



**Délibération n°2023-63**  
**Le Conseil d'administration, en sa séance du 8 décembre 2023**  
**sous la présidence de Monsieur Marc CHÉREAU,**

- Vu** le code de l'éducation, notamment les articles D.741-7 et D.741-8,
- Vu** le décret n°2000-271 du 22 mars 2000 portant organisation des écoles nationales d'ingénieurs,
- Vu** le règlement intérieur de l'ENIB,
- Vu** le règlement intérieur du Conseil d'administration de l'ENIB,
- Vu** la délibération du Conseil d'administration n°2020-38 relative au fonctionnement des conseils statutaires en matière de délibération à distance,
- Vu** l'avis du Conseil pédagogique du 23 novembre 2023 (favorable à l'unanimité),

**Prend la délibération suivante :**

**Objet de la délibération :**

*Document boussole – Descriptif des compétences visées par le diplôme ENIB*

Pièce(s) jointe(s) à la délibération :

Document cité en objet

Le Conseil d'administration approuve à l'unanimité le document boussole décrivant les compétences visées par le diplôme ENIB, joint à la présente délibération.

**Résultats du vote :**

Nombre de membres en exercice :	24	Pour :	20
Nombre de membres présents :	18	Contre :	0
Nombre de membres représentés :	2	Abstentions :	0
Nombre de votants :	20	Blanc/Nuls :	0
		NPPV :	0

**Délibération adoptée à l'unanimité des votes exprimés**

Fait le 15 décembre 2023

Le président du Conseil d'administration

Marc CHÉREAU

**Publicité et modalités de recours**

Opposabilité et information des tiers, des personnels et usagers :

- Transmis au Recteur de région académique le 15 décembre 2023 ;
- Affiché le 15 décembre 2023.

Les délibérations du conseil d'administration, qui revêtent un caractère réglementaire (général et impersonnel), entrent en vigueur dans un délai de quinze jours suivant leur réception par le recteur de région académique, en l'absence d'opposition dans ce délai.

Aux termes de l'article R421-1 du code de justice administrative, le Tribunal administratif de Rennes peut être saisi d'un recours formé contre la présente délibération dans un délai de deux mois à compter de son affichage ou de sa publication. Durant le délai de recours contentieux, un recours gracieux peut également être exercé auprès du Directeur de l'ENIB. Ce recours gracieux interrompt le délai de recours contentieux qui ne courra à nouveau qu'à compter de la notification de sa réponse expresse. En application de l'article R.421-2 du Code de justice administrative, le silence gardé pendant plus de deux mois par l'autorité compétente vaut décision de rejet.

Le tribunal administratif peut être saisi par voie dématérialisée en utilisant l'application Télérecours : <https://www.telerecours.fr>

# Document Boussole

## Détail des compétences et acquis d'apprentissage terminaux du diplôme d'ingénieur-e ENIB

Ce document décrit les compétences visées par le diplôme d'ingénieur ENIB en détaillant de façon plus précise les acquis d'apprentissages visés terminaux (AAT) et en précisant la progression au sein de chaque AAT pendant les 5 ans de formation. Il a vocation à servir de « boussole » dans la construction et la modification du programme pédagogique pour s'assurer que les acquis d'apprentissages visés des unités d'enseignement du programme permettent d'acquérir les compétences décrites.

### Notes :

1. Au moment d'uniformiser la présentation de ce document, la question du genre utilisé pour désigner les étudiants et étudiantes s'est posée aux rédacteurs. Les éniubiens ? Les éniubien-ne-s ? Les étudiant-e-s ? Les futur-e-s ingénieur-e-s ? Il et elle ? Iel ? Aucune réponse n'est pleinement satisfaisante. La convention qui veut que « le masculin l'emporte » ne fait plus l'unanimité et les expérimentations inclusives posent d'autres problèmes, d'ordre pratique et éthique.

La solution la plus commode nous a semblé d'intituler l'ensemble du document de façon ouverte (**l'élève** pendant la formation puis **l'ingénieur-e ENIB** à l'issue de la formation) et, dans le détail de la rédaction, de recourir à la convention épiciène du masculin, faute de mieux.

2. Les affectations de semestres qui figurent ci-dessous seront révisées pour tenir compte des relations de précedence entre les différents éléments (prérequis) et de l'équilibre de la charge entre les semestres.

## Lexique / Terminologie :

- **Cahier des charges** : document qui réunit le cahier des charges fonctionnel et les spécifications techniques.
  - **Cahier des charges fonctionnel** : décrit les fonctions qu'une solution doit assurer pour répondre aux besoins/exigences du commanditaire.
  - **Spécifications techniques** : définit le cadre et toutes les contraintes (techniques, économiques, environnementales, sociétales) à respecter dans la solution à concevoir.
- **Conception** : étape de développement d'une solution qui inclut les études de faisabilité, l'évaluation de différentes approches et la création de plans, de schémas, de modèles et de spécifications techniques précises pour tous les composants du produit.
- **Contexte international et interculturalité** : renvoie aux missions conduisant l'ingénieur à entrer en contact avec des collaborateurs basés dans des pays autres que celui où il réside ou exerce habituellement et au cours desquelles il est amené à utiliser une langue différente de sa langue usuelle, tant dans le cadre du travail que pour les démarches relevant de la vie pratique. Dans ce contexte, il est également capable d'agir en tenant compte des spécificités culturelles de ses interlocuteurs, au-delà de la langue : communication non-verbale appropriée, suspension temporaire du jugement, ouverture d'esprit, empathie. Ces missions n'impliquent pas nécessairement un déplacement à l'étranger.
- **Modélisation** : processus de création de représentations simplifiées et/ou abstraites d'un système réel ou d'un phénomène, dans le but de mieux comprendre, analyser, prédire ou optimiser son comportement.
- **Produit** : résultat tangible (par exemple appareil électronique, robot) ou intangible (par exemple logiciel, système) d'un processus d'ingénierie, qui répond à un cahier des charges donné.
- **Projet** : ensemble d'activités organisées et planifiées de manière systématique pour atteindre un objectif spécifique dans un délai déterminé et en respectant des ressources allouées.
- **Prototype** : « objet » physique ou virtuel du produit pour tester et valider les concepts et les fonctionnalités. Il est testé rigoureusement pour identifier et corriger les éventuels problèmes et s'assurer qu'il respecte le cahier des charges.
- **Simulation** : processus qui implique l'utilisation d'un modèle pour reproduire numériquement ou physiquement le comportement d'un système réel dans un environnement contrôlé, afin de comprendre son fonctionnement, d'explorer différents scénarios et d'évaluer les performances dans des conditions variées.
- **Simple & Complexe** : on parle de cas simple lorsqu'il est généralement restreint en termes de portée et de complexité. Un cas simple vise principalement à développer des compétences techniques de base. En revanche, un cas complexe implique une portée plus large, des interactions plus nombreuses et une approche plus systémique pour résoudre les problèmes posés.
- **Solution technique** : système technique composé de blocs fonctionnels.

## **A - Interroger et traduire en termes techniques les besoins exprimés par un commanditaire afin de produire un cahier des charges qui prend en compte les usages, les contraintes, risques et implications techniques, économiques, environnementaux et sociétaux.**

Pour aboutir à un document précis (le cahier des charges), cette compétence implique l'utilisation d'une large palette de méthodes d'expression et d'analyse du besoin, un vaste panorama de l'état du monde (physique, technique, économique, écologique, etc.) et des capacités d'imagination prospective.

