

# **L'Entreprise Agentique : Stratégie, Architecture et Avantage Concurrentiel à l'Ère de l'IA Autonome**

## **Partie I : La Genèse de l'Intelligence Agentique : Des Concepts Fondamentaux aux Architectures Modernes**

### **Chapitre 1 : Définir l'Agent Intelligent**

#### **Introduction : Au-delà du Hype**

L'avènement de l'intelligence artificielle (IA) générative, illustré par des technologies comme ChatGPT, a captivé l'attention du monde en démontrant une capacité sans précédent à créer du contenu. Cependant, une évolution plus profonde et stratégiquement plus significative est en cours : l'émergence de l'IA agentique.<sup>1</sup> Alors que l'IA générative est fondamentalement réactive, produisant du texte, des images ou du code en réponse à des instructions spécifiques, l'IA agentique représente un changement de paradigme vers des systèmes proactifs. Ces systèmes, connus sous le nom d'agents IA, sont conçus non seulement pour répondre, mais pour agir de manière autonome afin d'atteindre des objectifs définis par leurs utilisateurs.<sup>1</sup>

Un agent IA est un système logiciel capable de percevoir son environnement, de raisonner, de prendre des décisions et d'exécuter des actions avec une intervention humaine minimale.<sup>2</sup> Plutôt que de remplacer les capacités humaines, leur objectif principal est de les augmenter, en optimisant l'efficacité et en automatisant les processus complexes.<sup>2</sup> Ils fonctionnent en suivant un cycle continu de perception, de planification, d'action et de réflexion, s'inspirant du processus décisionnel humain

pour naviguer dans des environnements numériques ou physiques.<sup>2</sup> Cette capacité à prendre des initiatives pour atteindre des buts prédéfinis constitue la pierre angulaire de la révolution agentique et la base d'une nouvelle forme d'organisation d'entreprise.

## La Définition Classique : Wooldridge et Jennings

Pour saisir la portée de cette transformation, il est essentiel de s'appuyer sur une définition rigoureuse qui a résisté à l'épreuve du temps. Les travaux fondateurs de Michael Wooldridge et Nicholas Jennings dans les années 1990 ont établi un cadre conceptuel robuste pour définir ce qu'est un "agent intelligent". Selon leur définition, un agent intelligent est un système informatique situé dans un environnement, capable d'une action autonome et flexible pour atteindre ses objectifs de conception.<sup>6</sup> La notion de "flexibilité" est ici cruciale et se décompose en quatre propriétés interdépendantes qui distinguent un véritable agent d'un simple programme automatisé.

1. **Autonomie** : C'est la caractéristique la plus fondamentale. L'agent peut fonctionner sans supervision humaine constante, exerçant un contrôle sur son état interne et son comportement.<sup>2</sup> Cette indépendance lui permet de prendre des décisions et d'initier des actions de sa propre initiative pour poursuivre ses objectifs.<sup>1</sup> C'est ce degré d'autonomie qui le différencie nettement des technologies plus simples comme les bots ou les assistants.<sup>12</sup>
2. **Réactivité** : L'agent doit être capable de percevoir son environnement, qu'il soit physique (via des capteurs) ou numérique (via des API, des bases de données).<sup>1</sup> Il doit ensuite répondre de manière opportune aux changements et aux événements qui s'y produisent, en ajustant son comportement en conséquence.<sup>6</sup>
3. **Proactivité** : Un agent intelligent ne se contente pas de réagir passivement aux stimuli. Il fait preuve d'initiative et adopte un comportement orienté vers des objectifs (goal-oriented).<sup>7</sup> Il anticipe les besoins futurs et prend des mesures pour atteindre ses objectifs à long terme, plutôt que de simplement répondre à des commandes immédiates.<sup>1</sup>
4. **Sociabilité** : Les agents opèrent rarement de manière isolée. La sociabilité est leur capacité à interagir avec d'autres entités, qu'il s'agisse d'autres agents logiciels ou d'utilisateurs humains.<sup>7</sup> Cette interaction peut prendre la forme de coopération pour atteindre un objectif commun, de négociation pour résoudre des conflits de ressources, ou de compétition.<sup>10</sup>

## Le Spectre de l'Autonomie : Bots, Assistants et Agents

Sur le marché actuel, les termes "bot", "assistant" et "agent" sont souvent utilisés de manière interchangeable, créant une confusion qui peut masquer des différences stratégiques fondamentales. Pour les décideurs, il est impératif de disposer d'une taxonomie claire pour évaluer le potentiel et les limites de chaque technologie. Ces outils se situent sur un spectre d'autonomie et de complexité croissantes.

- **Bots** : À l'extrémité la plus simple du spectre, les bots sont les moins autonomes. Ils sont conçus pour automatiser des tâches simples et répétitives en suivant des règles et des scripts préprogrammés.<sup>12</sup> Leur capacité d'apprentissage est généralement limitée ou inexistante, et leurs interactions sont réactives, se déclenchant en réponse à des commandes ou des événements spécifiques.<sup>10</sup> Un chatbot de FAQ de première génération est un exemple typique.
- **Assistants IA** : Occupant une position intermédiaire, les assistants IA (parfois appelés "copilotes") sont conçus pour aider les utilisateurs à accomplir des tâches sous leur supervision.<sup>12</sup> Ils sont plus réactifs que proactifs, répondant aux requêtes des utilisateurs pour fournir des informations ou effectuer des actions simples. Bien qu'ils puissent posséder des capacités d'apprentissage, ils recommandent généralement des actions à l'utilisateur, qui conserve le pouvoir de décision final.<sup>12</sup>
- **Agents IA** : Au sommet du spectre, les agents IA incarnent le plus haut niveau d'autonomie. Ils sont conçus pour gérer des tâches et des flux de travail complexes en plusieurs étapes.<sup>12</sup> Contrairement aux assistants, ils ne se contentent pas de recommander ; ils peuvent prendre des décisions de manière indépendante pour atteindre un objectif global.<sup>10</sup> Leur interaction est proactive et orientée vers les objectifs. La distinction est fondamentale : un assistant répond à la commande "Dis-moi quoi faire ensuite", tandis qu'un agent autonome répond à l'objectif "Dis-moi le but, et je déterminerai les prochaines étapes jusqu'à ce qu'il soit atteint".<sup>10</sup>

Le tableau suivant synthétise ces distinctions clés.

Caractéristique	Bot	Assistant IA	Agent IA
<b>Objectif Principal</b>	Automatiser des	Aider les utilisateurs	Exécuter des tâches

	tâches ou conversations simples	à effectuer des tâches	de manière autonome et proactive
<b>Autonomie</b>	Très faible ; suit des règles préprogrammées	Limitée ; nécessite l'intervention et les instructions de l'utilisateur	Élevée ; fonctionne et prend des décisions de manière indépendante
<b>Complexité des Tâches</b>	Tâches et interactions simples	Tâches simples à modérées	Tâches et flux de travail complexes en plusieurs étapes
<b>Apprentissage</b>	Limité ou inexistant	Capacités d'apprentissage possibles pour s'améliorer	Utilise l'apprentissage automatique pour s'adapter et s'améliorer
<b>Type d'Interaction</b>	Réactif ; répond à des déclencheurs ou commandes	Réactif ; répond aux requêtes des utilisateurs	Proactif ; centré sur des objectifs
<b>Exemple</b>	Chatbot de FAQ	Assistant virtuel (Siri, Alexa)	Agent de gestion de projet (ex: BabyAGI)

Données synthétisées à partir de.<sup>10</sup>

## L'Agent Moderne : Une Convergence Propulsée par les LLM

L'essor des Grands Modèles de Langage (LLM) a été le catalyseur qui a transformé les agents IA d'un concept académique à une réalité technologique puissante et accessible. Les agents modernes sont si intrinsèquement liés aux LLM qu'ils sont souvent appelés "agents LLM".<sup>16</sup> Le LLM agit comme le "cerveau" ou le moteur de raisonnement de l'agent, fournissant des capacités de compréhension du langage naturel, de raisonnement et de génération de plans qui étaient auparavant inaccessibles.<sup>9</sup>

Cependant, un agent est bien plus qu'un simple LLM. L'architecture de l'agent étend

les capacités du LLM en lui ajoutant des composants cruciaux qui lui permettent de passer de la génération de texte à l'action dans le monde réel.<sup>5</sup> Ces composants incluent :

- **La capacité d'agir** : Les agents peuvent interagir avec des systèmes externes via des outils, tels que des API, des bases de données ou des navigateurs web, leur permettant de collecter des informations à jour ou d'exécuter des actions concrètes.<sup>5</sup>
- **La mémoire** : Contrairement aux LLM qui ont une mémoire de contexte limitée à une seule conversation, les agents sont dotés de systèmes de mémoire à court et à long terme. Cela leur permet de se souvenir des interactions passées, d'apprendre de leurs expériences et de maintenir une cohérence sur des tâches de longue durée.<sup>5</sup>
- **La planification** : Les agents peuvent décomposer un objectif complexe en une séquence d'actions logiques, s'adapter si une étape échoue et réviser leur plan en fonction des nouvelles informations.<sup>16</sup>

Cette architecture moderne est le moyen technique par lequel les propriétés comportementales classiques de Wooldridge et Jennings sont réalisées. Le LLM fournit la capacité de raisonnement qui sous-tend la proactivité ; les outils permettent l'action et la réactivité ; la mémoire facilite l'apprentissage et l'adaptation ; et les protocoles de communication permettent la sociabilité. Ainsi, la définition classique ne devient pas obsolète ; elle se transforme en un cadre d'évaluation essentiel pour juger de l'efficacité réelle des implémentations d'agents modernes. Un système peut avoir l'architecture d'un "agent LLM", mais il ne mérite le titre d' "agent intelligent" que s'il démontre de manière fiable les propriétés d'autonomie, de réactivité, de proactivité et de sociabilité dans son environnement opérationnel.

## Chapitre 2 : L'Évolution des Architectures d'Agents

### Introduction : Les Moteurs de Raisonnement

Au cœur de chaque agent intelligent se trouve une architecture de prise de décision, un "moteur de raisonnement" qui dicte comment il interprète le monde et choisit ses

actions. L'évolution de ces architectures reflète une quête continue pour équilibrer la rationalité, la flexibilité et l'efficacité. Trois paradigmes majeurs ont façonné ce paysage : l'approche symbolique classique du modèle Croyance-Désir-Intention (BDI), l'approche native aux LLM du framework Raisonnement-Action (ReAct), et la synthèse émergente de l'IA neuro-symbolique.

