s'engage à suivre cette formation en « étudiant responsable », par son assiduité et son implication dans le travail universitaire, en entreprise ainsi que dans la vie de la formation.

Fait à, le L'étudiant

Des informations personnelles, détenues par votre Université, seront transmises au Réseau Figure® pour le suivi et l'établissement de la labellisation de votre cursus. Elles feront l'objet d'un traitement informatique et seront destinées à l'administration du réseau. En application des articles 32, 39 et suivants de la loi du 6 janvier 1978 modifiée, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Si vous souhaitez exercer ce droit et obtenir communication des informations vous concernant, veuillez-vous adresser à : contact@reseau-figure.org

Annexe A : Charte du Réseau Figure® (cf. O.R. blanc ou documents de référence)

Annexe B : Tableau présentant explicitement les UE du diplôme et du complément CMI

La structure générale de la formation en licence et en master dans un Cours Master en Ingénierie est présentée en quatre grandes composantes. Ces quatre grandes composantes sont constituées d'UE appartenant au diplôme dites « diplômantes » ou d'UE additionnelles dites « CMI ».

Le premier tableau vous donne les noms des quatre composantes et leur code couleur.

Le deuxième tableau liste pour chaque semestre de chaque année les UE constituant le diplôme et celles correspondant au complément CMI.

PRE	UE du socle généraliste, disciplines fondamentales (prérequis) : 20% du volume horaire total de travail consacré à la formation	
SPE	UE du socle disciplinaire de spécialité : 50% du volume horaire total de travail consacré à la formation	
SC	UE de sciences connexes ou autres sciences de l'ingénieur : 10% du volume horaire total de travail consacré à la formation	
SHS	UE du domaine transversal d'ouverture sociale, économique et culturelle, incluant les sciences humaines et sociales (SHS), la préparation à la vie professionnelle et UE d'anglais : représente 20% du volume horaire total de travail consacré à la formation	
STAGE	Stages	

Année L1			
UE diplômantes		UE CMI	
Semestre 1			
ECTS		ECTS	
Analyse + Algèbre	6	Anglais	3
Physique et mesures	6	Publication scientifique	3
Bases de la programmation	6		
Méthodologie mathématiques	3		
Sciences pour l'ingénieur	6		
Développement personnel 1	3		
Semestre 2			
Fonctions et suites	6	Intro. aux microcontrôleurs	3
Espaces vectoriels	6	Stage immersion	3
Développement personnel 2	3	Projet d'init. à l'ingénierie logicielle	3
Algorithmique et prog. Objet	6		
Bases de données	6		
Anglais renforcé	3		
Année L2			
UE diplômantes		UE CMI	
Semestre 3			
Analyse et modélisation de S.I.	6	Éléments d'algèbre pour l'info.	6
Architecture des ordinateurs	6	Développement personnel 4	3
Algo. et structures de données	6		
Logique et déductions	6		
Développement personnel 3	3		
Anglais	3		
Semestre 4			
Langages du web et sites dyn.	6	Projet de recherche documentaire	3
Système et programmation système	6		
Programmation objets avancée	6		
Probabilités élémentaires	6		

R&D et entreprise	3		
Anglais	3		
UE diplômantes		Année L3	
		UE CMI	
		Semestre 5	
Systèmes et réseaux	6	Électronique programmable	3
Méthodes et outils pour la prog.	3	Environnement socio-économique 1	3
Prog. fonctionnelle et scripts	6		
Théorie des langages	6		
Sécurité	6		
Anglais	3		
		Semestre 6	
Web avancé	3	L'entreprise et préparation à la recherche de stage	3
Modélisation et conception O. O.	3		
Analyse syntaxique et XML	6		
Projet intégrateur	6		
Anglais	3		
Stage de spécialisation	9		
		Année M1	
UE diplômantes		UE CMI	
		Semestre 7	
	ECTS		ECTS
Compilation	4+2	Environnement socio-économique 2	3
Génie Logiciel	4+2	Développement personnel 5	3
Réseau	6		
Prog. mobile et architectures log.	6		
Graph algorithms	6		
		Semestre 8	
Méthodes et outils pour l'IA	5+1	Environnement socio-économique 3	3
Systèmes communicants synchrones	5+1	Environnement socio-économique 4	3
Option informatique :	6		
- Informatique embarquée			
- Informatique graphique			
- Programmation avancée			
Spécification et preuve de prog.	6		
Projet en anglais	3		
Développement personnel 6	3		
		Année M2	
UE diplômantes		UE CMI	
		Semestre 9	
Test fonctionnel	3	Environnement socio-économique 5	3
Prog. d'architectures multi-tiers	6	Développement personnel 7	3
Calculabilité et NP-complétude	3		
Spécialité du S9 : 5 UE à 3 ECTS	15		
Anglais	3		
		Semestre 10	
Projet de spécialité	6	Environnement socio-économique 6	3
Stage	24	Environnement socio-économique 7	3

Annexe C : Modalités de contrôle des connaissances

La vocation du CMI est de **labelliser** une formation en 5 ans menant à des fonctions **d'ingénieur expert**.