Cette compétence englobe à la fois l'analyse du besoin lors de la création d'une solution/d'un produit (lecture de marché, impacts et risques du produit sur son écosystème) mais également lors de l'implémentation d'une fonctionnalité d'un produit déjà existant. La demande peut être exprimée par un client mais également par un supérieur dans l'entreprise.

### **A1 - Formuler de manière non ambiguë les demandes et les besoins exprimés en mettant en œuvre des méthodes pertinentes et faire valider la reformulation de la demande/du besoin par le commanditaire.**

À l'issue de la formation, l'ingénieur-e ENIB est capable de récolter un besoin, en mettant en œuvre différentes méthodes : discussion client, observation, enquête de terrain, méthodes centrées utilisateur, etc. Il devra être capable de clarifier le besoin exprimé, de le préciser et de le questionner. Le besoin peut venir d'un client ou d'un supérieur. Cette étape nécessite de comprendre le besoin de façon globale (dans quel écosystème s'inscrit le projet) et, le cas échéant, de dépasser le besoin tel qu'il est formulé pour identifier ce qui n'est pas exprimé et vérifier l'adéquation du besoin avec les objectifs généraux (environnementaux, sociétaux, usages, etc.) du commanditaire. À partir de cette analyse, un retour vers le client doit être effectué, par écrit ou oral, pour vérifier et valider que la demande du commanditaire a été bien interprétée.

#### **Exemple de situation :**

Suite à une demande d'un commanditaire, l'ingénieur-e ENIB identifie premièrement les (catégories) d'utilisateurs cibles, s'appuie sur le concept d'interview pour clarifier et définir les besoins et attentes des utilisateurs dans l'objectif final de proposer un prototype d'interfaces répondant à l'ensemble des besoins des parties prenantes. La démarche étant itérative, l'ingénieur-e ENIB sera capable de prendre du recul sur sa proposition et pourra proposer des adaptations en fonction des (nouveaux) enjeux identifiés.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S2) :** L'élève est capable de formaliser une expression d'un besoin simple en termes techniques et en documentant son travail ; il est capable de prendre en compte un point de vue différent du sien et de faire preuve d'esprit critique par rapport au besoin exprimé en mobilisant les méthodes de l'entretien et de l'enquête.

**Marche 2 (S7) :** L'élève est capable de prendre en compte des points de vue plus variés et plus larges (acteurs du monde du travail, impératifs environnementaux et sociétaux, utilisateur final) afin de reformuler un besoin exprimé. Il a étoffé ses méthodes d'entretien et d'enquête. Il est capable de s'assurer que son interprétation des demandes et des besoins est validée par le commanditaire.

**Marche 3 (S10) :** L'élève est capable de traduire par lui-même un besoin d'utilisateurs réels à l'École comme dans le monde du travail (stage ou autre). Il s'appuie sur toutes les méthodes d'entretien et d'enquête acquises au long du cursus.

## **A2 - Déterminer les contraintes, risques et implications techniques, économiques, environnementaux et sociétaux en prenant en compte le cycle de vie de la solution à mettre en œuvre.**

À partir d'un besoin correctement défini, l'ingénieur-e ENIB est capable d'identifier de façon complète et exacte les contraintes, risques et implications du produit selon différents points de vue :

- technique : contraintes et compatibilités matérielles, sécurité, chaîne logistique (« *supply chain* »), etc.
- économique : contraintes de coût, potentiel de développement et lecture du marché
- environnemental : définir les effets du produit sur l'environnement en prenant en compte le cycle de vie global et identifier les contraintes qui permettront de minimiser leur impact (durabilité, réparabilité, performance, etc.)
- sociétal : impact sur l'écosystème, effet rebond, éthique (p. ex. : vie privée), etc.

Une fois les contraintes identifiées et formulées de façon adéquate, l'ingénieur-e ENIB établit différents scénarios permettant de les prioriser puis de les intégrer au cahier des charges.

### **Exemple de situation :**

Lors de la conception d'un nouvel emballage alimentaire, l'ingénieur-e ENIB identifie les contraintes techniques liées à la résistance à l'humidité. Il/Elle évalue les risques économiques potentiels liés aux coûts de production plus élevés. Sur le plan environnemental, il/elle analyse l'impact des matériaux sur le cycle de vie, optant pour des options plus durables. Enfin, sur le plan sociétal, il/elle consulte des groupes de consommateurs pour garantir que l'emballage répond aux attentes des clients en matière de praticité et de sécurité.

### **Progression :**

**Marche 1 (S5) :** Pour une solution technique donnée, l'élève est capable de décrire les enjeux économiques, environnementaux, sociétaux et leurs implications.

**Marche 2 (S9) :** L'élève est capable d'appliquer des outils d'évaluation des implications économiques, environnementales, sociétales (bilan carbone, ACV, AMDEC, Analyse de risques, ...) sur un projet sur lequel il travaille.

**Marche 3 (S10) :** L'élève est capable d'intégrer, à chaque étape de rédaction du cahier des charges, des réponses prenant en compte les enjeux économiques, environnementaux, sociétaux d'une solution à mettre en œuvre / d'un produit à réaliser.

## **A3 - Proposer des spécifications fonctionnelles et un cahier des charges après analyse d'une demande ou d'un besoin bien défini.**

Un premier objectif est d'être capable de formuler des spécifications fonctionnelles. Ces dernières peuvent être de deux types :

- Les spécifications fonctionnelles du besoin (externes) qui aboutissent à une expression fonctionnelle du besoin. Cette dernière est composée des fonctions principales et des fonctions contraintes du produit. Elles définissent le pourquoi du produit.
- Les spécifications fonctionnelles techniques (internes) qui aboutissent à l'architecture fonctionnelle du produit. Elles définissent des pistes de solutions du comment du produit.

Pour chaque spécification fonctionnelle, il faut :

- Recenser les fonctions
- Ordonner les fonctions
- Caractériser les fonctions
- Hiérarchiser/pondérer les fonctions
- Valoriser les fonctions.

La spécification du besoin technique pourra avoir diverses formes, mais devra permettre de proposer une architecture attendue du produit. Cela pourra, par exemple, prendre la forme de scénarios ou d'*user stories*, de graphes fonctionnels, de diagrammes UML, FAST, de graphes d'états ou autres.

Un deuxième objectif consiste à être capable de rédiger un cahier des charges fonctionnel comportant les éléments suivants :

- une description claire et précise des objectifs et des justificatifs du projet
- une estimation des ressources (temps, argent, personnel) nécessaires pour mener à bien le projet et des contraintes à respecter
- un plan de gestion des risques
- une description des parties prenantes et de leurs rôles dans le projet
- les livrables

Un troisième objectif est d'intégrer les spécifications fonctionnelles et la prise en compte des usages, contraintes, risques et implications techniques, économiques, environnementaux et sociétaux dans un cahier des charges complet.

### **Progression :**

**Marche 1 (S2) :** L'élève est capable de décrire la finalité de l'analyse fonctionnelle et de la mettre en œuvre sur un exemple simple. Il sait créer des spécifications fonctionnelles (externes) du produit et rédiger une expression fonctionnelle du besoin. Pour chaque fonction, il saura spécifier des critères et niveaux d'acceptation ainsi que des classes de flexibilité.

**Marche 2 (S6) :** À partir de l'analyse d'un besoin / d'une demande, l'élève est capable de proposer des spécifications fonctionnelles. Il peut citer, décrire et justifier les éléments normés d'un cahier des charges fonctionnel. Il peut rédiger un cahier des charges fonctionnel dans un domaine applicatif de sa formation sur un exemple simple.