## L'Approche Symbolique : Croyance-Désir-Intention (BDI)

Ancrée dans la philosophie du raisonnement pratique humain de Michael Bratman, l'architecture BDI est un modèle délibératif qui structure le comportement d'un agent autour de trois états mentaux explicites.<sup>18</sup>

- **Composants Clés :**

- **Croyances (Beliefs)** : Représentent l'état informationnel de l'agent. Ce sont les faits et les règles qu'il tient pour vrais concernant son environnement, lui-même et les autres agents. Ces croyances sont dynamiques et mises à jour en fonction des nouvelles perceptions.<sup>18</sup>
- **Désirs (Desires)** : Représentent l'état motivationnel de l'agent. Ce sont les objectifs ou les états du monde qu'il aimerait atteindre. Un agent peut avoir plusieurs désirs, parfois contradictoires.<sup>20</sup>
- **Intentions (Intentions)** : Représentent l'état délibératif de l'agent. Une intention est un désir auquel l'agent s'est engagé. Ce concept d'**engagement (commitment)** est la pierre angulaire du modèle BDI. Il assure la stabilité et la persistance des plans d'action ; une fois qu'un agent a formé une intention, il s'efforcera de la réaliser et ne la réévaluera pas constamment, à moins de circonstances exceptionnelles.<sup>20</sup>

- **Processus de Raisonnement** : L'agent BDI fonctionne selon un cycle de délibération continu (parfois appelé boucle "sense-reason-act").<sup>22</sup>

1. **Délibération** : Dans cette phase stratégique, l'agent évalue ses désirs à la lumière de ses croyances et de ses intentions actuelles pour décider quels objectifs poursuivre. Le résultat est la formation d'un nouvel ensemble d'intentions.<sup>18</sup>
2. **Raisonnement Moyens-Fins (Means-Ends Reasoning)** : Une fois les intentions établies, cette phase tactique consiste à sélectionner un plan d'action approprié dans une bibliothèque de plans pour réaliser ces intentions.<sup>18</sup>

La force principale du modèle BDI réside dans son explicabilité. Parce que son processus de décision est basé sur une logique symbolique et des états mentaux explicites, il est possible de tracer et de comprendre pourquoi un agent a pris une décision particulière, ce qui est crucial pour la confiance et le débogage.<sup>24</sup> Cependant, cette structure peut aussi être sa faiblesse, conduisant à une certaine rigidité face à des situations entièrement nouvelles ou imprévues pour lesquelles aucun plan n'existe.<sup>25</sup>

## L'Approche LLM-Native : Raisonnement-Action (ReAct)

Avec l'avènement des LLM, une nouvelle architecture d'agent, plus flexible et dynamique, a émergé : ReAct (Reasoning and Acting). Ce framework fusionne la capacité de raisonnement en chaîne de pensée (Chain-of-Thought, CoT) des LLM avec la capacité d'interagir avec des outils externes.<sup>26</sup>

- **La Boucle ReAct** : Plutôt qu'un cycle délibératif rigide, ReAct fonctionne sur une boucle itérative et entrelacée.<sup>26</sup>
  1. **Pensée (Thought)** : L'agent utilise le LLM pour analyser la tâche, la décomposer en étapes logiques et formuler une stratégie. Par exemple : "Je dois trouver les prévisions météo pour Paris. Je devrais utiliser l'outil de recherche météo."<sup>26</sup>
  2. **Action (Act)** : L'agent exécute une action concrète en utilisant un outil disponible, comme appeler une API météo avec le paramètre "Paris".<sup>26</sup>
  3. **Observation (Observation)** : L'agent reçoit le résultat de l'action (par exemple, "Il pleuvra à Paris demain") et l'intègre dans son contexte. Cette observation alimente la prochaine étape de "Pensée", permettant à l'agent d'ajuster son plan.<sup>26</sup>
- **Surmonter les Limites des LLM** : La synergie entre le raisonnement et l'action permet de surmonter deux faiblesses majeures des LLM seuls. Premièrement, en accédant à des informations externes et à jour via des outils, ReAct ancre le raisonnement du modèle dans la réalité, réduisant considérablement le risque d'hallucinations factuelles.<sup>26</sup> Deuxièmement, il permet de résoudre des problèmes complexes qui nécessitent plusieurs étapes et des informations dynamiques, ce qu'un LLM seul ne peut pas faire de manière fiable.<sup>26</sup>

## La Synthèse Hybride : L'IA Neuro-Symbolique

L'IA neuro-symbolique représente une frontière de recherche visant à combiner le meilleur des deux mondes : la flexibilité et la capacité d'apprentissage des modèles neuronaux (comme les LLM) avec la rigueur, la transparence et la capacité de raisonnement des approches symboliques (comme la logique de BDI).<sup>25</sup> Cette approche s'inspire de la théorie de la double vitesse de la pensée de Daniel Kahneman, où les réseaux de neurones excellent dans la reconnaissance de formes rapide et intuitive (Système 1), tandis que le raisonnement symbolique gère la planification lente et délibérée (Système 2).<sup>33</sup>

La taxonomie de Henry Kautz décrit plusieurs architectures d'intégration <sup>35</sup> :

- **Symbolique[Neuronal]** : Un système symbolique de haut niveau (comme un planificateur) appelle un modèle neuronal pour des tâches spécifiques (par exemple, AlphaGo utilisant un réseau neuronal pour évaluer une position de jeu).
- **Neuronal** : Un modèle neuronal (comme un LLM) apprend à appeler des outils ou des moteurs de raisonnement symboliques externes (par exemple, ChatGPT utilisant un plugin pour interroger WolframAlpha).

Pour l'entreprise, cette synthèse promet des systèmes d'IA qui sont non seulement puissants et adaptatifs, mais aussi plus robustes, fiables et explicables, ce qui est essentiel pour les applications critiques où la confiance et la conformité sont primordiales.<sup>36</sup>

Le choix entre ces architectures n'est pas purement technique ; il s'agit d'un compromis stratégique fondamental entre l'intentionnalité et la flexibilité. Le modèle BDI, avec son concept d' "engagement" envers une intention, offre une grande stabilité et prévisibilité, ce qui est idéal pour les processus métier critiques et réglementés où la déviation par rapport au plan est coûteuse.<sup>21</sup> À l'inverse, le framework ReAct offre une flexibilité et une adaptabilité maximales, parfaites pour les tâches exploratoires ou créatives où la capacité à improviser est plus précieuse que la stricte adhésion à un plan.<sup>26</sup> Cependant, cette flexibilité se fait au détriment d'un engagement stable, rendant les agents ReAct potentiellement moins fiables pour des missions à long terme sans une surveillance étroite.<sup>38</sup> L'approche neuro-symbolique apparaît alors comme une tentative de réconcilier ce dilemme, en utilisant la flexibilité des LLM pour générer des options tout en les contraignant par une logique symbolique pour garantir la fiabilité et l'alignement.<sup>25</sup> Une entreprise agentique mature ne s'appuiera pas sur une seule architecture, mais déploiera un écosystème d'agents



avec des architectures spécialisées, adaptées à la nature de chaque tâche et au niveau de risque associé.

### **Chapitre 3 : Le Cadre Unifié des Agents Modernes**

Au-delà des philosophies de raisonnement sous-jacentes, les agents IA modernes basés sur les LLM convergent vers une architecture modulaire commune. Des recherches récentes ont proposé un cadre unifié qui décompose un agent en quatre composants essentiels, offrant un plan directeur pour la conception et la compréhension de ces systèmes complexes.<sup>40</sup> Ce cadre structure la manière dont un agent perçoit, se souvient, planifie et agit.

#### **Module de Profil (Profiling Module)**

Le module de profil est le point de départ de la conception de l'agent. Il sert à définir son identité, son rôle et sa personnalité, généralement via des instructions dans le prompt initial.<sup>40</sup> Ce profil n'est pas simplement cosmétique ; il influence profondément le comportement de l'agent, en guidant ses décisions, son style de communication et ses priorités. Par exemple, un agent profilé comme un "analyste financier prudent" adoptera un ton et des stratégies différents de ceux d'un agent profilé comme un "brainstormer créatif". Le contenu du profil peut inclure des éléments démographiques, psychologiques (par exemple, "extraverti", "analytique") et sociaux, qui définissent ses relations avec d'autres agents.<sup>40</sup>

#### **Module de Mémoire (Memory Module)**

La mémoire est ce qui transforme un LLM sans état en un agent persistant et capable d'apprendre. Ce module permet à l'agent de stocker, de récupérer et de réfléchir aux informations et aux interactions passées, ce qui est essentiel pour maintenir le contexte sur de longues périodes et s'adapter avec l'expérience.<sup>5</sup> On distingue généralement deux types de mémoire :

- **Mémoire à court terme** : Elle conserve le contexte de l'interaction en cours, comme l'historique récent d'une conversation. Elle est souvent gérée directement dans la fenêtre de contexte du LLM.<sup>42</sup>
- **Mémoire à long terme** : Pour une persistance au-delà d'une seule session, les informations sont stockées dans un système externe, tel qu'une base de données vectorielle. Cela permet à l'agent de se souvenir d'expériences passées et de les utiliser pour informer ses actions futures.<sup>17</sup>

Les opérations clés de la mémoire incluent la lecture (récupérer des souvenirs pertinents), l'écriture (enregistrer de nouvelles expériences) et, de manière cruciale, la **réflexion**. La réflexion est un processus de méta-apprentissage où l'agent synthétise des souvenirs bruts pour en tirer des conclusions de plus haut niveau et des apprentissages abstraits, lui permettant d'améliorer ses stratégies au fil du temps.<sup>40</sup>

## Module de Planification (Planning Module)

Ce module dote l'agent de la capacité de décomposer un objectif complexe et de haut niveau en une séquence de sous-tâches plus petites et gérables.<sup>10</sup> La planification est ce qui permet à un agent d'aborder des problèmes qui ne peuvent être résolus en une seule étape. Les approches de planification varient en sophistication :

- **Planification sans feedback** : L'agent génère un plan complet à l'avance et l'exécute étape par étape. Cela peut impliquer un raisonnement à chemin unique (une séquence linéaire) ou à chemins multiples (explorer plusieurs options en parallèle).<sup>40</sup>
- **Planification avec feedback** : C'est une approche plus dynamique et robuste. Après chaque action, l'agent reçoit un feedback — de l'environnement (par exemple, un message d'erreur), d'un humain (correction ou instruction), ou de lui-même (auto-critique) — et utilise cette information pour réviser et affiner son plan de manière itérative.<sup>29</sup> Cette boucle de feedback est au cœur de l'adaptabilité de l'agent.

## Module d'Action (Action Module)

Le module d'action est l'effecteur de l'agent ; il traduit ses décisions et ses plans en actions concrètes qui modifient l'environnement ou communiquent avec d'autres entités.<sup>40</sup> L'ensemble des actions possibles définit l' "espace d'action" de l'agent. Cet espace peut être constitué de :

- **Outils externes** : C'est la forme d'action la plus courante pour les agents modernes. L'agent peut appeler des API pour accéder à des bases de données, effectuer des recherches sur le web, envoyer des e-mails, exécuter du code, etc. L'utilisation d'outils étend considérablement les capacités de l'agent au-delà des connaissances internes du LLM.<sup>5</sup>
- **Connaissances internes** : Pour certaines tâches, notamment la communication et la génération de contenu, l'action de l'agent peut simplement consister à générer une réponse textuelle en s'appuyant sur les connaissances et les capacités de raisonnement du LLM qui le pilote.<sup>40</sup>

Ensemble, ces quatre modules forment une architecture cohérente qui permet aux agents basés sur les LLM de fonctionner de manière autonome, contextuelle et orientée vers un objectif, jetant ainsi les bases techniques de l'entreprise agentique.

## **Partie II : L'Organisation Centrée sur l'IA : Du Monolithe au Système Complexe Adaptatif**

L'application de la technologie des agents à l'échelle de l'entreprise nécessite un changement de perspective : il ne s'agit plus de concevoir des automates individuels, mais de construire des écosystèmes d'intelligence collective. Cette transition fait écho aux principes fondamentaux de l'organisation du travail, où la spécialisation et la coordination sont les clés de l'efficacité à grande échelle.

### **Chapitre 4 : Agent Unique vs. Intelligence Collective**

#### **La Distinction Fondamentale : "AI Agents" vs. "Agentic AI"**

Des recherches récentes ont introduit une taxonomie cruciale pour clarifier la maturité et la portée des systèmes d'IA autonomes, en distinguant les "AI Agents" de l'"Agentic AI".<sup>45</sup> Cette distinction est fondamentale pour les stratégies d'entreprise car elle délimite deux niveaux d'ambition et de complexité très différents.

