

IA – INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : QUELLES COMPÉTENCES POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE ?

Pasc@line (www.assopascaline.fr) qui associe les établissements d'enseignement supérieur et les entreprises du Numérique, a réalisé un travail important sur le développement des compétences des ingénieurs dans le secteur du Numérique.

La commission e-compétences de Pasc@line a pour objectif de préparer l'avenir des entreprises et des établissements de formation afin de répondre aux besoins du marché en matière de compétences. http://www.assopascaline.fr/650_p_33349/e-competences.html

En 2017, l'intelligence artificielle est à l'honneur. Le lancement du projet « France IA » par le précédent gouvernement a notamment contribué à renforcer l'attention portée à cette thématique. Son but est de définir « les orientations stratégiques de la France dans le domaine de l'intelligence artificielle ». On ne compte plus les conférences, colloques et publications dédiés à ce sujet¹. Le secrétaire d'État au Numérique, Mounir Mahjoubi, a par ailleurs annoncé début septembre qu'il confiait une mission d'information sur l'IA au mathématicien et député LREM Cédric Villani. Derrière ces initiatives, une volonté : développer et comprendre ces technologies, sources potentielles d'opportunités économiques, mais aussi anticiper leurs impacts sur l'emploi, le travail et son organisation.

ÉLÉMENTS DE DÉFINITION

Le consensus autour d'une définition de l'IA est difficile, de nombreuses propositions ont été faites au fil des années. Notre commission ne souhaite pas s'immiscer dans ce débat. Nous reprendrons ici deux d'entre elles, perfectibles, l'une grand-public et l'autre plus technique :

- **Selon le dictionnaire Larousse** l'intelligence artificielle est :
« *L'ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser **des machines capables de simuler l'intelligence*** »

- **Si on se réfère à l'ouvrage « Intelligence Artificielle » de Peter Norvig et Stuart Russell**, l'approche de l'IA par les agents rationnels est celle qui fait le plus sens industriellement. On peut donc ainsi dire que l'IA est la discipline qui s'attache à **construire des agents rationnels** : « *Un agent est simplement une entité qui agit (« agent », du latin agere, faire). Bien sûr, tous les programmes informatiques calculent quelque chose, mais les agents informatiques sont supposés faire plus : fonctionner de manière autonome, percevoir leur environnement, persister pendant une période prolongée, s'adapter au changement et créer et poursuivre des objectifs. Un agent rationnel est un agent qui **agit de manière à atteindre la meilleure solution** ou, dans un environnement incertain, la meilleure solution prévisible* ».

¹ Citons en particulier :

- Le rapport de France Stratégie et du CNUM « Anticiper les impacts économiques et sociaux de l'IA » : <http://www.strategie.gouv.fr/publications/anticiper-impacts-economiques-sociaux-de-lintelligence-artificielle>
- Le livre blanc de l'Inria : <https://www.inria.fr/actualite/actualites-inria/livre-blanc-sur-l-intelligence-artificielle>
- Le livre blanc du Cigref : <http://www.cigref.fr/livre-blanc-cigref-gouvernance-de-l-intelligence-artificielle-dans-les-entreprises>
- Les actions de l'Afia : <http://afia.asso.fr>

Nous sommes donc en présence d'un **système adaptatif complexe**, qui vise à une certaine autonomie, dans un environnement qui peut être réel ou virtuel (celui du web et des données). Ce système est également amené à entrer en interaction avec des humains. L'intelligence artificielle est une discipline à part entière qui se nourrit de nombreux champs scientifiques : mathématiques, informatique, linguistique, psychologie, neurosciences, économie ...

Le domaine est vieux de plusieurs décennies, mais récemment, l'intelligence artificielle s'est répandue grâce à des avancées majeures dans trois domaines :

- l'accès à des **données massives** disponibles, extraites du web ou de l'IoT notamment ;
- la **puissance de calcul développée**, à un coût réduit ;
- de **meilleurs algorithmes** (*deep learning*, satisfaction de contraintes, etc.).

DES CHAMPS D'APPLICATION ÉTENDUS

L'intégration des données (du client, de contexte, de l'entreprise ...) et des travaux de recherche sur le cognitif / l'analyse du langage / les opinions (...) ont permis le déploiement de l'intelligence artificielle dans nombre de processus (Cf. graphique infra). Des **champs d'application immenses** peuvent ainsi être envisagés, l'IA n'étant pas un domaine spécifique à une industrie ou à certains clients.

