

## Ingénieur en Intelligence Artificielle (MS)

### Référentiel d'activités, de compétences et d'évaluation

N° du bloc de compétence	Intitulé du bloc*	Liste de compétences*	Modalités d'évaluation*	Critères d'évaluations*
1	Concevoir un projet intégrant l'intelligence artificielle	C1.1 Identifier des problématiques business en rencontrant les différents services de l'entreprise afin de déterminer l'opportunité de construire une stratégie de développement et d'intégration de technologies d'intelligence artificielle.	<b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur une étude de l'opportunité de construire une stratégie de développement et d'intégration de technologies d'IA, le candidat devra identifier les problématiques business pouvant nécessiter la conception d'un projet d'IA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le recueil des besoins métiers est exhaustif</li> <li>• L'opportunité de construire une stratégie de développement et d'intégration de technologie d'IA en lien avec les besoins métiers est démontrée</li> <li>• Les objectifs de la stratégie IA sont formalisés</li> </ul>
		C2.1 Déterminer les enjeux éthiques liés au projet d'intelligence artificielle en identifiant les impacts d'un point de vue sociologique, organisationnel, économique et juridique afin de prévoir les effets indésirables potentiels et les moyens de les atténuer.	<b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur la conduite d'un projet de recherche autour d'un enjeu de société lié à l'IA et aux sciences des données, le candidat choisira et définira une problématique. Le candidat devra rédiger un rapport de synthèse à l'issue de conférences de professionnels sur des cas d'application de technologies d'IA. Le candidat présentera les résultats de ses travaux lors d'un entretien oral.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La problématique d'intelligence artificielle est définie.</li> <li>• Une cartographie des impacts sociaux, organisationnels, économiques et juridiques du projet est établie et les enjeux éthiques sont explicités</li> <li>• Le raisonnement articule : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Une ou deux prises de position par des chercheurs ou experts dans l'espace médiatique</li> <li>○ Une fiction qui traite du sujet</li> <li>○ Un ou deux travaux de recherche qui s'attache à explorer des pratiques concrètes.</li> <li>○ Le rapport de synthèse explicite les mises en œuvre opérationnelles exposées par les professionnels/experts</li> <li>○ Les règles de syntaxe, d'orthographe et de grammaire sont respectées</li> </ul> </li> </ul>

		<p>C3.1 Identifier des axes de recherche et de développement d'outils et de méthodologies d'intelligence artificielle en contribuant à la définition d'une feuille de route scientifique/d'un cahier des charges s'appuyant sur des cas d'usages et une veille scientifique et technologique afin de délimiter le périmètre du projet.</p>	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur l'identification des besoins en R&amp;D en termes d'intelligence artificielle. Le candidat devra élaborer une feuille de route scientifique délimitant le périmètre d'un projet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le périmètre du projet est délimité</li> <li>La feuille de route scientifique expose de manière synthétique les axes de recherches et développement d'outils et de méthodologies et les différentes étapes de la mise en œuvre de la solution d'IA</li> <li>La feuille de route scientifique s'appuie sur différents cas d'usages des technologies d'intelligence artificielle</li> <li>Des outils de veille scientifique et technologique sont exploités</li> </ul>
2	Elaborer des données exploitables pour la solution d'intelligence artificielle	<p>C1.2. Identifier les données en explorant les sources internes et externes, en s'appuyant sur une étude des enjeux sociaux, économiques et juridiques propres à la science des données et en veillant au respect des normes juridiques afin d'extraire des données utilisables pour le projet.</p>	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Sur la base d'une mise en situation professionnelle portant sur l'identification des données à exploiter pour l'élaboration d'une solution d'IA, le candidat devra mener une étude des enjeux sociaux, économiques, juridiques et éthiques, et sélectionner les données dans le respect des normes concernant les données exploitées.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les enjeux sociaux, économiques, juridiques et éthiques sont explicités</li> <li>Différentes sources de données sont exploitées</li> <li>Les données à utiliser pour la solution d'IA sont sélectionnées</li> <li>Les normes juridiques concernant les données exploitées (RGPD, confidentialité, ...) sont respectées</li> </ul>
		<p>C2.2. Nettoyer les bases de données afin d'avoir à disposition des données exploitables ayant une valeur ajoutée.</p>	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Sur la base d'une mise en situation professionnelle portant sur la préparation des données en vue de leur exploitation par un projet d'IA, le candidat devra nettoyer les bases de données, les coder et réaliser une analyse exploratoire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les données inexploitablees sont identifiées et supprimées</li> <li>Les données retenues sont exploitables et répondent aux besoins spécifiques de la solution à élaborer</li> <li>Les données brutes sont transformées</li> <li>Les bases de données sont codées de façon à permettre la réalisation d'une analyse exploratoire décrivant leurs caractéristiques</li> <li>Les outils matériels (GPU) adaptés aux algorithmes et aux technologies de l'IA sont utilisés</li> </ul>
		<p>C3.2. Coder/transformer les bases de données afin de les rendre disponibles et exploitables dans leur forme et leur contenu.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>L'analyse exploratoire des données est méthodique, la démarche entreprise est explicitée</li> <li>Les données sont classifiées selon leurs caractéristiques</li> <li>La base de données est intelligible</li> </ul>
		<p>C4.2. Réaliser une analyse exploratoire des données afin de décrire leurs caractéristiques en vue de leur exploitation par les technologies d'intelligence artificielle</p>		
3	Développer une solution d'apprentissage automatique (machine Learning)	<p>C1.3 Développer un modèle d'apprentissage automatique supervisé en choisissant la fonction de coût et l'algorithme parmi les cas usuels, afin de définir et de résoudre un problème d'apprentissage</p>	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Sur la base d'une mise en situation professionnelle portant sur un modèle d'apprentissage supervisé ou non, le candidat devra résoudre un challenge sur des données réelles en apprentissage supervisé</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La problématique d'apprentissage supervisé est explicitée</li> <li>Les cas d'application de l'apprentissage supervisé sont identifiés</li> <li>Les méthodes d'évaluation de modèles sont appliquées</li> </ul>