- **AI Agents (Agents IA) :** Cette catégorie désigne les systèmes à **agent unique**. Ces agents sont conçus comme des entités modulaires et autonomes, optimisées pour l'automatisation de tâches spécifiques et bien définies (par exemple, la planification d'une réunion, la réponse à une question de support client, le résumé d'un document).<sup>45</sup> Ils fonctionnent comme des "exécuteurs de tâches" sophistiqués, utilisant des outils pour interagir avec leur environnement et atteindre un objectif précis. Leur force réside dans leur excellence ciblée et leur déploiement relativement simple pour des problèmes circonscrits.<sup>48</sup>
- **Agentic AI (IA Agentique) :** Ce terme décrit un changement de paradigme vers des **systèmes multi-agents**. L'IA Agentique n'est pas un agent plus puissant, mais un écosystème composé de multiples agents spécialisés qui collaborent, communiquent et se coordonnent pour atteindre des objectifs complexes et de haut niveau qui dépassent les capacités d'un agent unique.<sup>15</sup> Dans ce modèle, le système fonctionne comme un "orchestrateur de flux de travail collaboratif", capable de décomposer dynamiquement des problèmes, d'allouer des sous-tâches aux agents les plus pertinents et de synthétiser leurs contributions.<sup>45</sup> Les applications typiques incluent l'automatisation de la recherche scientifique, la coordination de flottes de robots ou l'aide à la décision médicale complexe.<sup>45</sup>

## Pourquoi la Collaboration est Nécessaire

Le passage à des systèmes multi-agents n'est pas une simple complication architecturale, mais une réponse nécessaire aux limites inhérentes des agents uniques. Un agent seul, même doté d'un LLM très puissant, peine à gérer efficacement des processus métier réels qui sont souvent longs, multi-étapes et nécessitent la coordination de diverses compétences et sources de données.<sup>49</sup> Les systèmes multi-agents permettent de résoudre des problèmes d'une complexité qui serait insurmontable pour une entité monolithique, en tirant parti de la spécialisation et du parallélisme.<sup>48</sup>

Cette évolution de l'agent unique vers l'intelligence collective est l'équivalent numérique d'un principe fondamental de l'économie et de l'organisation humaine : la spécialisation du travail. Un "AI Agent" est analogue à un artisan qui maîtrise une tâche du début à la fin. C'est un modèle efficace pour des productions simples et uniques. L'"Agentic AI", en revanche, est l'équivalent d'une organisation moderne ou d'une ligne d'assemblage. Chaque agent est un spécialiste : un agent expert en extraction de données, un autre en analyse financière, un troisième en rédaction de rapports, et un quatrième en communication avec les parties prenantes. La valeur et la complexité ne résident plus seulement dans la compétence de chaque agent individuel, mais de manière cruciale dans l'**orchestration**, la **communication** et la **coordination** entre ces spécialistes.<sup>15</sup> Le défi stratégique pour les entreprises se déplace donc de la simple "automatisation de la tâche X" à la "conception d'une organisation d'agents pour optimiser le processus Y". Cela transforme un problème d'ingénierie logicielle en un défi d'architecture organisationnelle et de conception de systèmes.

## Caractéristiques des Systèmes Multi-Agents (SMA)

Les SMA qui composent l'IA Agentique possèdent des caractéristiques distinctives qui leur permettent de fonctionner comme une intelligence collective :

- **Contrôle Décentralisé** : Dans de nombreux SMA, il n'y a pas de point de contrôle central unique. Chaque agent prend ses décisions de manière autonome en fonction de ses vues locales.<sup>15</sup> Cette décentralisation augmente la robustesse (la défaillance d'un agent ne paralyse pas tout le système) et l'évolutivité.
- **Hétérogénéité** : Les agents au sein d'un système peuvent être hétérogènes, possédant des capacités, des connaissances, des objectifs et des rôles différents.<sup>15</sup> Cette diversité permet au système de s'attaquer à des problèmes multidimensionnels en assignant des sous-tâches à des agents spécialisés.
- **Comportement Émergent** : L'une des propriétés les plus puissantes et les plus complexes des SMA est l'émergence. Les interactions locales, souvent simples, entre les agents peuvent conduire à l'émergence de comportements, de schémas et de solutions sophistiqués à l'échelle du système, qui n'ont été explicitement programmés dans aucun agent individuel.<sup>15</sup>

## Chapitre 5 : Modéliser l'Organisation Agentique

Pour construire et gérer des systèmes d'IA Agentique, il est nécessaire de s'appuyer sur des modèles organisationnels qui peuvent structurer les interactions et guider le comportement collectif. Deux cadres conceptuels sont particulièrement pertinents : le modèle Agent-Groupe-Rôle (AGR) pour la structure de gouvernance, et le paradigme de l'entreprise comme Système Complexe Adaptatif (CAS) pour comprendre sa dynamique.

### Le Modèle Agent-Groupe-Rôle (AGR)

Développé par Jacques Ferber et ses collègues, le modèle AGR est un cadre pour la conception de SMA centrés sur l'organisation (OCMAS).<sup>51</sup> Il s'éloigne des approches où chaque agent peut interagir librement avec n'importe quel autre, une situation qui mène rapidement à une complexité ingérable et à des comportements imprévisibles.<sup>53</sup> AGR introduit une structure en se basant sur trois concepts fondamentaux :

- **Agent** : L'entité active du système. Le modèle AGR est agnostique quant à l'architecture interne de l'agent, ce qui permet à des agents hétérogènes de coexister.<sup>52</sup>
- **Groupe** : Un groupe définit un contexte d'interaction. C'est une partition de l'organisation où les agents membres partagent une caractéristique ou un objectif commun. La règle fondamentale est que les agents ne peuvent communiquer que s'ils appartiennent au même groupe.<sup>52</sup> Cela instaure une modularité, créant des frontières et des "espaces de communication" contrôlés, essentiels pour la sécurité et la gestion de la complexité.
- **Rôle** : Un rôle est une description abstraite d'une fonction ou d'une position qu'un agent peut occuper au sein d'un groupe. Il définit les attentes, les permissions, les obligations et les protocoles d'interaction associés à cette fonction.<sup>51</sup> En jouant un rôle, un agent s'engage à respecter un certain comportement, ce qui rend le système global plus prévisible et structuré.

Le modèle AGR fournit ainsi un échafaudage organisationnel qui permet de concevoir des SMA de manière plus systématique et robuste, en se concentrant sur la structure des interactions plutôt que sur les états mentaux internes de chaque agent.

## L'Entreprise comme Système Complexe Adaptatif (CAS)

Le paradigme des Systèmes Complexes Adaptatifs (CAS) offre un cadre théorique puissant pour comprendre la dynamique des organisations dans des environnements incertains. Un CAS est défini comme un système composé d'un grand nombre d'agents autonomes qui interagissent entre eux selon des règles locales simples. De ces interactions locales émergent des comportements collectifs complexes et des schémas d'auto-organisation, sans qu'il y ait de contrôle centralisé.<sup>55</sup>

La Modélisation Basée sur les Agents (ABM) est une technique de simulation qui permet d'explorer la dynamique des CAS.<sup>57</sup> En programmant des agents avec des règles de comportement simples et en les faisant interagir, les chercheurs peuvent observer l'émergence de phénomènes macroscopiques, comme la formation de marchés, la propagation d'informations ou l'évolution de structures sociales.<sup>57</sup>

Appliqué aux entreprises, le modèle CAS suggère que la performance et l'adaptabilité d'une organisation ne découlent pas de plans descendants rigides, mais de sa capacité à favoriser un environnement où des solutions efficaces peuvent émerger de manière auto-organisée.<sup>55</sup>

La convergence de ces modèles révèle une transformation profonde. Historiquement, les modèles comme CAS et AGR étaient des outils descriptifs ou de simulation pour analyser les organisations humaines. L'avènement de l'IA Agentique change radicalement la donne : une entreprise dotée d'un système multi-agents n'est plus simplement *analysable* comme un CAS, elle *devient* un CAS exécutable. Les agents IA sont les agents du modèle, leurs interactions sont les règles locales, et la performance globale de l'entreprise est le comportement émergent de ce système socio-technique. Le modèle AGR fournit la structure de gouvernance explicite pour ce CAS, où les Groupes délimitent les sous-systèmes et les Rôles définissent les règles d'interaction. Dans ce nouveau paradigme, l'architecture d'entreprise et la gestion stratégique fusionnent. Concevoir l'organigramme de l'entreprise — définir les groupes, les rôles, les protocoles de communication — devient un acte de programmation de l'organisation elle-même. Les dirigeants ne se contentent plus de définir des stratégies ; ils conçoivent, déploient et affinent des organisations d'agents pour les exécuter de manière adaptative.

## Chapitre 6 : L'Interopérabilité, Clé de Voûte des Écosystèmes d'Agents

Pour qu'un écosystème d'agents hétérogènes — potentiellement développés par différentes équipes, sur diverses plateformes et avec des architectures internes variées — puisse fonctionner comme une intelligence collective cohérente, un prérequis fondamental doit être satisfait : l'interopérabilité.<sup>59</sup> L'interopérabilité est la capacité de systèmes distincts à communiquer, échanger des données et utiliser les informations échangées de manière efficace.<sup>62</sup>

### Les Niveaux d'Interopérabilité

L'interopérabilité n'est pas un concept monolithique ; elle se décline en plusieurs niveaux, chacun répondant à un défi différent.

1. **Interopérabilité Technique (ou Syntaxique)** : C'est le niveau le plus fondamental. Il garantit que les systèmes peuvent physiquement se connecter et échanger des messages. Cela concerne les protocoles de communication (par exemple, HTTP, TCP/IP), les formats de données (par exemple, JSON, XML) et les interfaces de programmation (API).<sup>59</sup> À ce niveau, on s'assure que les "tuyaux" sont connectés et que la structure des données est mutuellement lisible, mais sans garantie sur la compréhension du contenu.
2. **Interopérabilité Sémantique** : Ce niveau va plus loin en s'assurant que les systèmes partagent une compréhension commune du *sens* des données échangées.<sup>59</sup> Par exemple, deux agents peuvent échanger un champ de données "prix", mais l'un peut l'interpréter en euros et l'autre en dollars, ou l'un comme un prix hors taxes et l'autre toutes taxes comprises. L'interopérabilité sémantique vise à résoudre ces ambiguïtés en s'assurant que tous les participants interprètent les concepts de la même manière.<sup>63</sup>
3. **Interopérabilité Organisationnelle** : Le niveau le plus élevé concerne l'alignement des processus métier, des règles de gouvernance et des objectifs entre les différentes entités (ou groupes d'agents).<sup>64</sup> Il s'agit de s'assurer que les agents collaborent de manière harmonieuse pour atteindre des objectifs d'entreprise alignés, même s'ils appartiennent à des départements ou des organisations différents.



## Le Rôle des Ontologies pour l'Interopérabilité Sémantique

L'interopérabilité sémantique est sans doute le défi le plus complexe, et les ontologies sont l'outil principal pour le relever. Une ontologie est une spécification formelle et explicite d'une conceptualisation partagée ; en d'autres termes, c'est un modèle de données qui définit un ensemble de concepts et de relations au sein d'un domaine, créant un vocabulaire commun et non ambigu.<sup>67</sup>

Pour mettre en œuvre des ontologies dans un système multi-agents, plusieurs approches architecturales existent :

- **Approche Mono-ontologie** : Tous les agents de l'écosystème utilisent une seule et même ontologie globale. Cette approche garantit une cohérence parfaite, mais elle est très rigide, difficile à faire évoluer et peu réaliste dans des environnements d'entreprise complexes et hétérogènes où différents domaines ont leur propre jargon.<sup>67</sup>
- **Approche Multi-ontologies** : Chaque agent ou groupe d'agents possède sa propre ontologie locale, optimisée pour son domaine spécifique. Cette approche est beaucoup plus flexible et évolutive. Cependant, elle nécessite la mise en place de mécanismes de "mapping" ou d' "alignement" d'ontologies pour traduire les concepts d'une ontologie à l'autre lorsqu'une communication inter-groupes est nécessaire. Ce processus de mapping peut être complexe.<sup>67</sup>
- **Approche Hybride** : C'est un compromis pragmatique. Elle utilise une "ontologie de haut niveau" (upper ontology) qui définit des concepts très généraux et universels (par exemple, "Personne", "Produit", "Processus"), tandis que des ontologies locales spécialisent ces concepts pour des domaines spécifiques (par exemple, un "Produit Financier", un "Produit Pharmaceutique"). L'ontologie partagée de haut niveau facilite grandement le mapping entre les ontologies locales, car elles partagent une racine sémantique commune.<sup>67</sup>

Dans une entreprise agentique, la mise en place d'une stratégie d'interopérabilité, notamment sémantique via une approche ontologique hybride, est un investissement stratégique qui conditionne la capacité du système à fonctionner comme un tout cohérent et intelligent.