**Marche 3 (S10) :** L'élève est capable de mettre en œuvre une analyse fonctionnelle dans les différents contextes auxquels il pourrait être confronté en utilisant une variété d'outils et de méthodes. Il/elle est ainsi capable de produire un cahier des charges qui prend en compte les fonctions à réaliser ainsi que les usages, les contraintes, risques et implications techniques, économiques, environnementaux et sociétaux.

## **B - À partir d'un cas, définir les problèmes scientifiques à résoudre, les analyser, les modéliser et proposer une ou plusieurs solutions en adoptant une démarche rigoureuse de recherche.**

### **B1 – Spécifier les problèmes scientifiques à résoudre et, pour chaque problème, en référence avec l'état de l'art, comparer les solutions existantes.**

À partir du cahier des charges défini et des spécifications fonctionnelles, l'ingénieur-e ENIB sait identifier les différents problèmes (mathématiques, physiques, etc.) qui doivent être résolus (par exemple quels phénomènes doivent être expliqués).

Pour chaque problème, il est capable de :

- proposer une ou des hypothèses explicatives (simplificatrices ou non) ;
- identifier, rechercher des solutions possibles en élaborant un état de l'art ; il s'appuie pour cela sur des compétences de recherche d'information (cf AAT E1) ;
- si des solutions existent, identifier les avantages et inconvénients des solutions existantes.

#### **Exemple de situation :**

À partir d'un cahier des charges pour la conception d'un séchoir à filament, l'ingénieur-e ENIB doit établir un état de l'art sur les différents systèmes existants par une recherche informationnelle à la fois sur des produits commerciaux et sur l'état des recherches dans la thématique. Cet état de l'art lui permet d'identifier les différentes techniques utilisées et de définir les paramètres primordiaux du système à concevoir, ce qui l'amène à constater qu'aucun produit existant ne correspond complètement aux besoins.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S4) :** À partir d'un problème donné, l'élève sait, à l'aide des indications fournies, lister les phénomènes à expliquer et proposer des hypothèses pour spécifier un problème. Il ou elle sait reconnaître dans un problème physique la nécessité d'utiliser des concepts et des méthodes mathématiques (algèbre linéaire, matrices, équations différentielles, probabilités continues, etc.). Il ou elle sait appliquer une démarche scientifique (recherche informationnelle, hypothèses, protocole, raisonnement, conclusion) pour évaluer la validité d'une affirmation.

**Marche 2 (S7) :** L'élève, à partir d'un cahier des charges et en contexte potentiellement pluridisciplinaire, sait identifier les problèmes scientifiques à résoudre. Il ou elle est capable de proposer des hypothèses simplificatrices et d'effectuer une recherche bibliographique sur une question scientifique afin d'identifier les solutions existantes.

**Marche 3 (S10) :** L'élève est capable, à partir d'un cahier des charges fourni en contexte professionnel et/ou en autonomie, de définir avec précision les problèmes scientifiques à résoudre et, pour chaque problème, via un état de l'art, d'identifier les solutions existantes et d'en lister les avantages et inconvénients respectifs.



## **B2 - Identifier des modèles mathématiques, physiques ou informatiques pertinents et les adapter à des situations analogues, qu'elles relèvent ou non de la même discipline.**

Cet AAT est relatif à la notion de modélisation et de transfert de connaissances. L'ingénieur-e ENIB est capable :

- à partir d'un problème défini de proposer une modélisation formelle ;
- d'identifier si une solution proposée dans une autre discipline ou un autre contexte repose sur un modèle qui peut être utilisé pour résoudre le présent problème ;
- d'utiliser ou adapter cette solution dans le contexte actuel.

### **Exemples de situation :**

- À partir d'un cahier des charges, élaborer une modélisation sous forme d'équations aux dérivées partielles. Au moyen d'un état de l'art, identifier si possible des techniques connues de résolution du problème ainsi modélisé, qu'elles soient formelles ou numériques. Sinon, proposer une résolution originale.
- Identifier dans la modélisation d'un système masse-ressort une équation différentielle du même type que celle modélisant un circuit RLC. Utiliser la simulation numérique de ce dernier et les analogies entre les paramètres des deux modèles, afin de produire des déductions sur le système masse-ressort.

### **Progression :**

**Marche 1 (S4) :** En contexte disciplinaire, sur la base d'indications fournies, l'élève sait **reconnaître** et est capable d'utiliser les types classiques d'équations, de modèles simples, de structures de programmation, etc. pour modéliser et résoudre des problèmes disciplinaires simples. Il sait les **reproduire** dans des contextes similaires et évaluer l'influence des paramètres de ces différents modèles.

**Marche 2 (S7) :** En contexte disciplinaire et pluridisciplinaire, l'élève sait faire appel à des modèles mathématiques, physiques ou informatiques et les adapter ou les enrichir. Cela peut nécessiter d'identifier les différences entre la situation d'origine et la situation similaire, puis de modifier les paramètres ou les variables dans le modèle pour qu'il s'applique à la nouvelle situation. Cette étape nécessite une certaine créativité et une capacité à appliquer les concepts scientifiques de manière flexible.

**Marche 3 (S10) :** En situation professionnelle, l'élève sait de façon autonome construire des modèles mathématiques, physiques ou informatiques traduisant fidèlement la complexité du problème posé.

### **B3 - Dans différents contextes et dans des situations complexes, mettre en œuvre des raisonnements et des techniques de calcul formel et numérique permettant de trouver des solutions au problème posé.**

La résolution de problèmes scientifiques passe par une étape concrète de mise en œuvre d'outils calculatoires et donc principalement mathématiques, outils que l'ingénieur-e ENIB est capable d'utiliser. Si une solution est calculable formellement, ce calcul nécessite des outils algébriques et/ou analytiques. Sinon, elle doit être estimée numériquement, y compris via des outils statistiques.

#### **Exemples de situation :**

- Dans le contexte de la reconnaissance de pièces manufacturées dans une chaîne de production automatisée, l'ingénieur-e ENIB peut être confronté à des variations de forme, de taille et d'orientation des pièces, ainsi qu'à des conditions de luminosité changeantes. Pour résoudre ce défi, il sera capable de mettre en œuvre des techniques de prétraitement pour éliminer le bruit des images et améliorer la netteté des pièces. Il sera ensuite capable d'utiliser des algorithmes de détection de contours pour identifier les caractéristiques des pièces ; d'appliquer des méthodes de calcul formel pour modéliser les variations possibles des pièces, et des techniques de calcul numérique pour classer les pièces en fonction de leurs caractéristiques géométriques. Il fera preuve de raisonnements complexes pour gérer des erreurs de détection et des situations imprévisibles liées à la chaîne de production.
- Sur un système technologique à commander, l'ingénieur-e ENIB sera capable de proposer et écrire une loi de commande adéquate, réaliser le réglage de cette loi par calcul analytique ou simulation numérique dans le but de satisfaire à des performances requises.
- L'ingénieur-e ENIB sera capable de dimensionner une installation photovoltaïque en fonction de besoins précis. Par exemple, il sera capable de modéliser la course du soleil dans le ciel pour pouvoir calculer, de façon formelle, l'orientation optimale de panneaux fixes (méthodes de minimisation par les moindres carrés). Dans le cas d'une installation asservie, il sera capable d'utiliser les équations donnant la course du soleil pour suivre celui-ci. Dans tous les cas, l'ingénieur-e sera capable de calculer, numériquement, les rendements moyens attendus, ainsi que les variations envisageables en fonction de l'efficacité des panneaux (météo, usure etc.), via une étude de sensibilité.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S4) :** En contexte disciplinaire, l'élève sait répliquer et appliquer des mécanismes simples de raisonnement, de calcul et de programmation nécessaires pour les disciplines des sciences de l'ingénieur.