			ou non supervisé. Le candidat devra combiner plusieurs modèles en les adaptant afin de résoudre le challenge d'apprentissage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La sélection des modèles est méthodique, le choix de la fonction de coût et de l'algorithme d'apprentissage parmi les cas usuels est justifié</li> <li>• Les résultats sont exploitables</li> </ul>
		C2.3 Développer un modèle d'apprentissage automatique non supervisé en choisissant la fonction de coût et l'algorithme parmi les cas usuels, afin de définir et de résoudre un problème d'apprentissage		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La problématique d'apprentissage non supervisé est explicitée</li> <li>• Les cas d'application de l'apprentissage non supervisé sont identifiés</li> <li>• Les méthodes d'évaluation de modèles sont appliquées</li> <li>• La sélection des modèles est méthodique, le choix de la fonction de coût et de l'algorithme d'apprentissage parmi les cas usuels est justifié</li> <li>• Les résultats sont exploitables</li> </ul>
		C3.3. Combiner plusieurs modèles supervisés ou non supervisés en les adaptant afin de répondre à une problématique d'intelligence artificielle		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plusieurs modèles sont combinés, leur choix est argumenté</li> <li>• La combinaison des modèles permet d'optimiser les prédictions</li> </ul>
		C4.3. Elaborer un modèle d'apprentissage automatique par renforcement s'appuyant sur un processus de décision markovien et sur une méthode de programmation dynamique afin de prendre en compte l'environnement et le comportement du système vis-à-vis de cet environnement.	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Sur la base d'une mise en situation professionnelle portant sur l'élaboration d'un modèle d'apprentissage automatique par renforcement. Le candidat devra élaborer le modèle en s'appuyant sur un processus de décision markovien et sur une méthode de programmation dynamique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La problématique d'apprentissage par renforcement est explicitée</li> <li>• Les cas d'application de l'apprentissage automatique par renforcement sont identifiés en lien avec le contexte et l'environnement du modèle d'IA développé</li> <li>• Un processus de décision markovien est intégré au modèle</li> <li>• Un algorithme de programmation dynamique est appliqué</li> <li>• Le modèle est opérationnel, l'agent autonome intègre les décisions à prendre dans chaque état à partir d'expériences de façon à encourager les comportements souhaités sans effets secondaires indésirables</li> </ul>
		C5.3. Elaborer un algorithme d'apprentissage profond en utilisant des réseaux de neurones profonds avec un haut niveau d'abstraction des données de type images ou textes.	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Sur la base d'une mise en situation professionnelle portant sur l'élaboration d'un modèle d'apprentissage automatique par renforcement dans le cadre des réseaux de neurones, le candidat devra élaborer et implémenter un algorithme d'apprentissage par différence temporelle (TD learning).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La problématique d'apprentissage par renforcement dans le cadre des réseaux de neurones est explicitée</li> <li>• Les cas d'application de l'apprentissage automatique par renforcement dans le cadre des réseaux de neurones sont identifiés</li> <li>• L'algorithme d'apprentissage par renforcement sans modèle échantillonnent l'environnement de manière aléatoire</li> <li>• L'algorithme estime la validité d'une stratégie complexe</li> </ul>