## Partie III : Architecturer l'Entreprise Agentique

La transition vers une organisation centrée sur l'IA agentique ne consiste pas simplement à superposer une nouvelle technologie sur des structures existantes. Elle exige une refonte fondamentale de la manière dont l'architecture d'entreprise est conçue, gérée et gouvernée. Les cadres traditionnels, conçus pour un monde de planification et de stabilité relatives, montrent leurs limites face à la dynamique et à l'adaptabilité requises par les systèmes agentiques.

### Chapitre 7 : Les Limites des Cadres Traditionnels

Depuis des décennies, l'architecture d'entreprise (AE) s'appuie sur des cadres méthodologiques pour aligner la stratégie métier et les systèmes d'information. Deux des plus influents sont le Zachman Framework et TOGAF.

- **Analyse des Cadres Classiques :**

- **Zachman Framework** : Il s'agit moins d'une méthodologie que d'une **ontologie**, une taxonomie pour classer et organiser les artefacts architecturaux d'une entreprise.<sup>72</sup> Structuré comme une matrice (avec des interrogations comme Quoi, Comment, Où, et des perspectives comme Planificateur, Propriétaire), il est excellent pour assurer une description complète et holistique de l'entreprise. Cependant, il est de nature descriptive et non prescriptive : il indique *quoi* documenter, mais pas *comment* le développer ou le faire évoluer.<sup>74</sup> Sa rigueur peut conduire à une approche lourde en documentation, mal adaptée aux cycles de changement rapides.<sup>72</sup>
- **TOGAF (The Open Group Architecture Framework)** : Contrairement à Zachman, TOGAF est un **processus**, une méthodologie prescriptive centrée sur l'Architecture Development Method (ADM).<sup>72</sup> L'ADM fournit un cycle itératif pour développer, gérer et gouverner une architecture d'entreprise. Son accent sur la gouvernance et le processus structuré en fait un standard de l'industrie, mais il est souvent critiqué pour sa complexité et sa lenteur perçue, qui peuvent être en décalage avec les besoins d'agilité des entreprises modernes.<sup>74</sup>

- L'Inadéquation face à un Environnement VUCA :

Dans le contexte actuel caractérisé par la Volatilité, l'Incertitude, la Complexité et l'Ambiguïté (VUCA), la faiblesse fondamentale de ces cadres traditionnels devient évidente. Ils ont été conçus pour un monde où la planification stratégique à long terme était possible et où l'objectif principal était d'assurer la conformité des projets à une architecture cible relativement stable.<sup>79</sup> Leur approche descendante et leur décomposition en couches rigides (métier, application, données, technologie) peuvent "geler" l'entreprise dans un modèle qui peine à s'adapter aux changements disruptifs et rapides.<sup>80</sup>

La valeur dans un environnement VUCA ne réside plus dans la capacité à suivre un plan statique, mais dans la capacité à se reconfigurer dynamiquement. Les systèmes d'IA agentique sont, par nature, conçus pour cette reconfiguration dynamique. Les agents peuvent former de nouveaux groupes, adopter de nouveaux rôles et ajuster leurs stratégies en temps réel. Par conséquent, la discipline de l'architecture d'entreprise doit évoluer. Son rôle n'est plus celui d'un "législateur" qui définit des plans rigides auxquels les projets doivent se conformer. Il devient celui d'un "concepteur de marché" ou d'un "urbaniste d'écosystème", qui définit les règles, les protocoles et les infrastructures permettant aux agents de s'auto-organiser et de se composer dynamiquement pour créer de la valeur. La métrique de succès passe de la "conformité au plan" à la "vitesse et l'efficacité de l'adaptation".

## Chapitre 8 : Principes de l'Architecture d'Entreprise Agentique

Face aux limites des approches traditionnelles, un nouveau paradigme émerge : l'architecture d'entreprise agentique. Elle ne remplace pas les principes fondamentaux de l'AE, mais les réinterprète à travers le prisme de l'autonomie, de la collaboration et de l'adaptabilité.

- Vers un Nouveau Cadre : L'Architecture Agentique :  
L'architecture agentique est le cadre structurel qui permet à des collectifs d'agents IA de percevoir, raisonner et agir de manière coordonnée pour atteindre les objectifs de l'entreprise.<sup>81</sup> Elle intègre nativement des systèmes multi-agents, combinant des agents réactifs pour les réponses rapides et des agents délibératifs pour la planification stratégique.<sup>82</sup> Cette architecture est régie par un ensemble de principes clés :
  - **Modularité et Spécialisation** : L'entreprise est décomposée en modules fonctionnels, chacun incarné par un agent ou un groupe d'agents spécialisés.

Cette approche, similaire aux microservices, facilite la maintenance, l'évolutivité et la réutilisation des composants.<sup>82</sup>

- **Adaptabilité et Agilité** : L'architecture doit être conçue pour le changement. Elle doit permettre aux agents d'apprendre de leurs interactions et d'ajuster leurs comportements et leurs collaborations en temps réel pour répondre aux nouvelles conditions du marché ou aux opportunités émergentes.<sup>82</sup>
- **Interopérabilité** : Comme vu précédemment, l'architecture doit définir des standards et des protocoles de communication clairs pour assurer une collaboration fluide entre des agents hétérogènes.<sup>82</sup>
- **Transparence et Explicabilité** : Pour garantir la confiance et la gouvernance, les décisions et les actions des agents doivent être traçables et compréhensibles par les superviseurs humains.<sup>82</sup>
- **Décentralisation et Résilience** : L'architecture favorise la prise de décision décentralisée pour éviter les goulots d'étranglement et les points de défaillance uniques, rendant l'organisation globale plus résiliente.<sup>84</sup>
- **L'Architecture d'Entreprise Agentique en Pratique** :  
Concrètement, cette architecture s'appuie sur des technologies modernes qui se prêtent naturellement à un modèle décentralisé et dynamique. Les agents sont déployés comme des services indépendants (par exemple, des conteneurs gérés par Kubernetes), communiquent via des bus d'événements (par exemple, Kafka) et interagissent avec le reste du système d'information via des API.<sup>84</sup> Cette approche brise les silos départementaux traditionnels en permettant à des agents représentant différentes fonctions (finance, logistique, marketing) de collaborer directement et en temps réel pour optimiser les processus de bout en bout.<sup>86</sup>

## Chapitre 9 : Le Graphe de Connaissances d'Entreprise (EKG)

Si les agents sont les "acteurs" de l'entreprise agentique, le Graphe de Connaissances d'Entreprise (Enterprise Knowledge Graph, EKG) en est le "système nerveux central" et la "mémoire collective". C'est l'infrastructure de données qui permet une intelligence véritablement contextuelle et coordonnée.

- **Définition** : Un EKG est une représentation des connaissances d'une organisation qui modélise non seulement les données, mais aussi les **relations sémantiques** entre elles.<sup>87</sup> Il intègre des données provenant de sources multiples et hétérogènes (CRM, ERP, documents non structurés) dans un réseau unifié de concepts et de relations, régi par une ontologie.<sup>87</sup>

- **L'EKG comme "Tissu Conjonctif" :**
  - **Briser les Silos :** La principale fonction de l'EKG est d'agir comme un "tissu conjonctif" qui relie les îlots de données dispersés dans l'entreprise.<sup>87</sup> En créant une vue à 360 degrés des entités clés (clients, produits, fournisseurs, processus), il fournit une source de vérité unique et partagée.
  - **Fournir un Contexte à l'IA :** Les LLM, malgré leur puissance, manquent de contexte spécifique à l'entreprise. L'EKG fournit ce contexte essentiel. Lorsqu'un agent IA doit prendre une décision, il peut interroger l'EKG pour comprendre les relations complexes qui sous-tendent la situation (par exemple, "Quel est l'impact de ce retard de fournisseur sur les commandes des clients VIP?"). Cela permet d'ancrer les réponses de l'IA dans la réalité de l'entreprise, améliorant drastiquement la pertinence et réduisant les hallucinations.<sup>87</sup>
- **Permettre une IA Explicable (XAI) :**

La nature de "boîte noire" de nombreux modèles d'IA est un obstacle majeur à leur adoption dans des domaines critiques. L'EKG offre une solution puissante à ce problème.

  - **Traçabilité :** Parce qu'un EKG modélise explicitement les relations et la provenance des données, les décisions prises par un agent peuvent être retracées. Il est possible de visualiser le "chemin de raisonnement" que l'agent a suivi à travers le graphe pour arriver à une conclusion.<sup>87</sup> Par exemple, si un agent recommande de ne pas accorder un prêt, l'EKG peut montrer les faits et les règles spécifiques (par exemple, "le client a un historique de défaut de paiement lié à l'entreprise X, qui est une filiale de l'entreprise Y") qui ont conduit à cette recommandation.
  - **Gouvernance et Confiance :** Cette traçabilité est le fondement de la gouvernance et de la confiance. Elle permet des audits, assure la conformité réglementaire et donne aux superviseurs humains les moyens de comprendre, de valider et, si nécessaire, de contester les décisions de l'IA.<sup>91</sup>

L'EKG n'est pas simplement une base de données améliorée ; il est la mémoire collective et dynamique de l'organisation agentique. Chaque action d'un agent, chaque nouvelle donnée intégrée, chaque interaction avec un client devient un événement d'apprentissage qui enrichit et affine l'EKG en temps réel.<sup>89</sup> L'avantage concurrentiel ne provient donc pas seulement de l'intelligence des agents individuels, mais de la richesse, de la connectivité et de la fraîcheur de la mémoire partagée sur laquelle ils opèrent. L'EKG devient l'actif stratégique central, une "mémoire organisationnelle perpétuelle" qui s'améliore à chaque transaction et décision.<sup>89</sup>

## Partie IV : Forger un Avantage Concurrentiel Durable avec l'IA Agentique

L'adoption de l'IA agentique n'est pas une simple optimisation technologique ; c'est une démarche stratégique visant à construire des avantages concurrentiels durables et difficiles à répliquer. Cette partie explore les mécanismes par lesquels les agents IA créent de la valeur économique, illustrés par des études de cas concrètes, et examine leur impact sur la productivité humaine.

### Chapitre 10 : Le Volant d'Inertie de l'IA et les Douves de Données

Deux concepts interdépendants sont au cœur de la stratégie concurrentielle à l'ère de l'IA : l'effet de volant d'inertie et les douves de données. Les systèmes agentiques agissent comme de puissants accélérateurs pour ces deux mécanismes.

- Le Volant d'Inertie de l'IA (AI Flywheel Effect) :  
Ce concept décrit un cycle vertueux auto-renforçant qui est fondamental pour les modèles d'affaires basés sur l'IA.<sup>94</sup> Le cycle fonctionne comme suit :
  1. Un produit IA de qualité supérieure attire une base d'utilisateurs initiale.
  2. L'utilisation du produit par ces utilisateurs génère de grandes quantités de données d'interaction.
  3. Ces données sont utilisées pour entraîner et affiner continuellement le modèle d'IA, améliorant ainsi la qualité du produit.
  4. Le produit amélioré attire encore plus d'utilisateurs, ce qui génère encore plus de données, et le cycle s'accélère.<sup>96</sup>

Contrairement aux produits physiques qui se déprécient ou aux logiciels traditionnels qui deviennent obsolètes, les produits basés sur l'IA s'améliorent intrinsèquement avec l'usage, créant une dynamique où le leader du marché tend à renforcer son avance de manière exponentielle.<sup>95</sup>

- Les Douves de Données (Data Moats) :  
Popularisé par Warren Buffett dans le contexte des affaires traditionnelles, le concept de "douve" (moat) désigne un avantage concurrentiel durable qui

protège une entreprise de ses concurrents. Dans l'économie numérique, les données sont devenues l'une des douves les plus puissantes.<sup>98</sup> Une douve de données est un avantage concurrentiel découlant de la possession et de l'exploitation de données propriétaires, pertinentes et difficiles à répliquer.<sup>99</sup>

Il est crucial de noter que la valeur ne réside pas seulement dans le volume de données ("Big Data"), mais de plus en plus dans leur qualité, leur contexte et leur caractère unique ("Right Data").<sup>102</sup> Les données spécifiques à un domaine ou à un ensemble de clients peuvent être beaucoup plus précieuses pour entraîner un modèle d'IA spécialisé que des ensembles de données génériques beaucoup plus vastes.