**Marche 2 (S7) :** Dans le cadre applicatif des domaines de l'ingénierie de l'ENIB (traitement du signal, microprocesseur, asservissement, résistance des matériaux, etc.), l'élève est capable d'opérer des choix justifiés pour mener à bien ses raisonnements et ses calculs pour résoudre des problèmes disciplinaires et pluridisciplinaires.

**Marche 3 (S10) :** En contexte professionnel (stage ou autres) et dans des situations complexes, l'élève construit son raisonnement et met en œuvre des techniques avancées de calcul formel et numérique, permettant de trouver des solutions au problème posé.

## **B4 - Évaluer la justesse d'une solution en précisant l'erreur, en vérifiant le réalisme, les ordres de grandeur et la cohérence par rapport à l'hypothèse de départ.**

Suite à la mise en œuvre de techniques de calcul ou d'algorithmes, l'ingénieur-e ENIB est capable de :

- comparer la solution obtenue par rapport à l'hypothèse initiale ;
- vérifier si les unités sont cohérentes et si l'ordre de grandeur obtenu est réaliste en comparant aux prévisions, à l'état de l'art ;
- estimer formellement ou numériquement l'erreur commise, et distinguer les différents types d'erreur : erreur d'arrondi, de consistance (due à l'algorithme proprement dit), d'instabilité numérique, de conditionnement de matrices, etc. ;
- valider si la solution convient par rapport au problème posé.

### **Progression :**

**Marche 1 (S4) :** L'élève est capable de dire si la solution donnée ou obtenue répond de manière satisfaisante à la problématique posée, en vérifiant qu'elle est suffisamment précise et réaliste par rapport au contexte : cohérence avec les unités, les ordres de grandeur attendus et compatibilité avec les contraintes physiques et techniques du problème posé.

**Marche 2 (S7) :** L'élève est capable de comparer la solution donnée à celle qui est attendue, en identifiant les écarts éventuels et en quantifiant les erreurs. Il sait notamment mettre en œuvre des outils théoriques ou numériques pour estimer la pertinence d'une méthode d'approximation de la solution.

**Marche 3 (S10) :** L'élève est capable, en milieu professionnel (stage ou autres) et situation plus complexe qu'à l'école, de vérifier la cohérence d'une solution avec les contraintes physiques, techniques, économiques ou sociales en jeu et avec le respect des normes et standards applicables. Il sait aussi évaluer la justesse de cette solution en quantifiant l'erreur.

**C - Concevoir un système technique, dans les domaines de l'électronique, de l'informatique et de la mécatronique, répondant à un cahier des charges donné et aux enjeux environnementaux et sociétaux.**

**C1 - Déterminer l'architecture d'un système qui répond à un cahier des charges en déterminant des blocs fonctionnels et réaliser son schéma d'ensemble complet présentant les interdépendances et la communication entre les éléments qui la constituent.**

L'ingénieur-e ENIB possède une vision d'ensemble des systèmes qu'il doit développer, sans se restreindre à un seul bloc fonctionnel. Il est capable, en utilisant un outil de modélisation graphique (ex : UML, GEMMA, SADT, schéma blocs), de proposer une architecture qui comporte les spécifications précises des blocs fonctionnels et de leurs entrées et sorties pour permettre d'assurer la bonne communication entre (sous-)systèmes.

**Progression :**

**Marche 1 (S2) :** l'élève est capable de construire et de représenter une **architecture simple** (simple = peu d'éléments, peu d'interactions et interactions élémentaires entre ces éléments) qui répond à un cahier des charges simple. Dans le contexte d'un travail et sur la base des indications fournies, il peut créer une architecture simple.

**Marche 2 (S6) :** l'élève est capable de construire et de représenter une **architecture élaborée** qui répond à un cahier des charges en utilisant un formalisme imposé (élaboré = plus d'éléments, plus d'interactions, interactions plus complexes à définir). Il peut raisonner sur ces architectures et les modifier pour les adapter à un contexte donné. Quelle que soit la solution technique apprise, l'élève peut la contextualiser dans l'architecture d'un système qui répond à un cahier des charges (lien nécessaire avec C2).

**Marche 3 (S9) :** L'élève est capable de **construire et de représenter** une **architecture complexe**, pluridisciplinaire en utilisant en **autonomie** le formalisme le plus adéquat pour répondre à un cahier des charges [pour lequel il n'y a pas de solution identifiée a priori].

## **C2 - Pour chaque bloc fonctionnel, concevoir et dimensionner des solutions techniques conformes au cahier des charges en produisant une documentation appropriée.**

L'ingénieur-e ENIB est capable de concevoir et dimensionner des blocs fonctionnels intégrés à un système technique ; d'utiliser éventuellement une démarche itérative jusqu'à la validation de la conformité au cahier des charges ; d'adapter sa documentation à l'usage et au besoin.

### **Exemples de situation :**

- Réaliser une fonction d'authentification à une application et sa documentation pour en permettre son intégration.
- Concevoir un filtre numérique sur un microcontrôleur pour le débruitage d'un signal issu d'un capteur en vue d'une meilleure exploitation de l'information.
- Pour une partie opérative donnée, écrire le grafset définissant les spécifications fonctionnelles de la trajectoire d'une pince et ses schémas de câblage.
- Pour une fonction de guidage en rotation, réaliser un modèle CAO représentant les choix technologiques de mise en position et de transmission des efforts.

### **Progression :**

**Marche 1 (S3) :** À partir de la spécification d'un bloc fonctionnel (issue d'un cahier des charges), l'élève est capable (1) d'analyser une proposition de conception et de dimensionnement d'une solution technique fournie et (2) de proposer une conception et un dimensionnement d'une solution technique répondant à la spécification.

**Marche 2 (S6) :** À partir de la spécification d'un système composé de plusieurs blocs fonctionnels (issue d'un cahier des charges mais nécessitant une interprétation), l'élève est capable de concevoir et de dimensionner une solution technique complète répondant à la spécification. Il est également capable d'**identifier les contraintes et les limites** des blocs fonctionnels conçus. Il est capable de vérifier et de dimensionner sa solution et de produire une documentation adéquate.

**Marche 3 (S10) :** Dans le cadre d'un projet partant d'un besoin réel avec un commanditaire, l'élève est capable pour chaque bloc fonctionnel, de concevoir et dimensionner des solutions techniques conformes au cahier des charges en produisant une documentation appropriée.

### **C3 - Définir l'ensemble des tests permettant de valider les performances de la solution à implémenter**

À la vue des blocs fonctionnels d'un système, l'ingénieur-e ENIB est capable de définir l'ensemble des tests qui permettront de valider les performances de la solution à implémenter.

#### **Exemples de situations :**

Cela peut concerner, par exemple, l'identification des points de mesure pertinents dans un système électronique, les contraintes mécaniques à surveiller dans un système mécanique, le contrôle des temps de réponses attendus pour un traitement informatique.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S4) :** À partir des spécifications des blocs fonctionnels d'un système, l'élève est capable de choisir des tests permettant de valider chaque élément d'une solution (conception) proposée : il ou elle est capable de proposer des méthodes de mesures et de contrôle pour effectuer des tests unitaires sur des dispositifs (circuits, programmes...) élémentaires.