				<p>comportant un grand nombre de critères de choix</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'algorithme s'actualise sur la base d'estimations actuelles</li> <li>• L'algorithme ajuste les prédictions pour s'aligner ultérieurement sur des prévisions plus précises concernant l'avenir avant que le résultat final ne soit connu</li> <li>• Les comportements souhaités sont encouragés sans causer d'effets secondaires indésirables</li> </ul>
		<p>C6.3. Développer un modèle d'apprentissage automatique intégrant les méthodes et solutions de reconnaissance d'image pour répondre à une problématique d'intelligence artificielle en vision par ordinateur entre autres</p>	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Sur la base d'une mise en situation professionnelle portant sur une problématique de reconnaissance d'image, le candidat devra développer un modèle d'apprentissage automatique intégrant des méthodes et solutions propres à ce champ d'application</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La problématique de reconnaissance d'image est explicitée</li> <li>• Les cas d'application en traitement et en interprétation d'image sont identifiés</li> <li>• L'algorithme est adapté en fonction du type d'information ou du concept recherché : le degré de précision de la reconnaissance photo détecte un élément spécifique ou attribue une image à une grande catégorie</li> </ul>
		<p>C7.3. Développer un modèle d'apprentissage intégrant les méthodes de traitement du langage naturel et d'apprentissage automatique sous-jacentes à l'analyse des données d'opinion disponibles sur le Web social.</p>	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Sur la base d'une mise en situation professionnelle portant sur une problématique de traitement du langage naturel, le candidat devra développer un modèle d'apprentissage automatique intégrant des méthodes et solutions propres à ces champs d'application.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La problématique de traitement du langage naturel est explicitée</li> <li>• Les cas d'application en traitement du langage naturel sont identifiés</li> <li>• Le modèle est capable de traiter diverses structures linguistiques impliquant un grand nombre de variables complexes (contexte social, argot, ...)</li> <li>• Les données d'opinion du web social sont analysées par le modèle</li> </ul>
		<p>C8.3. Développer un modèle d'intelligence artificielle symbolique à partir de règles logiques (rule-based decisions) afin d'automatiser un processus de déduction susceptible d'expliquer de manière concise la structure d'un jeu de données.</p>	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur un système d'aide à la décision d'un domaine librement élu, le candidat devra définir les règles logiques, créer quelques ontologies et mettre à jour le système.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les règles logiques établies et implémentées permettent d'automatiser le processus de déduction</li> <li>• Plusieurs ontologies sont établies en utilisant OWL (Fuzzy) et/ou Protegé et/ou fuzzyDL et permettent l'obtention d'une représentation formelle des éléments et de leurs relations, constitutifs d'un domaine de connaissance</li> </ul>
		<p>C9.3. Développer un modèle d'apprentissage intégrant les méthodes et solutions de vision robotique afin que le système soit autonome en termes de détection du mouvement, d'orientation dans l'espace, d'évitement des obstacles et de suivi d'une trajectoire.</p>	<p><b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur une problématique de vision robotique, le candidat devra développer un modèle d'apprentissage intégrant les méthodes de solutions de ce champ d'application.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les cas d'application des technologies de vision robotique pour les systèmes autonomes sont identifiés</li> <li>• Le système est autonome en termes de détection du mouvement, d'orientation dans l'espace, d'évitement des obstacles et de suivi d'une trajectoire</li> </ul>
		<p>C10.3 Evaluer les systèmes HRI en concevant et en analysant des</p>	<p>Le candidat devra concevoir et analyser des expériences permettant d'évaluer les systèmes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le système HRI est évalué de façon méthodique en termes</li> </ul>