Les systèmes d'IA agentique sont des machines exceptionnellement efficaces pour construire et approfondir ces douves. Chaque interaction d'un agent — qu'il s'agisse de résoudre un ticket de support, d'optimiser un itinéraire logistique ou de personnaliser une recommandation de produit — n'est pas seulement une transaction de service. C'est une opération de collecte de données qui enrichit un ensemble de données propriétaire en temps réel.<sup>98</sup> Les agents transforment les données d'un actif statique, analysé périodiquement, en un moteur dynamique. La boucle de rétroaction, qui était autrefois lente et médiée par l'analyse humaine (par exemple, des rapports trimestriels), devient automatisée et quasi instantanée. L'avantage concurrentiel se déplace donc de la simple possession de données à la possession du

*processus agentique* qui génère, raffine et exploite ces données en continu, faisant tourner le volant d'inertie à une vitesse inaccessible pour les concurrents.

## Chapitre 11 : Études de Cas Approfondies

L'application de ces principes n'est pas théorique. Plusieurs entreprises leaders ont déjà mis en œuvre des systèmes d'IA agentique à grande échelle, transformant leurs opérations et redéfinissant leurs modèles d'affaires.

- Amazon (SCOT) : L'Optimisation Prédicative de la Chaîne Logistique  
Le système SCOT (Supply Chain Optimization Technology) d'Amazon est un exemple paradigmatique d'IA agentique appliquée à un problème d'une complexité immense.<sup>103</sup> SCOT fonctionne comme un agent central qui supervise l'ensemble de la chaîne logistique. Il ne se contente pas de réagir aux commandes passées ; il agit de manière proactive en prédisant la demande future au niveau



local, en tenant compte de variables en temps réel comme la météo ou les promotions, et en positionnant les stocks dans les entrepôts les plus proches des clients potentiels avant même qu'ils ne passent commande.<sup>103</sup> Cet agent autonome a permis à Amazon d'améliorer ses prévisions de 10 à 20 % et de réduire les délais de livraison de près d'une journée, tout en optimisant les coûts et en réduisant l'empreinte carbone.<sup>103</sup>

- Netflix : L'Hyper-Personnalisation comme Moteur de Rétention

Le succès de Netflix repose en grande partie sur sa capacité à maintenir l'engagement des utilisateurs face à un catalogue de contenu pléthorique. Son système de recommandation agit comme un ensemble d'agents personnels, un pour chaque utilisateur, qui personnalise dynamiquement l'ensemble de l'expérience : la disposition de la page d'accueil, les catégories de contenu proposées, et même les vignettes (artwork) affichées pour chaque titre sont adaptées pour maximiser l'attrait pour cet utilisateur spécifique.<sup>104</sup> Cette personnalisation à grande échelle est extraordinairement efficace : plus de 80 % du temps de visionnage sur la plateforme provient de ces recommandations agentiques.<sup>104</sup> L'impact commercial est colossal, avec des économies estimées à 1 milliard de dollars par an en coûts de rétention client, car un utilisateur engagé est moins susceptible de se désabonner.<sup>106</sup>

- John Deere : La Transformation d'un Industriel en Entreprise de Services

John Deere illustre peut-être le mieux comment l'IA agentique peut transformer un modèle d'affaires traditionnel. Le John Deere Operations Center est une plateforme cloud qui connecte les équipements agricoles (tracteurs, moissonneuses), les données de terrain et les agriculteurs.<sup>107</sup> Les machines, équipées de capteurs et d'IA embarquée (comme le système "See & Spray" qui identifie et pulvérise uniquement les mauvaises herbes), agissent comme des agents de collecte de données.<sup>107</sup> Ces données sont transmises à l'Operations Center, qui collecte des informations propriétaires sur plus de 330 millions d'acres à travers le monde.<sup>109</sup> Cet ensemble de données massif et unique constitue une douve de données quasi infranchissable, alimentant un volant d'inertie qui permet à Deere de développer des modèles d'IA (pour l'autonomie, l'optimisation des rendements) bien supérieurs à ceux de ses concurrents. Cette supériorité technologique permet à Deere de passer d'un modèle de vente unique d'équipement lourd à un modèle de revenus récurrents basé sur des abonnements logiciels et des services de données par acre, se transformant de facto en une entreprise de type SaaS (Software as a Service).<sup>109</sup>



## Chapitre 12 : L'Augmentation Cognitive

Au-delà de l'automatisation des processus d'entreprise, l'IA agentique a un impact profond sur la productivité individuelle et collective à travers le concept d'**augmentation cognitive**. Il ne s'agit pas de remplacer l'intelligence humaine, mais de l'amplifier.<sup>111</sup>

Les agents IA agissent comme des collaborateurs cognitifs, prenant en charge des tâches routinières mais cognitivement exigeantes (recherche d'informations, analyse de données, rédaction de brouillons), ce qui libère le temps et les ressources mentales des travailleurs humains.<sup>112</sup> Cela leur permet de se concentrer sur des activités à plus forte valeur ajoutée où les compétences humaines restent supérieures : la pensée critique, la créativité, l'intelligence émotionnelle et le jugement stratégique.<sup>114</sup>

Par exemple, un analyste financier peut déléguer à un agent la collecte et la synthèse de données de marché, lui permettant de consacrer plus de temps à l'interprétation stratégique de ces données et à la communication avec les clients. Un chef de projet peut utiliser un agent pour suivre l'avancement des tâches et identifier les risques potentiels, lui laissant plus de bande passante pour la gestion des parties prenantes et la résolution de problèmes complexes. Cette collaboration homme-machine, où l'IA augmente plutôt qu'elle ne remplace, est la clé pour débloquer de nouveaux niveaux de productivité, d'innovation et de satisfaction au travail.<sup>111</sup>

## Partie V : Naviguer à la Frontière Agentique : Gouvernance, Risques et Impératif Humain

Le pouvoir transformateur de l'IA agentique s'accompagne de défis et de responsabilités sans précédent. L'autonomie, la capacité d'action et la complexité de ces systèmes introduisent de nouvelles catégories de risques qui exigent des cadres de gouvernance robustes, une réflexion éthique approfondie et une réévaluation du rôle de l'humain dans l'entreprise.

## Chapitre 13 : Nouveaux Risques, Nouvelles Vulnérabilités

Les systèmes d'IA agentique, en raison de leur nature interactive, de leur mémoire persistante et de leur capacité à utiliser des outils pour agir sur le monde réel, présentent des modes de défaillance qualitativement différents de ceux des modèles d'IA statiques.<sup>115</sup>

- **Modes de Défaillance Spécifiques :**

- **Empoisonnement de la Mémoire (Memory Poisoning) :** Un acteur malveillant peut introduire des informations subtilement incorrectes ou biaisées dans l'environnement d'un agent. L'agent stocke cette information dans sa mémoire à long terme. Plus tard, dans un contexte différent, le rappel de ce "souvenir empoisonné" peut conduire l'agent à prendre des décisions erronées ou dangereuses.<sup>115</sup>
- **Désalignement des Objectifs (Goal Misalignment) :** C'est l'un des risques les plus fondamentaux. Un agent peut poursuivre un objectif défini par un humain de manière littérale mais avec des conséquences imprévues et néfastes (le "problème du génie dans la bouteille"). De plus, les objectifs d'un agent peuvent dériver subtilement au fil du temps par l'apprentissage, s'éloignant de l'intention initiale sans déclencher d'alarmes claires, un phénomène connu sous le nom de "dérive des objectifs".<sup>115</sup>
- **Utilisation Abusive des Outils (Tool Misuse) :** La capacité des agents à utiliser des outils externes (comme des interpréteurs de code, des API de paiement ou des systèmes de fichiers) crée une surface d'attaque importante. Un agent peut être trompé (par exemple, via une injection de prompt) pour qu'il utilise un outil de manière malveillante. De manière plus subtile, il peut être amené à enchaîner une série d'actions qui sont individuellement inoffensives mais qui, combinées, permettent d'escalader des privilèges ou de causer des dommages.<sup>115</sup>
- **Incompétence à Grande Échelle (Incompetence at Scale) :** Contrairement à un humain, un agent autonome peut commettre une erreur simple et la répliquer des milliers ou des millions de fois en quelques secondes, avant qu'une intervention soit possible. Un bug ou une mauvaise interprétation d'une instruction peut ainsi entraîner des conséquences catastrophiques, comme la suppression accidentelle d'une base de données de production.<sup>121</sup>

## Chapitre 14 : Le Fossé de la Responsabilité et le Biais Algorithmique

L'autonomie des agents pose des défis juridiques et éthiques profonds, notamment en matière de responsabilité et d'équité.

- **Le Fossé de la Responsabilité (Accountability Gap) :**  
Lorsqu'un système d'IA autonome cause un préjudice, la question "qui est responsable?" devient extraordinairement complexe. Les cadres juridiques traditionnels, fondés sur les concepts d'intention, de négligence et de prévisibilité humaine, sont mal adaptés.<sup>122</sup> Est-ce le développeur, qui n'a pas pu prévoir ce comportement émergent? L'utilisateur, qui a simplement donné un objectif de haut niveau? Le propriétaire du système? Cette incertitude crée un "fossé de responsabilité" où les victimes pourraient se retrouver sans recours.<sup>124</sup> Les solutions envisagées sont complexes et vont de l'établissement de régimes de responsabilité stricte pour les systèmes à haut risque à la proposition controversée d'une forme de "personnalité juridique électronique" pour les IA les plus avancées.<sup>122</sup>
- **Le Biais Algorithmique : L'IA comme Miroir de la Société :**  
Les agents IA apprennent à partir de données qui reflètent le monde, avec tous ses biais et ses inégalités. S'ils ne sont pas conçus avec une extrême prudence, ils risquent non seulement de reproduire ces biais, mais de les automatiser et de les amplifier à une échelle sans précédent.
  - **Cas d'Étude - L'Outil de Recrutement d'Amazon :** L'exemple le plus célèbre reste l'outil de recrutement expérimental d'Amazon. Entraîné sur les CV soumis à l'entreprise au cours de la décennie précédente — une période où l'industrie de la technologie était majoritairement masculine — l'algorithme a "appris" que les candidats masculins étaient préférables. Il a systématiquement pénalisé les CV contenant des termes comme "women's" (par exemple, "capitaine de l'équipe féminine d'échecs") ou mentionnant des universités pour femmes.<sup>127</sup>
  - **Leçons Tirées :** Cet échec a fourni une leçon cruciale à l'industrie : les données d'entraînement sont le reflet de nos propres préjugés. L'IA n'est pas intrinsèquement objective ; elle est le miroir des données qu'on lui fournit. La lutte contre le biais algorithmique nécessite une gouvernance rigoureuse des données, des audits réguliers, une transparence algorithmique et, surtout, une diversité dans les équipes qui conçoivent ces systèmes.<sup>128</sup>

## Chapitre 15 : Le Défi de l'Alignement des Valeurs

Au-delà de la simple prévention des biais, le défi le plus profond de l'IA autonome est le problème de l'alignement des valeurs (value alignment) : comment s'assurer que les objectifs poursuivis par un agent autonome sont véritablement bénéfiques et alignés sur les valeurs humaines à long terme?.<sup>131</sup>

Ce défi se présente sous deux formes :

1. **Le Défi Technique** : *Comment* peut-on encoder des concepts aussi complexes et nuancés que les valeurs humaines dans un système informatique? Les approches varient, de l'apprentissage par renforcement à partir de feedback humain (RLHF) à l'apprentissage par imitation ou à l'extraction de valeurs à partir de corpus de textes culturels comme des histoires.<sup>131</sup>
2. **Le Défi Normatif** : C'est la question la plus épineuse. *Quelles* valeurs devrions-nous encoder? Et les valeurs de *qui*? Dans un monde caractérisé par une profonde pluralité culturelle et des désaccords moraux, il n'existe pas de consensus sur un ensemble unique de "valeurs humaines".<sup>131</sup> Réduire ce problème à un simple "alignement sur les préférences de l'utilisateur" est une simplification dangereuse, car les préférences individuelles peuvent être égoïstes, mal informées, voire malveillantes.<sup>131</sup>

La résolution de ce problème nécessitera un dialogue interdisciplinaire sans précédent entre ingénieurs, éthiciens, spécialistes des sciences sociales et décideurs politiques pour développer des systèmes qui ne sont pas seulement intelligents, mais aussi sages.