Les cas d'usage sont très variés :

- Recherche de traitements médicaux (cancer ...) et aide au diagnostic
- Assistance au conseiller financier, au call center, ...
- Assistance au client
- Évaluation des risques
- Traitement automatique des mails
- Analyse d'images
- Surveillance et sécurité de systèmes
- Assistants personnels (Siri, Alexa, Cortana...)
- Robotique
- Véhicule autonome
- Jeux vidéos
- Planification (de déploiement urbain) logistique/maintenance (surtout dans un environnement incertain)
- (...)

Des projets, terminés ou en cours, existent dans tous les domaines industriels et de recherche.

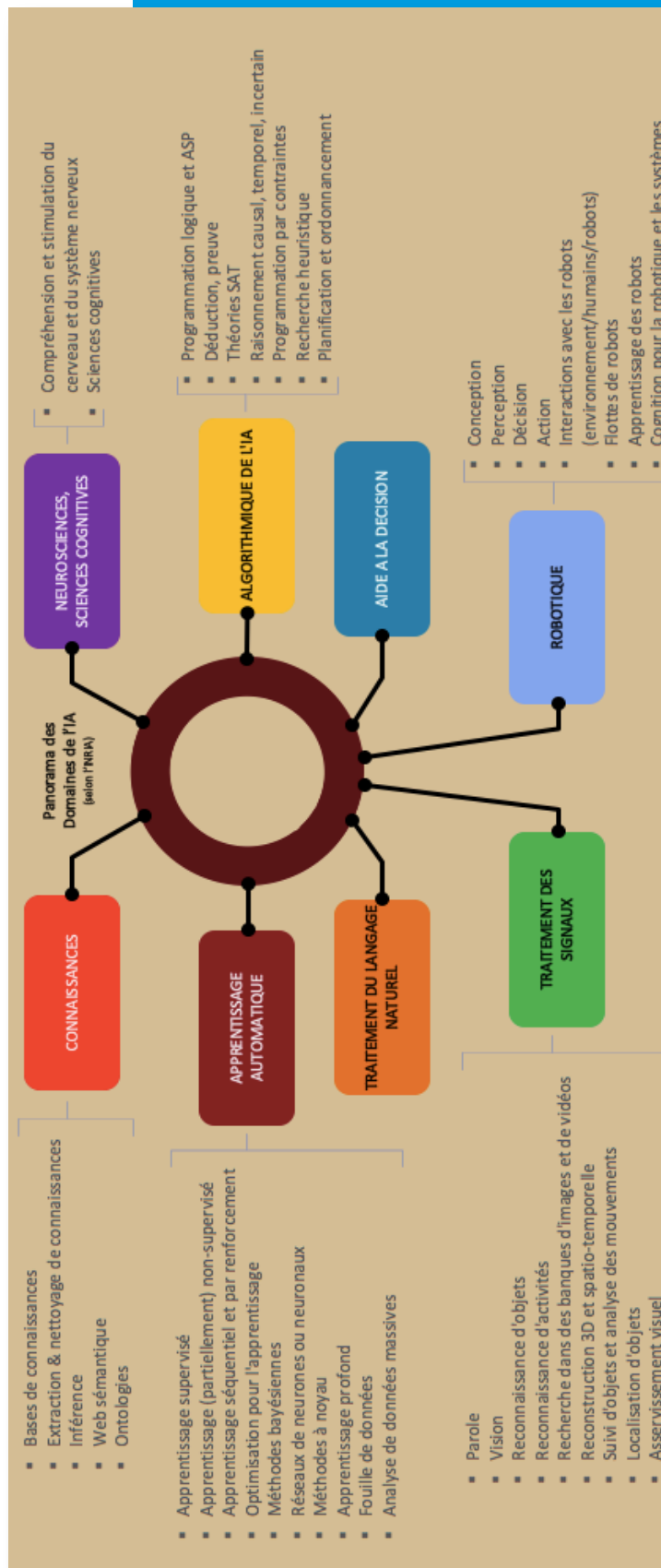
Les typologies en sont multiples, ce sont des :

- projets métiers utilisant des services « cognitifs » ;
- projets d'innovation technologique ;
- projets de laboratoires scientifiques ;
- (...)

Les entreprises du numérique, éditeurs comme entreprises de services, investissent beaucoup dans l'intelligence artificielle afin d'accompagner ce mouvement. Prototypes et projets pilotes, parfois à destination du grand public, se sont multipliés pour tester et valoriser le potentiel de l'IA.