**Marche 2 (S6) :** À partir des spécifications fonctionnelles des blocs fonctionnels d'un système, l'élève est capable de proposer un protocole de tests permettant de valider une solution (conception) proposée dans son ensemble.

**Marche 3 (S10) :** L'élève est capable de définir, de manière autonome, les tests permettant de valider la solution proposée, c.-à-d. de proposer des méthodes de tests lors d'intégration de fonctionnalités (matérielles et/ou logicielles) et de critiquer la méthodologie de test en vue de l'améliorer (amélioration continue).

#### **C4 - Proposer des solutions répondant au mieux aux implications environnementales ou sociétales négatives tout au long du cycle de vie de la solution.**

L'ingénieur-e ENIB est capable de comparer la solution conçue avec d'autres solutions en termes d'implications techniques, environnementales et sociétales, en prenant en compte, par exemple, le cycle de vie du produit et l'ensemble des vulnérabilités.

##### **Exemple de situation :**

Concevoir un chargeur de téléphone portable à faible consommation d'énergie, utilisant des matériaux recyclés pour sa fabrication, et conçu pour être facilement démontable et réparable.

##### **Progression :**

**Marche 1 (S5) :** L'élève est capable, sur une architecture fonctionnelle simple fournie comme réponse à un cahier des charges, d'identifier les limites d'une solution et d'en décrire et évaluer l'impact face à certains risques (techniques, économiques, environnementaux, sociétaux, etc.).

**Marche 2 (S8) :** L'élève est capable d'identifier les limites d'une solution complexe (stage ou autres) et d'en évaluer l'impact face à des risques. Il doit également pouvoir proposer une ou plusieurs solutions permettant de limiter un ou plusieurs risques. Ces solutions doivent permettre, par exemple, de limiter les effets d'un risque ou de limiter son apparition. Ces solutions peuvent être techniques ou non.

**Marche 3 (S10) :** L'élève est capable de concevoir des solutions techniques durables répondant au mieux aux implications environnementales ou sociétales négatives tout au long du cycle de vie de la solution..

## **D – À partir d'une conception, réaliser une solution sous la forme d'un prototype ou d'un produit et évaluer ses performances pour valider ou non son déploiement**

### **D1 - Réaliser un prototype fonctionnel à partir d'une conception clairement documentée**

À partir d'une conception donnée (par exemple, un schéma d'un circuit, plan 2D), produire un prototype (par exemple, le circuit câblé, une pièce usinée) avec les normes et outils adéquats.

#### **Exemples de situation :**

- Câbler en respectant les normes
- Mettre en œuvre une chaîne de fabrication numérique
- Coder une application telle qu'elle est spécifiée et la documenter
- Assembler des prototypes comportant de l'électronique et des pièces mécaniques.
- Mettre en œuvre une chaîne de développement croisée.
- Réaliser un circuit imprimé (PCB)

#### **Progression :**

**Marche 1 (S1) :** L'élève est capable de reconnaître et d'utiliser les outils de base de prototypage de la construction informatique, électronique et mécanique.

**Marche 2 (S5) :** L'élève est capable de construire en utilisant les outils méthodologiques acquis précédemment, selon un protocole imposé.

**Marche 3 (S7) :** L'élève est capable de choisir lui même les outils de prototypage pour construire un prototype interdisciplinaire avec l'architecture/structure donnée.

**Marche 4 (S10) :** L'élève est capable de créer un produit fini évaluable par un client.



## **D2 - Modifier une solution déjà conçue et documentée pour l'adapter à des spécifications techniques différentes.**

Cet objectif mélange la conception et l'implémentation. On ne précise ici que ce qui est spécifique d'un ajout/ d'une modification de l'existant.

### **Exemples de situation :**

- Concevoir différentes versions d'un treuil à l'aide des fonctions de paramétrage CAO.
- Prendre en main un nouveau microcontrôleur et adapter les exemples d'utilisation des périphériques fournis par le constructeur aux besoins de l'application embarquée.
- Ajouter une nouvelle fonctionnalité à une application.

### **Progression :**

**Marche 1 (S4):** L'élève est capable d'identifier et d'expliquer une solution donnée et l'adapter pour la faire fonctionner.

**Marche 2 (S7):** L'élève est capable d'identifier, d'expliquer et d'enrichir une solution donnée pour l'adapter à des spécifications techniques différentes.

### **D3 - Valider les performances d'un prototype ou d'un produit par la mise en œuvre d'un ensemble de tests préalablement définis.**

Une fois le prototype/programme obtenu, l'ingénieur-e ENIB sait mettre en œuvre les tests de validation préalablement définis en suivant un protocole rigoureux. La validation de la solution représente la phase d'« assurance qualité » ou « recette » en développement et permet de détecter les potentiels bugs/ problèmes.

Lors de cette phase, l'ingénieur-e ENIB est capable de respecter un protocole de test préalablement défini (C3), de façon reproductible. Une fois les résultats des tests obtenus, il faut, le cas échéant les restituer de façon précise sous la forme adaptée (description précise des problèmes rencontrés, graphiques, unités, etc.).

Il/Elle analyse ensuite les résultats obtenus et les compare avec des résultats théoriques/souhaités afin de prendre une décision de façon argumentée sur la validation ou non de la solution et éventuellement présenter les limites du système.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S4) :** L'élève est capable de mettre en œuvre les tests permettant de valider la solution proposée en suivant pas à pas une méthode explicitement décrite : il est capable de mettre en œuvre des méthodes de mesures et de contrôle pour effectuer des tests unitaires sur des circuits élémentaires ou des programmes élémentaires.

**Marche 2 (S6) :** L'élève est capable de prendre l'initiative de mettre en œuvre un protocole de tests permettant de valider la solution à évaluer.

**Marche 3 (S10) :** L'élève est capable de mettre en œuvre, de manière autonome, les tests permettant de valider une solution proposée, c.-à-d. de mettre en œuvre les méthodes de tests lors d'intégration de fonctionnalités (matérielles et/ou logicielles) et de critiquer la méthodologie de test en vue de l'améliorer (amélioration continue).

## **D4 - Identifier la/les cause(s) des éventuels dysfonctionnements d'un prototype ou d'un produit en mettant en œuvre des actions de débogage, mesure, etc. et y apporter des solutions appropriées.**

Une fois des problèmes identifiés, l'ingénieur·e ENIB est capable d'identifier les causes des dysfonctionnements et de les corriger.

### **Exemples de situation :**

- En informatique, cela implique notamment de savoir utiliser un mode de débogage et d'interpréter les messages d'erreurs en fonction du langage de programmation.
- En électronique, cela implique de choisir et d'utiliser de façon appropriée les outils de mesures en sécurité en les calibrant, d'identifier les composants qui dysfonctionnent et d'y apporter une mesure corrective (remplacement, ajustement, etc.)
- En mécanique, cela implique de modifier une ou plusieurs pièces d'un assemblage soit par correction soit par une nouvelle conception.

### **Progression :**

**Marche 1 (S4) :** L'élève est capable d'identifier les dysfonctionnements d'une solution en se référant à une liste de défauts connus. Il est capable de repérer les anomalies et des erreurs à l'aide de messages d'erreurs, de protocoles de tests ou de mesures préétablis (voir C3 et D3).

**Marche 2 (S6) :** L'élève est capable d'identifier les dysfonctionnements d'une solution, en choisissant puis en utilisant les outils appropriés (débogueur, analyseur logique, outil de simulation, etc.).