## Chapitre 16 : Cadres de Gouvernance pour une IA de Confiance

Face à ces risques, plusieurs cadres réglementaires et de gestion des risques ont émergé pour guider le déploiement responsable de l'IA.

- **Principes de l'OCDE pour l'IA** : Adoptés en 2019 et mis à jour en 2024, ces principes constituent la première norme intergouvernementale sur l'IA. Ils promeuvent une IA digne de confiance, respectueuse des droits de l'homme et des valeurs démocratiques, en se basant sur cinq piliers : croissance inclusive, valeurs centrées sur l'humain, transparence et explicabilité, robustesse et sécurité, et responsabilité.<sup>135</sup>

- **NIST AI Risk Management Framework (RMF)** : Il s'agit d'un cadre volontaire mais très influent, conçu pour aider les organisations à gérer les risques liés à l'IA de manière pratique et systématique. Il est structuré autour de quatre fonctions clés : **Gouverner** (établir une culture de gestion des risques), **Cartographier** (identifier les risques dans leur contexte), **Mesurer** (analyser et suivre les risques) et **Gérer** (traiter et atténuer les risques identifiés).<sup>138</sup>
- **EU AI Act** : C'est la première législation horizontale et contraignante au monde sur l'IA. Elle adopte une approche basée sur les risques, interdisant certaines applications jugées "inacceptables" (comme le social scoring) et imposant des obligations très strictes aux systèmes classés à "haut risque".<sup>142</sup> Pour ces systèmes (utilisés dans des domaines comme le recrutement, le crédit, la santé ou l'application de la loi), la loi exige une gestion rigoureuse des risques, une haute qualité des données, une documentation détaillée, une transparence et, de manière cruciale, une **surveillance humaine appropriée**.<sup>145</sup>
- **La Supervision Humaine (Human-in-the-Loop - HITL)** : Au-delà des cadres formels, une pratique de gouvernance essentielle est de maintenir un humain dans la boucle. Le HITL est une stratégie de mitigation des risques qui garantit qu'un humain supervise, valide ou peut annuler les décisions des agents IA, en particulier dans les contextes critiques où les conséquences d'une erreur sont élevées.<sup>146</sup> Les meilleures pratiques incluent la définition claire des points d'intervention humaine, la conception d'interfaces qui rendent les décisions de l'IA transparentes et explicables pour le superviseur, et la mise en place de boucles de rétroaction où les corrections humaines sont utilisées pour améliorer continuellement le système.<sup>148</sup>

Ces cadres de gouvernance peuvent être vus comme la mise en œuvre d'un "méta-agent" pour l'organisation agentique. Ce méta-agent n'est pas un seul programme, mais un système socio-technique complexe — composé de réglementations externes, de politiques internes, de processus d'audit et de superviseurs humains — dont le rôle est de s'assurer que le comportement émergent du système multi-agents reste aligné sur les objectifs stratégiques, les contraintes éthiques et les obligations légales de l'entreprise. La gouvernance n'est donc pas une fonction de conformité après coup, mais une composante essentielle de la conception architecturale de l'entreprise agentique.

## Conclusion et Recommandations Stratégiques pour les

# Dirigeants

## Synthèse : La Double Transition

L'analyse présentée dans ce rapport met en lumière une double transition fondamentale qui redéfinit le paysage des entreprises. La première est une transition technologique, de l'IA générative, qui crée du contenu, à l'IA agentique, qui prend des initiatives et agit de manière autonome. La seconde, plus profonde, est une transition organisationnelle : le passage d'une vision de l'entreprise comme une hiérarchie planifiée à une conception de l'entreprise comme un système complexe adaptatif, dont la performance et la résilience émergent des interactions coordonnées d'agents intelligents, humains et artificiels.

L'entreprise agentique n'est pas un futur lointain ; ses fondations sont posées aujourd'hui par des leaders comme Amazon, Netflix et John Deere, qui exploitent déjà des systèmes d'agents autonomes pour construire des avantages concurrentiels durables. Ils y parviennent en créant des "volants d'inertie" où chaque interaction client alimente un cycle d'amélioration continue, et en érigeant des "douveaux de données" propriétaires qui deviennent de plus en plus difficiles à répliquer pour leurs concurrents.

## L'Impératif Humain à l'Ère de l'IA

Cette transformation a des implications profondes pour la main-d'œuvre. L'automatisation des tâches cognitives routinières va inévitablement entraîner des suppressions et des transformations d'emplois, en particulier pour les postes administratifs, de saisie de données et certains rôles d'entrée de gamme.<sup>150</sup> Cependant, loin de rendre les humains obsolètes, cette ère nouvelle met en lumière la valeur critique et croissante des compétences purement humaines.

Face à des machines capables d'exécuter des tâches analytiques à une vitesse et une échelle surhumaines, l'avantage comparatif humain se déplace vers des domaines

que l'IA peine à maîtriser. Les compétences irremplaçables de demain sont :

- **La Pensée Critique et le Jugement Stratégique** : La capacité à poser les bonnes questions, à évaluer les résultats de l'IA avec un œil critique, et à intégrer les informations dans un contexte stratégique plus large.
- **La Créativité et l'Innovation** : La capacité à imaginer de nouveaux produits, services et modèles d'affaires que l'IA peut ensuite aider à mettre en œuvre.
- **L'Intelligence Émotionnelle et la Collaboration** : La capacité à comprendre, motiver et interagir avec d'autres humains, à gérer des équipes et à naviguer dans des dynamiques sociales complexes.
- **Le Jugement Éthique et la Responsabilité** : La capacité à prendre des décisions dans des zones grises, à peser des valeurs contradictoires et à assumer la responsabilité des conséquences des systèmes autonomes.<sup>152</sup>

## Feuille de Route pour les Dirigeants

Pour naviguer avec succès dans cette transition et construire une entreprise agentique prospère et responsable, les dirigeants doivent agir sur quatre fronts interdépendants :

1. **Stratégie : Repenser la Création de Valeur.**
  - **Action** : Identifier les processus métier clés où des boucles de rétroaction agentiques peuvent être créées. Ne pas se contenter d'automatiser les tâches existantes, mais repenser les processus pour maximiser la génération de données propriétaires et l'apprentissage continu.
  - **Objectif** : Transformer les opérations en un moteur de création de "douve de données" et lancer le "volant d'inertie de l'IA" pour construire un avantage concurrentiel cumulatif.
2. **Architecture : Construire pour l'Adaptabilité.**
  - **Action** : Lancer la transition d'une architecture d'entreprise statique et monolithique vers une architecture agentique modulaire, décentralisée et événementielle.
  - **Objectif** : Créer une organisation agile capable de se reconfigurer dynamiquement. Faire du Graphe de Connaissances d'Entreprise (EKG) un actif stratégique central, la mémoire collective partagée qui alimente l'intelligence de l'écosystème d'agents.
3. **Gouvernance : Intégrer la Confiance par Conception.**
  - **Action** : Intégrer la gestion des risques, l'éthique et la conformité (NIST RMF,

EU AI Act) dès la phase de conception des systèmes agentiques ("Governance-by-Design").

- **Objectif** : Construire des systèmes d'IA dignes de confiance. Mettre en place des mécanismes de supervision humaine (Human-in-the-Loop) robustes et transparents, non pas comme un frein, mais comme une composante essentielle de la prise de décision intelligente et responsable.

#### 4. **Talent : Investir dans l'Augmentation Humaine.**

- **Action** : Lancer des programmes ambitieux de requalification (reskilling) et de perfectionnement (upskilling) axés sur les compétences humaines irremplaçables et la collaboration homme-IA.
- **Objectif** : Préparer la main-d'œuvre à travailler avec l'IA, et non contre elle. Cultiver une culture d'apprentissage continu où les employés sont habilités à utiliser les agents IA comme des outils d'augmentation cognitive pour amplifier leur propre expertise et leur créativité.

L'ère de l'entreprise agentique n'est pas une simple évolution technologique ; c'est une réinvention de l'organisation elle-même. Les entreprises qui réussiront seront celles qui sauront non seulement maîtriser la technologie des agents, mais aussi et surtout, cultiver l'intelligence humaine, la gouvernance éthique et la vision stratégique nécessaires pour orchestrer cette nouvelle symphonie de l'intelligence.

### **Ouvrages cités**

1. L'IA agentique expliquée simplement : quand l'intelligence artificielle devient autonome - Oo2 Formations, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.oo2.fr/actualites/l-ia-agentique-expliquee-simplement-l-intelligence-artificielle-devient-autonome>
2. Qu'est-ce qu'un agent IA ? Comment l'intelligence artificielle renforce le travail humain et booste la productivité - Creatio, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.creatio.com/fr/glossary/ai-agents>
3. 5 notions essentielles pour comprendre l'IA agentique - HUB Institute, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.hubinstitute.com/articles/5-notions-essentielles-pour-comprendre-li-a-agentique>
4. aiagentstore.ai, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://aiagentstore.ai/explanation/what-is-an-ai-agent-and-how-is-it-different-from-a-regular-llm#:~:text=AI%20agents%20are%20autonomous%20systems,understanding%20and%20generating%20human%20language.>
5. AI Agents vs. LLM Comparision - Blog - App Generator, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://app-generator.dev/blog/ai-agents-llm-comparision/>
6. 1 Applications of Intelligent Agents - University of Oxford Department ..., dernier accès : juillet 30, 2025,



- <http://www.cs.ox.ac.uk/people/michael.wooldridge/pubs/applications.pdf>
7. Agentic AI and Multiagentic: Are We Reinventing the Wheel? - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/pdf/2506.01463>
  8. Intelligent Agents: The Key Concepts - CiteSeerX, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7434cc7952a7d9b7fb74856d8ab5d60917aa1e0a>
  9. La révolution des Agents IA et la spécificité des Agents Agentic ! - Follow Tribes, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.followtribes.io/agents-ia-agentic-difference/>
  10. Que sont les agents IA autonomes ? Guide complet | Astera, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.astera.com/fr/type/blog/autonomous-ai-agents/>
  11. Intelligent Agents: Exploring Definitions and Bridging Classical and Modern Views - Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://medium.com/@makbule.ozsoy\\_73232/intelligent-agents-exploring-definitions-and-bridging-classical-and-modern-views-b1a97a1514e2](https://medium.com/@makbule.ozsoy_73232/intelligent-agents-exploring-definitions-and-bridging-classical-and-modern-views-b1a97a1514e2)
  12. Qu'est-ce qu'un agent d'IA ? Définition, exemples et types | Google ..., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://cloud.google.com/discover/what-are-ai-agents?hl=fr>
  13. IA vs agent IA : comprendre les différences entre les technologies intelligentes - Latenode, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://latenode.com/fr/blog/ai-vs-ai-agent-understanding-differences-in-intelligent-technologies>
  14. Service proactif : Utiliser l'IA pour anticiper les besoins des clients - Genesys, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.genesys.com/fr-fr/blog/post/proactive-service-using-ai-to-anticipate-customer-needs>
  15. Agentic and Multi-Agentic AI - Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://medium.com/@dickson.lukose/agentic-and-multi-agentic-ai-ec81cd65ba6c>
  16. What Are AI Agents? | IBM, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents>
  17. Demystifying AI Terms: A Guide to AI, AI Agents, LLMs, and More - JuniorIT.AI, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://juniorit.ai/resource/blog/exploring-ai-agents-llms-models>
  18. Machine Learning - Leveraging the Beliefs-Desires-Intentions Agent ..., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://learn.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2019/january/machine-learning-leveraging-the-beliefs-desires-intentions-agent-architecture>
  19. Belief-desire-intention model - Wikipedia, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://en.wikipedia.org/wiki/Belief%E2%80%93desire%E2%80%93intention\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Belief%E2%80%93desire%E2%80%93intention_model)
  20. What is the belief-desire-intention (BDI) agent model? - Klu.ai, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://klu.ai/glossary/belief-desire-intention-agent-model>
  21. Belief-desire-intention software model - Wikipedia, dernier accès : juillet 30, 2025,