De façon générale, tous les acteurs économiques en relation directe avec le client pour des opérations limitées et stéréotypées s'y intéressent de près ou de loin. **Toutes les grandes sociétés de conseil ont constitué des équipes.**

LES PRINCIPAUX DOMAINES DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (Selon l'INRIA)²



² <https://www.inria.fr/actualite/actualites-inria/livre-blanc-sur-l-intelligence-artificielle>

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, MÉTIERS ET COMPÉTENCES

Nous distinguerons dans cette partie les besoins concernant :

- **les professionnels ayant une connaissance de l'IA**, sans pour autant en être des experts, intervenant sur les projets métiers
- &
- **les experts spécialisés en IA**, en support des projets métiers ou dans les équipes des projets d'innovation ou des laboratoires

Si le **recrutement est difficile pour ces deux profils**, le **volume demandé n'est pas le même**. Ainsi, la tension est vraisemblablement moins prégnante pour les experts de l'IA (Le volume de la demande est faible) que pour les professionnels ayant les compétences adéquates pour accompagner les projets.

a) Les connaissances générales nécessaires aux professionnels impliqués dans des projets IA (Consultants métier / fonctionnel)

Ces profils doivent avoir connaissance des **cas d'usages et des concepts globaux de l'intelligence artificielle**, ainsi qu'une formation dans les matières ci-après :

- Logique
- Représentation des connaissances
- Statistiques et analyse de données
- Visualisation des données
- Problématique de la prise de décision
- Théorie de l'apprentissage automatique (*machine learning*, introduction)
- Data-mining
- (...)

⇒ **À noter :**

L'ensemble de ces sujets implique en outre **une nécessaire réflexion et formation**

- aux **sciences sociales** et humaines (psychologie, linguistique ...)
- à **l'éthique et à la RSE**

b) Les experts spécialistes de l'IA

Au-delà des connaissances générales listées ci-dessus, ces profils doivent suivre **une spécialisation dans une ou plusieurs des matières** suivantes :

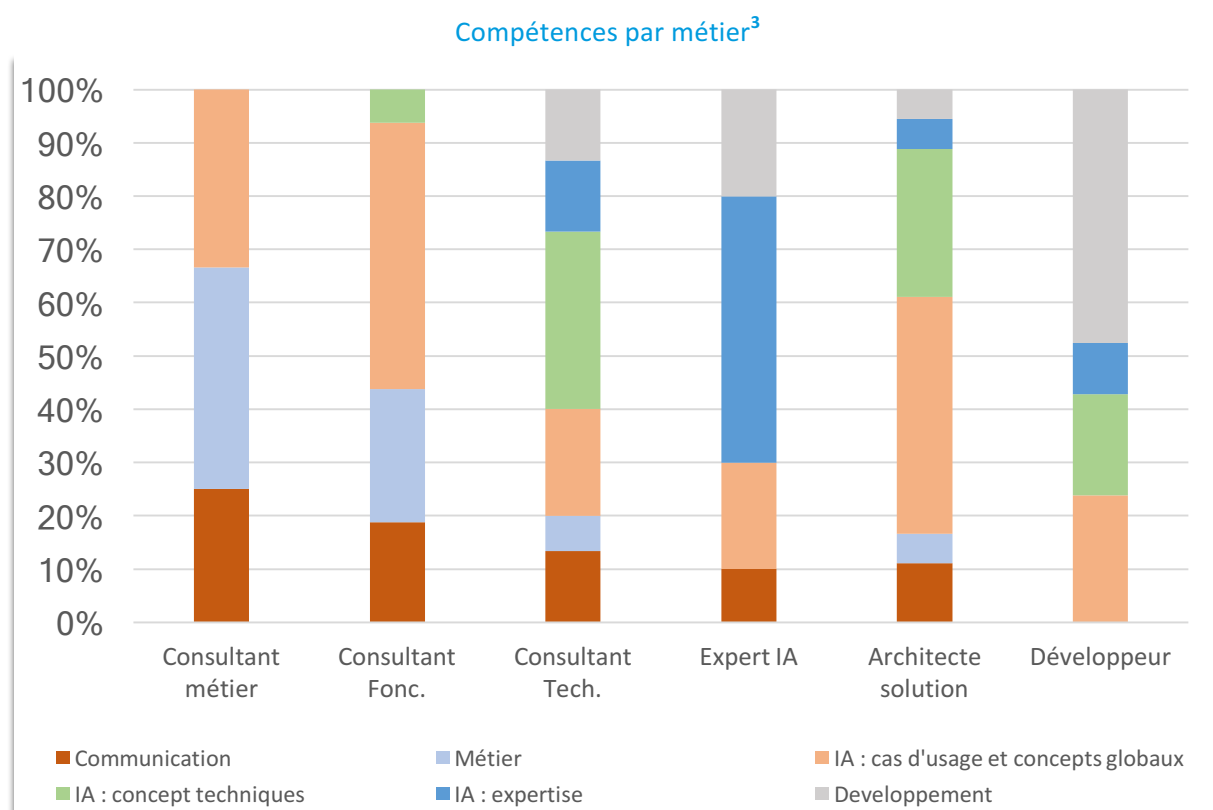
- Data science
- Robotique
- Web sémantique
- Informatique décisionnelle
- Machine learning (techniques) et deep learning
- Traitement du langage naturel
- Algorithmes évolutionnistes
- Statistiques et probabilités avancées
- Systèmes d'aide à la décision
- Sciences cognitives
- (...)