**Marche 3 (S10) :** L'élève prend l'initiative, à chaque étape de sa réalisation, d'en rechercher les éventuels dysfonctionnements et de proposer les actions correctrices adéquates. En particulier, l'élève est capable de détecter les effets collatéraux liés à l'intégration d'un système complexe, de mettre en place des dispositifs de contrôle du fonctionnement et d'assurer la robustesse du système.

## **E - Mener à bien un projet / une mission en tenant compte du cadre donné, seul ou en équipe, y compris dans un contexte international.**

### **E1 - Recevoir, rechercher, trier et classer des informations en faisant preuve de pensée critique pour mener à bien un projet/une mission**

L'ingénieur-e ENIB est capable d'exploiter des documents complexes en français ou en anglais pour extraire les informations pertinentes et les réutiliser dans le contexte professionnel (résolution de problème, état des lieux/, utilisation d'un composant inconnu, etc.)

Il sait choisir et utiliser les outils de recherche d'information de façon adéquate avec des requêtes adaptées et interpréter des informations reçues avec justesse et complétude : par exemple, exercer son esprit critique quant à la fiabilité des sources, croiser les informations.

Par pensée critique on entend, dans cet AAT : sélectionner, questionner, analyser, mettre en perspective, évaluer les informations et justifier des choix.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S1) :** Pour répondre à un besoin, l'élève est capable d'extraire, reformuler dans ses propres termes, discriminer, comparer, mettre en relation des informations factuelles formulées de façon explicite sur des sujets relativement familiers, soit en français, soit en anglais, à l'écrit et/ou à l'oral à l'aide d'une trame de notes à compléter ou d'informations similaires à comparer, associer, etc.

**Marche 2 (S5) :** Pour répondre à un besoin, l'élève est capable d'identifier et trier des informations, sur des sujets qui ne seront pas forcément familiers, formulées en français et en anglais pour faire des liens, synthétiser, s'approprier l'information et la questionner.

**Marche 3 (S6) :** Pour répondre à un besoin, l'élève est capable d'identifier les informations pertinentes et utiles, sur des sujets qui ne seront pas forcément familiers, issues de documents de typologie variée, dont des documents scientifiques, qui peuvent être formulés en français ou en anglais, et ensuite de les analyser.

**Marche 4 (S10) :** Pour répondre à un besoin, l'élève est capable de sélectionner, analyser, mettre en perspective, évaluer des informations complexes, et justifier ses choix, sur des sujets familiers ou non. Ces informations seront issues de documents de typologie variée qui peuvent être formulés en français ou en anglais.

## **E2 - Analyser la culture d'entreprise dans une structure professionnelle en termes économiques, managériaux, entrepreneuriaux et juridique afin d'agir de façon adéquate en fonction de cette culture.**

L'ingénieur-e ENIB est capable d'analyser la culture d'entreprise de la structure, en particulier ses valeurs, pour être capable de l'intégrer dans sa pratique professionnelle.

L'ingénieur-e ENIB est capable d'identifier le domaine d'activité, ses grands enjeux socio-économique et atouts, le chiffre d'affaires, l'écosystème de l'entreprise (sous-traitants, concurrents), la démarche RSE (voir AAT G1), la structure du management, les liens hiérarchiques. Grâce à cette identification, il ou elle pourra intégrer ces enjeux dans ses prises de décision et dans ses actions.

Dans une optique d'intégration, l'ingénieur-e ENIB est également capable d'observer des relations hiérarchiques et sociales dans un cadre professionnel et d'identifier les règles/normes explicites ou tacites pour s'y conformer. Il est important de respecter sa position en fonction de l'organisation de l'entreprise et de maintenir des relations harmonieuses avec les autres membres.

### **Exemples de situation :**

- Identifier les temps qui permettent l'intégration (pause-café)
- Identifier les règles (parfois) tacites de prise d'initiative / de décision et agir en conséquence.

### **Progression :**

**Marche 1 (S4) :** L'élève est capable de décrire une entreprise en termes **managériaux** ; il est également capable d'identifier les valeurs (explicites et implicites) de l'entreprise et d'évaluer la plus ou moins grande adéquation des actions qu'il a menées durant son stage aux attentes de ce type de poste.

**Marche 2 (S7) :** L'élève est capable de décrire une entreprise en termes **managériaux et juridiques** ; il est capable d'évaluer la plus ou moins grande adéquation des actions qu'il a menées pour réajuster ces actions au besoin, notamment par rapport aux valeurs de l'entreprise.

**Marche 3 (S8) :** L'élève est capable de décrire une entreprise en termes **économiques, managériaux, entrepreneuriaux et juridiques** ; il est capable d'évaluer la plus ou moins grande adéquation des actions qu'il a menées pour réajuster ces actions au besoin.

**Marche 4 (S10) :** En plus du renforcement des compétences précédentes, l'élève est en mesure d'apporter des critiques constructives sur les plans économique, managérial, sociétal et environnemental.

### **E3 – Dans une équipe, contribuer à un projet en bonne coopération, en mobilisant ses propres compétences et en s'appuyant sur la diversité des profils et des avis.**

L'ingénieur-e ENIB est capable de prendre des initiatives utiles pour l'équipe entière, il sait amener l'équipe à faire des choix sur la base d'une analyse des bénéfices-risques et, le cas échéant, proposer des compromis.

Il sait respecter les opinions et choix des autres tout en étant capable d'exprimer ses opinions (voire ses désaccords) de façon professionnelle et constructive afin de favoriser la cohésion du groupe et d'améliorer le travail global. Il sait s'adapter aux contraintes et décisions du groupe en fonction de ses compétences et de sa position dans l'équipe.

Il rend compte, de façon régulière et honnête, à l'oral et à l'écrit, de ses actions et de ses difficultés aux autres membres de l'équipe afin de faciliter le travail commun et l'avancée des projets.

Il est capable d'interagir avec les membres de son équipe en s'adaptant au contexte et aux diversités des profils, qu'elles soient liées à la langue et plus généralement aux origines culturelles, au genre ou aux spécificités personnelles. Il est capable d'identifier les causes de potentiels conflits et proposer des solutions pour les résoudre.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S2) :** L'élève est capable de solliciter et d'intégrer respectueusement le point de vue d'autrui dans une réalisation coopérative conjointe concernant une même tâche simple en s'appuyant sur les indications fournies.

**Marche 2 (S4) :** L'élève est capable de solliciter et d'intégrer respectueusement le point de vue d'autrui dans une réalisation collaborative articulant plusieurs tâches à l'école ou en entreprise, en tenant compte de premières notions d'interculturalité et d'éthique. Il est capable de reconnaître différents types de conflits et de techniques de résolution.

**Marche 3 (S7) :** L'élève est capable de solliciter et d'intégrer le point de vue d'autrui dans un projet d'équipe libre et dans un contexte réellement interculturel (mobilité internationale obligatoire), en ayant conscience de ses spécificités personnelles (émotionnelles ou techniques et culturelles) et de leur impact dans le déroulement collectif du projet. Il est capable de résoudre différents types de conflits dans un cadre simulé.

**Marche 4 (S10) :** L'élève est capable de contribuer à un projet d'équipe dans son milieu professionnel en respectant les collègues dans leur altérité :

- en ayant conscience de ses compétences et de celles de ses collaborateurs, des positions hiérarchiques respectives et des spécificités culturelles
- en construisant et partageant un questionnement éthique, y compris au travers de conflits qu'il peut analyser et contribuer à résoudre.