L'obtention du diplôme auquel est adossé le CMI est régi par le règlement des examens et les modalités de contrôle des connaissances (MCC) en vigueur dans l'établissement porteur du diplôme (ces informations sont disponibles à l'université sur le site web).

La labellisation par le Réseau Figure® obéit à un ensemble de règles définies nationalement par le Réseau Figure®. Ces règles s'ajoutent aux exigences locales liées à la délivrance du diplôme.

Une année CMI est constituée de deux types d'unités d'enseignement (UE) :

- Des UE dites « diplômantes » : UE constitutives du diplôme de licence ou de master dans lequel l'étudiant est inscrit.
- Des UE additionnelles dites « CMI » : UE concourant à l'attribution du label CMI mais pas à la validation du diplôme national de licence ou master.

UE CMI et diplôme :

- Une UE CMI peut être une UE constitutive d'un diplôme autre que celui dans lequel l'étudiant est inscrit, une UE constitutive du diplôme dans lequel l'étudiant est inscrit mais qui n'avait pas été choisie par l'étudiant et qui n'entre pas en compte dans la délivrance du diplôme national dans lequel il est inscrit ou une UE spécifiquement créée pour le CMI.
- Une UE CMI ne peut en aucun cas contribuer à l'obtention du diplôme national : il y a étanchéité entre les UE additionnelles dites « CMI » et les UE dites « diplômantes ».

Certifications (anglais, informatique et internet) :

- Anglais : une certification de type B2 est exigée en fin de M2 et ciblée dès la fin de licence. Le niveau B2 caractérise un « utilisateur indépendant – avancé » (ex : certificat de compétences en langues de l'enseignement supérieur (CLES) 2).
- Informatique et internet : la certification informatique s'obtient via une plateforme en ligne d'évaluation, de développement et de certification des compétences numériques (PIX).

Compensation au sein des « blocs » de connaissances et compétences :

Comme précisé dans l'annexe B les connaissances et compétences acquises dans le cadre d'un CMI peuvent être réparties en quatre blocs qui expriment un équilibre pédagogique caractéristique défini sur l'ensemble des cinq années du cursus.

- Tous les blocs de connaissances et compétences constitutifs de l'année CMI (UE diplômantes + UE CMI) doivent être individuellement validés. Seule la compensation annuelle intra-bloc est autorisée. Il n'y a pas de compensation possible entre les blocs constitutifs de l'année.
- Les UE « projets » sont intégrées dans les blocs, elles ne sont pas traitées à part comme les stages.
- Les stages n'appartiennent à aucun bloc et sont validés séparément.

Validation des stages :

- Chaque stage présent dans le cursus CMI (qu'il soit inclus dans le diplôme ou mis en place spécifiquement pour le label CMI) doit être individuellement validé. Les notes de stages n'entrent dans aucune compensation : elles ne sont pas compensables entre elles ni ne compensent la ou les notes d'une autre UE.
- Le thème du stage ainsi que les entreprises, associations ou établissements publics qui accueillent le stagiaire doivent être validés par l'équipe pédagogique.

- Les stages inclus dans les diplômes sont évalués selon les MCC régissant le diplôme ; leur prise en compte pour le label CMI-Figure nécessitera en outre la remise d'une fiche d'analyse de stage si elle n'est pas prévue dans les MCC du diplôme.
- Les stages mis en place spécifiquement dans le cadre du label sont évalués par au minimum deux évaluations (une qui porte sur le rapport écrit et une qui porte sur la soutenance dudit rapport). Ces stages donnent obligatoirement lieu à la mise d'une fiche d'analyse de stage.

À l'issue des cinq ans, un étudiant ayant validé tous les blocs par année et les stages, obtient le label CMI.

La seconde session :

La validation d'une année de formation CMI peut avoir lieu en deuxième session. L'accès à la deuxième session n'est pas de droit.

Attribution de mention :

Le label CMI n'est jamais assorti d'une mention.

Redoublement :

- Sauf disposition particulière validée par le jury du CMI, un cursus classique de master en ingénierie doit être effectué en 5 ans à partir de la première inscription dans ledit cursus.
- Le redoublement peut être autorisé exceptionnellement sur justification médicale ou pour d'autres raisons laissées à l'appréciation du jury CMI.

Relevé de notes CMI :

Un relevé de notes annuel CMI est délivré à tout étudiant régulièrement inscrit.

Forme de délivrance du label :

À l'issue des 5 ans de formation CMI, l'étudiant ayant satisfait aux exigences du label se verra remettre un certificat attestant de la labellisation CMI de son cursus.



Réseau Figure
COMPRENDRE • EXPLORER • TRANSFORMER



<http://reseau-figure.fr/>