DE LA CONDUITE DE PROJETS « INTELLIGENCE ARTIFICIELLE »

Les projets « intelligence artificielle » ne pourront **jamais être l'affaire d'une seule personne**. Il est ainsi particulièrement difficile d'identifier et de recruter la ou les personnes disposant des qualités scientifiques, mais aussi humaines, pour mener ces projets exigeants.

Aussi, **leur réussite dépendra de la capacité à réunir une équipe** associant toutes les compétences attendues, et notamment des :

- **Consultants métiers**, au sens classique du terme, en capacité de comprendre, retranscrire et accompagner la demande et les besoins du client (Dimension usage)
- **Consultants fonctionnels**, spécialistes de sous-domaines technologiques utilisés par l'IA : Data scientist, Business intelligence, (...)
- **Consultants techniques**
- **Architectes solutions**
- **Développeurs** (javascript, node.js, html/css, xml, python, ...)
- **Experts IA** à proprement parler, tels que décrits ci-dessus



Il sera également nécessaire de **leur associer des compétences en sciences sociales** - psychologie et linguistique notamment - pour constituer **une équipe hétérogène** mobilisant une forte intelligence collective - **interculturelle et intergénérationnelle**, en capacité de comprendre et de prendre en compte les comportements des utilisateurs et l'ensemble des situations possibles.

Enfin, à l'instar de l'ensemble des projets de transformation numérique, au-delà des savoirs et savoir-faire, ces projets nécessitent, chez tous les intervenants, des compétences en termes de **savoir-être et de softskills**.⁴

³ IA, concepts globaux : apprentissage, ontologies, traitement langage naturel-parole et vision, machine learning, deep learning, ...)

IA, concepts techniques et algorithmes : cf. Tableau de l'Inria

IA, expertise d'un ou plusieurs domaines de l'IA

⁴ Cf. Note de Pasc@line - Savoir-être : http://www.assopascaline.fr/offres/doc_online_src/650/CompE9tences-savoir-EAtre-15-01-16.pdf

CONCLUSION - RECOMMANDATIONS

Les formations, écoles et entreprises membres de l'association Pasc@line sont **convaincues de l'importance présente et à venir de l'intelligence artificielle**. L'IA est un domaine en pleine croissance qui connaît une **très forte accélération** depuis quelques années.

Ces évolutions auront forcément **un impact sur le profil et le nombre d'ingénieurs et de diplômés de grade Master recherchés** dans un **marché de l'emploi du numérique déjà tendu**, affecté par une pénurie avérée de professionnels spécialisés dans l'intelligence artificielle.

Il est ainsi primordial que **le système éducatif français** puisse accompagner les industries concernées : un volume conséquent d'ingénieurs est en effet nécessaire pour porter ce mouvement et l'aider dans son développement. Il revient à nos entreprises et écoles du numérique de savoir **anticiper** les changements en cours, et de **former de futurs professionnels en capacité de répondre aux attentes et aux révolutions** à venir.

Les technologies d' « Intelligence artificielle » sont déjà enseignées dans certains de nos établissements, sous ce nom ou à travers des appellations associées telles que « Business intelligence », « Data scientist » (...)

Notre commission recommande :

- ⇒ D'intégrer le sujet « **Intelligence artificielle** » dans **l'ensemble des cursus des étudiants ingénieurs du numérique** comme un élément nécessaire et spécifique de formation. L'Intelligence artificielle est un domaine, voire un état d'esprit, qui doit être connu, a minima, par tous les ingénieurs dans notre domaine.
- ⇒ De **multiplier les spécialisations en fin de cycle** pour les ingénieurs du numérique ou d'intégrer l'intelligence artificielle comme une spécialité à part entière. Cette spécialisation doit intégrer des **travaux pratiques sur les usages particuliers** que cette technologie permet. Chaque concept (deep learning, machine learning ...) doit être rattaché à une technologie, à un usage et à un client.
- ⇒ D'enseigner **les concepts et les cas d'usages principaux de l'IA dans les formations d'ingénieurs** ne relevant pas spécifiquement du numérique **mais également dans les écoles de commerce** (Management de SI), à l'instar de ce qui a pu être développé pour le Big Data. L'ensemble des étudiants devrait être en capacité de suivre durant son cursus une initiation / une formation aux concepts globaux de l'intelligence artificielle.

Pour toute information : **Association Pasc@line**
www.assopascaline.fr - remi.ferrand@assopascaline.fr