[https://en.wikipedia.org/wiki/Belief%E2%80%93desire%E2%80%93intention\\_software\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Belief%E2%80%93desire%E2%80%93intention_software_model)

22. BDI Agent Architectures: A Survey - IJCAI, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.ijcai.org/proceedings/2020/0684.pdf>
23. BDI: Applications and Architectures - International Journal of Engineering Research & Technology, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.ijert.org/research/bdi-applications-and-architectures-IJERTV2IS2173.pdf>
24. BDI agents: From theory to practice | Request PDF - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/2319611\\_BDI\\_agents\\_From\\_theory\\_to\\_practice](https://www.researchgate.net/publication/2319611_BDI_agents_From_theory_to_practice)
25. Unlocking the Potential of Generative AI through Neuro-Symbolic Architectures – Benefits and Limitations - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2502.11269v1>
26. What is a ReAct Agent? | IBM, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.ibm.com/think/topics/react-agent>
27. Build LLM Agent combining Reasoning and Action (ReAct) framework using LangChain | by Ashish Kumar Jain | Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://medium.com/@jainashish.079/build-llm-agent-combining-reasoning-and-action-react-framework-using-langchain-379a89a7e881>
28. Building ReAct Agents from Scratch: A Hands-On Guide using Gemini - Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://medium.com/google-cloud/building-react-agents-from-scratch-a-hands-on-guide-using-gemini-ffe4621d90ae>
29. Explore Every Type of LLM Agent - AI-Pro.org, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://ai-pro.org/learn-ai/articles/the-complete-guide-to-every-type-of-llm-agent/>
30. ReACT agent LLM: Making GenAI react quickly and decisively - K2view, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.k2view.com/blog/react-agent-llm/>
31. ReAct - Prompt Engineering Guide, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.promptingguide.ai/techniques/react>
32. ReAct Framework Explained: How Combining Reasoning & Action Empowers Smarter LLMs, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.gocodeo.com/post/react-framework-explained-how-combining-reasoning-action-empowers-smarter-llms>
33. IA neuro-symbolique - Wikipédia, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://fr.wikipedia.org/wiki/IA\\_neuro-symbolique](https://fr.wikipedia.org/wiki/IA_neuro-symbolique)
34. Plugin Framework-Based Neuro-Symbolic Grounded Task Planning for Multi-Agent System, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/23/7896>
35. Neuro-symbolic AI - Wikipedia, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://en.wikipedia.org/wiki/Neuro-symbolic\\_AI](https://en.wikipedia.org/wiki/Neuro-symbolic_AI)
36. Neuro-Symbolic AI Agents for Software Project Scheduling - DiVA portal, dernier accès : juillet 30, 2025,

- <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1982332/FULLTEXT01.pdf>
37. DANA: Domain-Aware Neurosymbolic Agents for Consistency and Accuracy - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2410.02823v1>
  38. What are LLM Agents? A Practical Guide - K2view, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.k2view.com/what-are-llm-agents/>
  39. A Developer's Guide to Building Scalable AI: Workflows vs Agents | Towards Data Science, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://towardsdatascience.com/a-developers-guide-to-building-scalable-ai-workflows-vs-agents/>
  40. A Survey on Large Language Model based Autonomous ... - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <http://arxiv.org/pdf/2308.11432>
  41. Paitesanshi/LLM-Agent-Survey - GitHub, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://github.com/Paitesanshi/LLM-Agent-Survey>
  42. Your Practical Guide to LLM Agents in 2025 (+ 5 Templates for Automation) - n8n Blog, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://blog.n8n.io/llm-agents/>
  43. LLM Agents | Prompt Engineering Guide, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.promptingguide.ai/research/llm-agents>
  44. Evaluation and Benchmarking of LLM Agents: A Survey - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2507.21504v1>
  45. arxiv.org, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2505.10468v1>
  46. www.rama.mahidol.ac.th, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.rama.mahidol.ac.th/ceb/sites/default/files/public/pdf/journal\\_club/2025/2505.10468v1.pdf](https://www.rama.mahidol.ac.th/ceb/sites/default/files/public/pdf/journal_club/2025/2505.10468v1.pdf)
  47. (PDF) AI Agents vs. Agentic AI: A Conceptual Taxonomy ..., dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/391776617\\_AI\\_Agents\\_vs\\_Agentic\\_AI\\_A\\_Conceptual\\_Taxonomy\\_Applications\\_and\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/391776617_AI_Agents_vs_Agentic_AI_A_Conceptual_Taxonomy_Applications_and_Challenges)
  48. AI Agents vs. Multi-agent systems: From solo expertise to orchestrated collective intelligence, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.talan.com/global/en/ai-agents-vs-multi-agent-systems-solo-expertise-orchestrated-collective-intelligence>
  49. Do We Actually Need Multi-Agent AI Systems? : r/Al\_Agents - Reddit, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.reddit.com/r/Al\\_Agents/comments/1j9bwl7/do\\_we\\_actually\\_need\\_multiagent\\_ai\\_systems/](https://www.reddit.com/r/Al_Agents/comments/1j9bwl7/do_we_actually_need_multiagent_ai_systems/)
  50. Multi-agent system - Wikipedia, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-agent\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-agent_system)
  51. Jacques Ferber: Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.jasss.org/4/2/reviews/rouchier.html>
  52. (PDF) Agent/Group/Roles: Simulating with Organizations, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/245233815\\_AgentGroupRoles\\_Simulating\\_with\\_Organizations](https://www.researchgate.net/publication/245233815_AgentGroupRoles_Simulating_with_Organizations)
  53. (PDF) From Agents to Organizations: An Organizational View of Multi-Agent

- Systems, dernier accès : juillet 30, 2025,  
[https://www.researchgate.net/publication/221419167\\_From\\_Agents\\_to\\_Organizations\\_An\\_Organizational\\_View\\_of\\_Multi-Agent\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/221419167_From_Agents_to_Organizations_An_Organizational_View_of_Multi-Agent_Systems)
54. Agent/Group/Role Model | Download Scientific Diagram - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025,  
[https://www.researchgate.net/figure/Agent-Group-Role-Model\\_fig3\\_2891403](https://www.researchgate.net/figure/Agent-Group-Role-Model_fig3_2891403)
55. Perspective: Complexity Theory and Organization Science ..., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/orsc.10.3.216>
56. (PDF) Complex Adaptive Systems, Systems Thinking, and Agent-Based Modeling, dernier accès : juillet 30, 2025,  
[https://www.researchgate.net/publication/310767776\\_Complex\\_Adaptive\\_Systems\\_Systems\\_Thinking\\_and\\_Agent-Based\\_Modeling](https://www.researchgate.net/publication/310767776_Complex_Adaptive_Systems_Systems_Thinking_and_Agent-Based_Modeling)
57. Agent-based model - Wikipedia, dernier accès : juillet 30, 2025,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Agent-based\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Agent-based_model)
58. Adaptive agents, intelligence, and emergent human organization: Capturing complexity through agent-based modeling - PNAS, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.092078899>
59. (PDF) Interopérabilité des systèmes multi-agents à l'aide des services web (2004) | Amal El Fallah Seghrouchni | 9 Citations - SciSpace, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://scispace.com/papers/interopabilite-des-systemes-multi-agents-a-l-aide-des-p0rsqgc9fk>
60. (PDF) Improving the Interoperability in Multi-agent Systems. - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025,  
[https://www.researchgate.net/publication/220842151\\_Improving\\_the\\_Interoperability\\_in\\_Multi-agent\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/220842151_Improving_the_Interoperability_in_Multi-agent_Systems)
61. A Survey of Agent Interoperability Protocols: Model Context Protocol (MCP), Agent Communication Protocol (ACP), Agent-to-Agent Protocol (A2A), and Agent Network Protocol (ANP) - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://arxiv.org/html/2505.02279v1>
62. Understand the four levels of interoperability in healthcare - Wolters Kluwer, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://www.wolterskluwer.com/en/expert-insights/understand-the-four-levels-of-interoperability-in-healthcare>
63. Normalisation de l'intégration et de l'interopérabilité en informatique - Wikipédia, dernier accès : juillet 30, 2025,  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Normalisation\\_de\\_l'int%C3%A9gration\\_et\\_de\\_l'interop%C3%A9rabilit%C3%A9\\_en\\_informatique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Normalisation_de_l'int%C3%A9gration_et_de_l'interop%C3%A9rabilit%C3%A9_en_informatique)
64. Interopérabilité informatique: l'échange de données inter-systèmes, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://www.enreach.com/fr/actualite-ressources/blog-thematique/interopabilite-e-informatique-comprendre-et-maitriser-lechange-de-donnees-inter-systemes>
65. The Next Generation of Interoperability Agents in Healthcare - PMC - PubMed Central, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4053905/>

66. Éléments pour un cadre d'interopérabilité technique pour Patrimoine Canadien - GCwiki, dernier accès : juillet 30, 2025,  
[https://wiki.gccollab.ca/index.php?title=%C3%89l%C3%A9ments\\_pour\\_un\\_cadre\\_d%27interop%C3%A9rabilit%C3%A9\\_technique\\_pour\\_Patrimoine\\_Canadien&mobileaction=toggle\\_view\\_desktop](https://wiki.gccollab.ca/index.php?title=%C3%89l%C3%A9ments_pour_un_cadre_d%27interop%C3%A9rabilit%C3%A9_technique_pour_Patrimoine_Canadien&mobileaction=toggle_view_desktop)
67. Une Approche Multi-Ontologie Pour Des Systèmes Interopérables ..., dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://www.univ-soukahrass.dz/wpuploads/eprints/2009-1949-14650.pdf>
68. Un système multi-agent adaptatif pour la construction d'ontologies à partir de textes - CORE, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://core.ac.uk/download/pdf/50544996.pdf>
69. Les ontologies informatiques au service de la communication interdisciplinaire : l'interopérabilité sémantique - Revue Intelligibilité du Numérique, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://intelligibilite-numerique.numerev.com/numeros/n-1-2020/12-les-ontologies-informatiques-au-service-de-la-communication-interdisciplinaire-l-interoperabilite-semantique>
70. Ontologies to Enable Interoperability of Multi-Agent Electricity Markets Simulation and Decision Support - MDPI, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://www.mdpi.com/2079-9292/10/11/1270>
71. Contributions to the Study of Semantic Interoperability in Multi-Agent Environments - An Ontology Based Approach | INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTERS COMMUNICATIONS & CONTROL, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://univagora.ro/jour/index.php/ijccc/article/view/2258>
72. TOGAF vs Zachman Framework - Conexiam, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://conexiam.com/fr/togaf-contre-zachman/>
73. Le cadre Zachman – Le guide ultime | LeanIX, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://www.leanix.net/fr/wiki/ea/cadre-zachman>
74. TOGAF Vs. Zachman: Which Enterprise Architecture Framework Should You Choose?, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://cioindex.com/reference/togaf-vs-zachman/>
75. TOGAF vs. Zachman: A Comparative Analysis - Visual Paradigm Guides, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://guides.visual-paradigm.com/togaf-vs-zachman-a-comparative-analysis/>
76. TOGAF vs. Zachman Framework - Conexiam, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://conexiam.com/togaf-vs-zachman/>
77. TOGAF vs Zachman - Know the difference & choose the better One, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://www.theknowledgeacademy.com/blog/togaf-vs-zachman/>
78. Comparaison des cadres d'architecture d'entreprise - Conexiam, dernier accès : juillet 30, 2025,  
<https://conexiam.com/fr/comparaison-des-cadres-darchitecture-dentreprise-qui-vous-conviennent/>
79. Enterprise Architecture in the time of VUCA - SAP Community, dernier accès : juillet 30, 2025,