		expériences permettant d'expliciter les interactions entre les systèmes d'intelligence artificielle et leur environnement	HRI en termes d'interactions entre les systèmes d'IA et leur environnement.	d'interactions avec son environnement <ul style="list-style-type: none"> <li>Les interactions entre les systèmes d'IA et leur environnement sont explicitées</li> </ul>
		C11.3 Valider l'opérationnalité du modèle en testant les algorithmes élaborés afin d'assurer la validité des résultats du projet.	<b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur la validation d'une solution d'intelligence artificielle, le candidat devra tester les algorithmes afin d'évaluer la validité des résultats	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une base de données de validation est élaborée</li> <li>Les algorithmes prototypes sont testés</li> <li>L'opérationnalité du modèle est démontrée et assure sa faisabilité</li> </ul>
		C12.3 Entraîner le modèle d'apprentissage automatique afin d'améliorer les prédictions et ainsi optimiser le modèle.	<b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur l'optimisation d'une solution d'intelligence artificielle, le candidat devra entraîner le modèle et le mettre à jour.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une base de données d'entraînement est élaborée</li> <li>Les méthodes d'entraînement utilisées sont adaptées à la solution (apprentissage supervisé/non supervisé)</li> <li>Le processus d'entraînement est répété plusieurs fois, le système est mis à jour.</li> <li>Le taux de bonne classification du modèle est optimisé, la précision du modèle est ainsi accrue</li> </ul>
4	Gérer un projet d'intelligence artificielle	C1.4 Participer à la planification précise du projet en identifiant les objectifs à chaque étape clé et les ressources allouées permettant de valider l'avancement du projet.	<b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur la coordination d'un projet d'intelligence artificielle, le candidat devra participer à la planification du projet, encadrer l'équipe et articuler les ressources humaines et techniques tout en garantissant le respect du calendrier.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les différentes étapes clés du projet sont identifiées</li> <li>Les objectifs et besoins propres à chaque étape sont formalisés</li> <li>Un rétroplanning est élaboré</li> </ul>
		C2.4 Encadrer une équipe projet IA en clarifiant les rôles, en déterminant les objectifs et les missions de chacun et en validant le travail effectué afin de coordonner l'activité de l'unité logistique.		<ul style="list-style-type: none"> <li>La stratégie et les objectifs du projet IA sont communiqués à l'équipe</li> <li>Les missions de chaque membre de l'équipe sont attribuées</li> <li>Des points d'étapes sont organisés de façon récurrente</li> </ul>
		C3.4 Articuler les ressources humaines et techniques en mettant en place des indicateurs de suivi afin de s'assurer du respect de la stratégie du projet.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Des indicateurs de suivi sont mis en place : <ul style="list-style-type: none"> <li>Chaque indicateur est associé à un objectif précis</li> <li>Ils sont réalistes, mesurables et définis dans le temps</li> <li>Ils impliquent une décision (même de ne pas agir)</li> <li>Ils sont intelligibles par des profils non techniques</li> </ul> </li> <li>La performance du projet est évaluée</li> <li>Les ressources humaines et techniques sont articulées de façon à optimiser la performance du projet</li> </ul>
		C4.4 Garantir le respect du calendrier en validant le travail de son équipe et/ou des prestataires dans le but de fournir les livrables dans les délais.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les rendus de l'équipe/des prestataires sont évalués avant livraison</li> <li>Le calendrier est respecté/le retard annoncé est justifié</li> </ul>
		C5.4 Accompagner les équipes métiers dans l'appropriation de la solution et/ou de nouveaux		<b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en

		outils et méthodes au quotidien.	situation professionnelle portant sur la diffusion de la solution d'IA au sein d'une structure, le candidat devra accompagner les équipes métiers dans l'appropriation technique et méthodologique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Des procédures d'exploitation de la solution sont formalisés et diffusés aux équipes métiers</li> </ul>
5	Valoriser les résultats du projet d'intelligence artificielle	C1.5 Transposer des résultats du projet en informations opérationnelles pour les métiers de l'entreprise afin d'aider à la prise de décision.	<b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur la valorisation des résultats d'une solution d'IA le candidat devra transposer les résultats du projet en informations opérationnelles pour les équipes métiers.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les résultats sont transposés en informations opérationnelles pour les équipes métiers</li> <li>Les prises de décision de structure s'appuient sur les résultats exprimés</li> </ul>
		C2.5 Présenter les résultats de manière visuelle et avec clarté en s'appuyant notamment sur l'infographie et la visualisation de données afin de les rendre intelligibles.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les résultats sont présentés à l'aide d'outils de visualisation de données</li> <li>Au moins une infographie est proposée pour rendre compte des résultats</li> <li>Les résultats sont intelligibles par des profils non techniques</li> </ul>
		C3.5 Mesurer les écarts/non conformités à l'aide d'indicateurs définis afin d'engager des actions correctives.	<b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur la gestion d'une solution d'intelligence artificielle, le candidat devra détecter les non-conformités et proposer des pistes d'amélioration.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les indicateurs implémentés permettent la détection des non-conformités</li> <li>Des pistes d'amélioration concernant l'exploitation de la solution sont proposées et argumentées</li> </ul>
		C4.5 Mesurer les impacts de la solution IA en lien avec les orientations stratégiques de l'entreprise.	<b>Mise en situation professionnelle :</b> Dans le cadre d'une mise en situation professionnelle portant sur l'impact de la solution IA, le candidat devra mesurer les effets du projet en lien avec les orientations stratégiques de l'entreprise.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les impacts humains, sociaux, économiques, juridiques de la solution sont identifiés, une cartographie est proposée</li> <li>Les indicateurs retenus permettent de mesurer les impacts de la solution qualitativement et quantitativement</li> </ul>

**La thèse professionnelle, modalité d'évaluation globale et transversale, doit être validée en plus des blocs de compétences pour obtenir la certification.**