## **E4 - Définir et conduire un projet en mettant en œuvre une planification, un suivi et en mobilisant les ressources nécessaires à la réussite du projet tout en ajustant son exécution dans une perspective d'amélioration continue.**

L'ingénieur-e ENIB est capable de définir les contours d'un projet réalisé en équipe pour atteindre les objectifs spécifiés dans le cahier des charges. Ces contours devront préciser :

- une liste des tâches à effectuer pour atteindre les objectifs
- un calendrier détaillé pour la réalisation des tâches qui mentionne les livrables et les délais attendus
- Les méthodes (par exemple : Agile, Cycle en V) et outils de gestion de projet à utiliser (Logiciels de travail collaboratif et de gestion de version)
- une estimation des ressources (temps, argent, personnel) nécessaires pour mener à bien le projet
- une répartition des tâches, des fonctions et des rôles dans le projet en veillant à les répartir équitablement en fonction des contraintes temporelles et des compétences de chacun
- une évaluation de la réussite du projet

Une fois cette définition faite, l'ingénieur-e ENIB s'engage individuellement à accomplir les tâches décidées collectivement en fonction du mode de gestion de projet choisi. Il sait s'auto-évaluer périodiquement de manière critique, continue et collaborative en vue de fonctionner efficacement en équipe (identifier les améliorations possibles au travail collectif, si besoin revoir l'utilisation des outils, la priorisation et le découpage des tâches, modifier le calendrier, répartition des tâches différentes, etc.)

### **Progression :**

**Marche 1 (S2) :** Dans le cadre d'un projet individuel, à partir d'une liste de tâches fournies ou d'une planification prévisionnelle donnée, l'élève ajuste la planification au fur et à mesure de sa progression dans le projet.

**Marche 2 (S5) :** Dans le cadre d'un projet à effectuer en équipe, l'élève est capable d'identifier les tâches, de contribuer à mettre en place collectivement une planification prévisionnelle et de l'ajuster au fur et à mesure à tour de rôle à l'aide d'outils adaptés de suivi de projet et de travail collaboratif (Gantt, versionnage Git) ; la planification est soit imposée, soit proposée par l'équipe ; les tâches ne sont pas réparties.

**Marche 3 (S8) :** Dans le cadre d'un projet à effectuer en équipe, l'élève contribue à définir une répartition des tâches au sein du groupe. Il sait ajuster en fonction du déroulement du projet, suite à une réflexion collective, les tâches et la planification, il utilise des fonctionnalités de branches via des outils comme Git.

**Marche 4 (S10) :** À partir de fonctionnalités issues d'un cahier des charges, l'élève identifie les ressources nécessaires, définit les tâches et les répartit au sein du groupe. Il est capable de mettre en place une planification prévisionnelle et sait l'ajuster en fonction du déroulement du projet. La planification utilise notamment une méthode de suivi de projet type AGILE.

## **F - Valoriser une production avec professionnalisme en s'adaptant aux interlocuteurs et en justifiant ses choix, y compris dans un contexte international**

### **F1 - Produire des supports adaptés pour rendre compte de son travail**

L'ingénieur-e ENIB est capable de produire des supports adaptés en anglais et en français. Pour cela, il détermine les objectifs et la cible visés par la communication et identifie le support adéquat (mail, document textuel, infographie, présentation, multimédia, etc.) en fonction de ces paramètres et des codes de communication appropriés.

Une fois le support choisi, l'ingénieur-e ENIB est capable de sélectionner des informations, de justifier des choix, de préparer le contenu en structurant les idées / informations, clarifier le contexte en fonction des interlocuteurs. Il sait adapter la mise en forme aux codes du support, utiliser un vocabulaire et une orthographe adéquats et s'assurer que le document répond aux contraintes identifiées. En fonction du public ciblé, il choisit de façon pertinente le style et les termes techniques pour faciliter la compréhension.

L'ingénieur-e ENIB devra être capable de produire des illustrations (schémas, plans 2D-3D, graphiques, infographies, etc.) qui contiennent toutes les informations nécessaires à leur compréhension et de les choisir de façon pertinente pour appuyer le discours/texte.

Il sera capable de respecter les règles nécessaires de réutilisation de l'information dans ses productions et communication.

#### **Exemples de situation :**

- Produire des comptes-rendus écrits de synthèse qui restituent le travail effectué et décrivent la solution de façon à pouvoir comprendre et reproduire les actions effectuées.
- Produire et mettre à jour des supports de mise en valeur professionnelle qui décrivent justement ses compétences et sa valeur sur le marché de l'emploi
- Produire des supports de présentations qui appuient de façon efficace le discours (présentation, infographie, vidéo, etc.)
- Produire des rapports d'activités (rapport de stage) qui replacent le projet dans le contexte et justifient des choix et des compétences acquises
- Envoyer des mails

**Cet AAT n'inclut pas :** La présentation/discussion/ réponse aux questions.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S2) :** L'élève est capable de caractériser et de réaliser des documents :

- aux formats largement utilisés, techniques ou non ;
- à visée informationnelle, essentiellement ;
- à partir d'informations recueillies ;
- en respectant le format indiqué

**Marche 2 (S4) :** L'élève est capable de réaliser des documents individualisés, en opérant une sélection des informations :

- dans le but de présenter une certaine vision ou interprétation ;
- à partir d'observations ;
- en respectant le format indiqué.



**Marche 3 (S6) :** L'élève est capable de produire des documents détaillés, techniques ou autrement spécialisés :

- servant à illustrer, à clarifier ses propos ;
- dans le but de démontrer une compréhension approfondie de concepts, techniques ou non, en lien avec le milieu professionnel.

**Marche 4 (S10) :** L'élève est capable de produire des documents destinés à un lectorat issu de domaines d'expertise divers, dans le but :

- de convaincre le lecteur ou la lectrice ;
- d'accéder au monde professionnel ou pré-professionnel ;
- de démontrer une compréhension remarquable de concepts en lien avec le milieu industriel ;
- en s'éloignant parfois de l'écrit traditionnel (académique ou professionnel) selon le besoin de communication.

## **F2 – Interagir en s'appuyant sur une argumentation robuste et en s'adaptant aux buts visés et à la situation de communication**

L'ingénieur-e ENIB est capable de créer et maintenir un échange cordial avec un ou plusieurs interlocuteurs, par oral et/ou à l'écrit, pour atteindre un objectif commun. Il respecte les contraintes de temps propres à la situation et sait se mettre à la place de son interlocuteur, en termes de niveau technique et scientifique comme de spécificités culturelles, pour produire des questions et des réponses adaptées.

Il est capable de mener une argumentation structurée, claire et logique, en se basant sur des données scientifiques et des preuves tangibles.

Il fait preuve d'écoute et d'empathie pour répondre de façon adéquate. Il identifie ses propres émotions, les formule si nécessaire et compose avec elles dans la poursuite de l'objectif de travail.

### **Exemple de situation :**

L'ingénieur-e ENIB présente un prototype à un client suédois à travers une visioconférence en anglais.

### **Progression :**

**Marche 1 (S2) :** L'élève est capable d'échanger avec un auditoire neutre, familier ou non. Il explique ses choix de manière simple.

**Marche 2 (S4) :** L'élève est capable d'échanger avec un auditoire neutre, familier ou non, en tenant son rôle vis-à-vis de ses interlocuteurs (stagiaire, consultant-e, collègue etc. selon la situation). Il expose ses choix de manière relativement complexe, en s'aidant d'hypothèses, par exemple.

**Marche 3 (S6) :** L'élève est capable d'élaborer et de mettre en œuvre des stratégies de communication efficaces en fonction de la situation. Il justifie ses choix de manière étendue, en comparant et en contrastant les options, par exemple.

**Marche 4 (S10) :** L'élève est capable d'échanger avec un auditoire spécialiste qu'il lui faut convaincre, mettant en œuvre lors des phases de dialogue notamment des stratégies visant à favoriser l'adhésion de ses interlocuteurs (écoute active, reformulation par exemple).

## **G - S'engager dans une démarche professionnelle intègre, éthique et responsable.**

### **G1 - Évaluer les risques liés à l'écosystème et à l'action de l'ingénieur en mettant en œuvre une méthode d'action éthique et critique et proposer des actions correctives adaptées tenant compte des vulnérabilités.**

L'ingénieur-e ENIB est capable de mettre en œuvre une démarche de questionnement éthique et critique en tenant compte des vulnérabilités mesurées. Il est en mesure d'évaluer la démarche RSE-RNE de l'entreprise en vérifiant l'adéquation entre les impacts identifiés par l'entreprise et la réalité sur le terrain. Pour cela il prend en compte l'ensemble des enjeux liés à l'entreprise : ceux identifiés mais également ceux qui ne l'ont pas été. Il établit des propositions d'amélioration fondées sur ses compétences scientifico-techniques et managériales.

#### **Exemple de situation :**

L'ingénieur-e ENIB a identifié un biais de genre dans le recrutement de ses collaborateurs. Il propose une reformulation de la fiche de poste centrée sur les compétences scientifico-techniques et en éliminant les sous-entendus de genre.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S5) :** L'élève est capable de mettre en œuvre une méthode de pensée critique pour pouvoir se positionner dans une situation donnée (affirmation, situation de travail, enjeux environnementaux et sociétaux). L'élève est en mesure d'analyser ses propres croyances et leurs origines (métacognition). Confronté à l'altérité, il peut identifier des vulnérabilités et recueillir des points de vue dont il est capable de tenir compte.

**Marche 2 (S6) :** L'élève est en mesure d'expliquer avec précision une des théories éthique et d'utiliser la pensée critique pour évaluer des enjeux et solutions environnementales, sociétales et techniques. Il est en mesure de proposer une solution technologique ou non qui répond, à l'échelle de l'élève, à un problème identifié : il prend ainsi soin d'une vulnérabilité identifiée (définition même de la responsabilité). Il sait expliquer et justifier son choix d'action.

**Marche 3 (S8) :** L'élève est capable de porter un diagnostic de responsabilités environnementales et sociétales sur son environnement de travail en entreprise. Il est capable de proposer des projets en conformité avec la réglementation (norme ISO 26000, devoir de vigilance, etc.) et des normes de sécurité, de qualité du contexte professionnel (discrimination, handicap, violences, Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail).

**Marche 4 (S10) :** L'élève est capable de mener une analyse critique et éthique avancée sur une solution technique et de l'appliquer à la responsabilité sociétale de son entreprise en identifiant le niveau de congruence entre les risques réels et les actions engagées par l'entreprise. Il est capable de proposer des actions correctives en prenant en compte les concepts éthiques dans ses décisions / recommandations.

## **G2 - Respecter les normes et procédures du métier de façon systématique et rigoureuse**

Un des critères essentiels de cet AAT est d'agir avec intégrité et fiabilité : respecter ses engagements, les délais, les horaires, les consignes.

À cela s'ajoute le respect, de façon autonome, des normes de qualité, de sécurité, de santé et de respect de l'environnement qui sont applicables à son domaine d'expertise. Il fait preuve d'intégrité scientifique et sait également suivre les procédures opérationnelles standard et les bonnes pratiques de son domaine afin de garantir des résultats cohérents, fiables et reproductibles.

L'ingénieur-e ENIB est capable d'identifier les points critiques de normes existantes en se tenant à jour sur les réglementations en vigueur. Il met en œuvre une démarche qualité pour suivre ces normes et être source de propositions pour corriger les écarts identifiés.

### **Progression :**

**Marche 1 (S2) :** L'élève est capable d'identifier et de respecter les normes (conventions) et procédures opérationnelles qui sont applicables, en se conformant aux instructions données, pour garantir la qualité et la fiabilité des résultats de ses travaux avec un suivi régulier.

**Marche 2 (S6) :** L'élève applique les normes (conventions), les procédures opérationnelles standard et les bonnes pratiques pour garantir la fiabilité et la reproductibilité des résultats de ses travaux de manière autonome et est capable d'expliquer leur importance et les conséquences de leur non-respect.

**Marche 3 (S8) :** L'élève respecte parfaitement les normes (conventions et normes qualité), les procédures en vigueur et la démarche scientifique adéquate pour son domaine d'expertise notamment lors des stages en entreprise ou en laboratoire. Il sait agir avec intégrité et fiabilité (respect des engagements, des délais, des horaires, de la sécurité, de l'environnement, etc.)

### **G3 - Construire son projet professionnel en évaluant avec justesse ses propres compétences et lacunes, et prendre de manière autonome les mesures nécessaires pour réaliser ce projet.**

L'ingénieur-e ENIB est capable d'analyse auto-critique, d'intégrité, d'humilité et de recul pour évaluer ses propres compétences. Par une démarche réflexive, il sait reconnaître ses forces et ses faiblesses et mettre à jour, de façon autonome, ses connaissances et savoir-faire tout au long de son parcours professionnel.

Afin d'entretenir ou développer ses compétences professionnelles, il est capable, en autonomie, d'apprendre à apprendre, c'est à dire, d'assurer une veille scientifico-technique, se former par des formations continues ou de l'auto-formation, de collaborer avec des spécialistes et collègues expérimentés, et de participer à des retours d'expériences ou des événements pour construire son projet professionnel.

#### **Progression :**

**Marche 1 (S2) :** L'élève est capable d'identifier ses lacunes et points forts dans des domaines enseignés et, à l'aide d'une démarche réflexive, décrire comment des situations/apprentissages vécus peuvent participer à l'acquisition de compétences.

**Marche 2 (S4) :** Dans un but de recherche de stage/expérience professionnelle, l'élève est capable d'évaluer et de présenter son profil avec des outils adéquats (Linkedin/CV). Il est capable de faire une analyse auto-critique de ses compétences relationnelles et de son vécu dans le cadre de retours d'expériences de stage.

**Marche 3 (S6) :** L'élève est capable d'identifier et de comparer les différentes spécialisations et carrières qui s'offrent à lui en participant à des événements et retours d'expérience proposés à l'école ou dans ses propres réseaux pour établir un projet professionnel. Il est capable de démontrer l'acquisition de certaines compétences grâce à une démarche réflexive.

**Marche 4 (S7) :** Dans un but de recherche de stage/expérience professionnelle, l'élève est capable d'évaluer et de présenter de manière convaincante ses compétences avec des outils adéquats (Linkedin/CV).

**Marche 5 (S10) :** L'élève est capable d'évaluer ses compétences et ses lacunes et de prendre les mesures nécessaires pour remédier à ces dernières. Pour cela, il est capable de déterminer les moyens à mettre en œuvre, de choisir les plus appropriés et d'assurer une veille scientifico-technique en recherchant et consultant des ressources scientifiques ou des collègues expérimentés.

#### **Présentation aux instances :**

Conseil pédagogique (23.11.2023) : vote (avis)

Conseil d'administration (08.12.2023) : vote (décision)