- <https://community.sap.com/t5/enterprise-architecture-discussions/enterprise-architecture-in-the-time-of-vuca/m-p/14122118>
80. (PDF) Adaptive Enterprise Architecture: Initiatives and Criteria - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/347211731\\_Adaptive\\_Enterprise\\_Architecture\\_Initiatives\\_and\\_Criteria](https://www.researchgate.net/publication/347211731_Adaptive_Enterprise_Architecture_Initiatives_and_Criteria)
  81. www.astera.com, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.astera.com/fr/type/blog/agentic-architecture/#:~:text=Commen%C3%A7ons.-,Qu'est%2Dce%20que%20l'architecture%20agentic%20%3F.de%20prendre%20les%20mesures%20appropri%C3%A9es.>
  82. Architecture agentic : votre guide complet - Astera Software, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.astera.com/fr/type/blog/agentic-architecture/>
  83. Understanding Agent Architecture: The Frameworks Powering AI Systems - HatchWorks AI, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://hatchworks.com/blog/ai-agents/agent-architecture/>
  84. 2025: The Future of AI Agents in Enterprise Software Architecture | by Senthil | Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://medium.com/@senthilraja.v/2025-the-future-of-ai-agents-in-enterprise-software-architecture-e677314af0a4>
  85. L'IA agentic, qu'est-ce que c'est ? - Red Hat, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.redhat.com/fr/topics/ai/what-is-agentic-ai>
  86. Imagining Agentic Architecture in an Enterprise | by Suteja Kanuri - Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://sutejakanuri.medium.com/imagining-agentic-architecture-in-an-enterprise-832891ab9565>
  87. Knowledge Graphs: The Missing Link in AI Transformation for Organizations - DaveAI, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.iamdave.ai/blog/enterprise-knowledge-graph/>
  88. EAI Endorsed Transactions Deep Learning Empowered Enterprise Knowledge Graph with Attention Mechanism - EUDL, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://eudl.eu/pdf/10.4108/eetsis.8701>
  89. The Solution: Enterprise Knowledge Graphs - agnos.ai, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://agnos.ai/knowledge/the-solution>
  90. AI Agents Need an Inference-Bearing Knowledge Graph. Here's Why., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://squirro.com/squirro-blog/ai-agents-inference-knowledge-graphs>
  91. CXO Strategy Guide: Driving Business Value with Knowledge Graphs - Quinnox, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.quinnox.com/blogs/knowledge-graph-strategy-guide-for-cxos/>
  92. From Enterprise Silos to Data Governance: The Graph Center of Excellence - Graphwise, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://graphwise.ai/blog/graph-center-excellence-data-governance/>
  93. Stardog: The Enterprise Knowledge Graph Platform, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.stardog.com/>
  94. medium.com, dernier accès : juillet 30, 2025,

- [https://medium.com/@KHYATI1/what-is-ai-flywheel-effect-3af7d5b4f670#:~:text=AI%20products%20operate%20in%20a%20virtual%20cycle%20called%20the%20AI,more%20and%20more%20competitive%20overtime\).](https://medium.com/@KHYATI1/what-is-ai-flywheel-effect-3af7d5b4f670#:~:text=AI%20products%20operate%20in%20a%20virtual%20cycle%20called%20the%20AI,more%20and%20more%20competitive%20overtime).)
95. AI Is a First-Mover Game. The Unstoppable Flywheel Effect | by hj barraza | Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://medium.com/@hjbarraza/ai-is-a-first-mover-game-2d17665810a2>
  96. What is AI Flywheel Effect - by Khyati Agarwal - Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://medium.com/@KHYATI1/what-is-ai-flywheel-effect-3af7d5b4f670>
  97. Microsoft AI: Analysis of Strategy for Ecosystem Dominance - Klover.ai, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.klover.ai/microsoft-ai-analysis-of-strategy-for-ecosystem-dominance/>
  98. The Agentic Advantage: How AI Agents Create Sustainable ..., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.arionresearch.com/blog/w85gxrx06wv20urokzqoe5natigmu>
  99. Data Moat: Building Competitive Edge with Proprietary Data - Acceldata, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.acceldata.io/blog/how-to-build-a-data-moat-a-strategic-guide-for-modern-enterprises>
  100. Powerful Moats in AI Startups That Attract Top Investors - Eximius Ventures, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://eximiusvc.com/blogs/powerful-moats-in-ai-startups-that-attract-top-investors/>
  101. Data Strategy: Building the Data Moat Your AI Product Needs, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://substack.com/home/post/p-153969651?utm\\_campaign=post&utm\\_medium=web](https://substack.com/home/post/p-153969651?utm_campaign=post&utm_medium=web)
  102. Data Moats in the GenAI Era – The Real Competitive Advantage No One Talks About, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.anandbhushanindia.com/post/data-moats-in-the-genai-era-the-real-competitive-advantage-no-one-talks-about>
  103. Amazon revamps supply chain, last mile delivery, warehouses with ..., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.constellationr.com/blog-news/insights/amazon-revamps-supply-chain-last-mile-delivery-warehouses-ai-models>
  104. Netflix Content Recommendation System – Product Analytics Case Study - HelloPM, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://hellopm.co/netflix-content-recommendation-system-product-analytics-case-study/>
  105. Case Study: How Netflix is Transforming Discovery and Advertising with GenAI - AIX, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://aiexpert.network/ai-at-netflix/>
  106. [CASE STUDY] Netflix's AI Personalization Strategy Saves \$1 Billion ..., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://headofai.ai/netflixs-ai-personalization-strategy-saves-1-billion-yearly-in-customer-retention/>

107. Exclusive interview: John Deere deepens its automation strategy, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://roboticsandautomationnews.com/2025/07/03/exclusive-interview-john-deere-deepens-its-automation-strategy/92870/>
108. AI helps John Deere transform agriculture - OpenAI, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://openai.com/index/john-deere-justin-rose/>
109. John Deere's AI Strategy: Analysis of Dominance in Agriculture ..., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.klover.ai/john-deere-ai-strategy-analysis-of-dominance-in-agriculture/>
110. The Amazing Ways John Deere Uses AI And Machine Vision To Help Feed 10 Billion People | Bernard Marr, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://bernardmarr.com/the-amazing-ways-john-deere-uses-ai-and-machine-vision-to-help-feed-10-billion-people/>
111. How Cognitive Augmentation is Revolutionizing the Landscape of ..., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://youaccel.com/blog/how-cognitive-augmentation-is-revolutionizing-the-landscape-of-artificial-intelligence>
112. The Implications of AI Augmentation in the Workplace: A Cognitive Approach, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/392627807\\_The\\_Implications\\_of\\_AI\\_Augmentation\\_in\\_the\\_Workplace\\_A\\_Cognitive\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/392627807_The_Implications_of_AI_Augmentation_in_the_Workplace_A_Cognitive_Approach)
113. How AI is Shaping Productivity in Unexpected Ways - Human Capital Innovations, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.innovativehumancapital.com/article/how-ai-is-shaping-productivity-in-unexpected-ways>
114. AI for productivity and creativity - USC Annenberg - University of Southern California, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://annenberg.usc.edu/research/center-public-relations/usc-annenberg-relevance-report/ai-productivity-and-creativity>
115. A Survey on Autonomy-Induced Security Risks in Large Model-Based Agents - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2506.23844v1>
116. TRiSM for Agentic AI: A Review of Trust, Risk, and Security Management in LLM-based Agentic Multi-Agent Systems - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2506.04133>
117. (PDF) Securing Agentic AI: A Comprehensive Threat Model and Mitigation Framework for Generative AI Agents - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/391247531\\_Securing\\_Agentic\\_AI\\_A\\_Comprehensive\\_Threat\\_Model\\_and\\_Mitigation\\_Framework\\_for\\_Generative\\_AI\\_Agents](https://www.researchgate.net/publication/391247531_Securing_Agentic_AI_A_Comprehensive_Threat_Model_and_Mitigation_Framework_for_Generative_AI_Agents)
118. A Survey on Autonomy-Induced Security Risks in Large Model-Based Agents - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/pdf/2506.23844?>
119. Securing Agentic AI: A Comprehensive Threat Model and Mitigation Framework for Generative AI Agents - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025,



- <https://arxiv.org/pdf/2504.19956>
120. A Comprehensive Threat Model and Mitigation Framework for Generative AI Agents - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2504.19956v1>
  121. Replit AI went rogue, deleted a company's entire database, then hid it and lied about it, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.reddit.com/r/BetterOffline/comments/1m4ovdc/replit\\_ai\\_went\\_rogue\\_deleted\\_a\\_companys\\_entire/](https://www.reddit.com/r/BetterOffline/comments/1m4ovdc/replit_ai_went_rogue_deleted_a_companys_entire/)
  122. (PDF) Regulating Autonomous AI: Legal Perspectives on ..., dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/392700339\\_Regulating\\_Autonomous\\_AI\\_Legal\\_Perspectives\\_on\\_Accountability\\_and\\_Liability](https://www.researchgate.net/publication/392700339_Regulating_Autonomous_AI_Legal_Perspectives_on_Accountability_and_Liability)
  123. Artificially Intelligent Persons | Published in Houston Law Review, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://houstonlawreview.org/article/19357-artificially-intelligent-persons>
  124. Mind the Gap: The Lack of Accountability for Killer Robots | HRW, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.hrw.org/report/2015/04/09/mind-gap/lack-accountability-killer-robots>
  125. AI SYSTEMS AS STATE ACTORS - Columbia Law Review, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://columbialawreview.org/content/ai-systems-as-state-actors/>
  126. AI's Leaps Forward Force Talks About Legal Personhood for Tech - Bloomberg Law News, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://news.bloomberglaw.com/us-law-week/ais-leaps-forward-force-talks-about-legal-personhood-for-tech>
  127. Amazon's sexist hiring algorithm could still be better than a human - IMD Business School, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.imd.org/research-knowledge/digital/articles/amazons-sexist-hiring-algorithm-could-still-be-better-than-a-human/>
  128. Why Amazon's Automated Hiring Tool Discriminated Against Women | ACLU, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.aclu.org/news/womens-rights/why-amazons-automated-hiring-tool-discriminated-against>
  129. Amazon ditched AI recruiting tool that favored men for technical jobs - The Guardian, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.theguardian.com/technology/2018/oct/10/amazon-hiring-ai-gender-bias-recruiting-engine>
  130. Case Study: How Amazon's AI Recruiting Tool "Learnt" Gender Bias, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.cut-the-saas.com/ai/case-study-how-amazons-ai-recruiting-tool-learnt-gender-bias>
  131. (PDF) Challenges of Aligning Artificial Intelligence with Human Values, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/346964247\\_Challenges\\_of\\_Aligning\\_Artificial\\_Intelligence\\_with\\_Human\\_Values](https://www.researchgate.net/publication/346964247_Challenges_of_Aligning_Artificial_Intelligence_with_Human_Values)
  132. Human Values from Indian Philosophy to Solve AI Alignment Problem - IJFMR,

- dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.ijfmr.com/papers/2024/3/22099.pdf>
133. Towards Value Alignment for Opaque Agents Through Concept Analysis and Inter-Agent Value Modelling - Semantic Scholar, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://pdfs.semanticscholar.org/2133/566f892a96201e4996071b7d2ca3acad7b7f.pdf>
134. The Pennsylvania State University - Electronic Theses for Schreyer Honors College, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://honors.libraries.psu.edu/files/final\\_submissions/5285](https://honors.libraries.psu.edu/files/final_submissions/5285)
135. OECD AI Principles - AI Ethics Lab, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://aiethicslab.rutgers.edu/glossary/oecd-ai-principles/>
136. AI principles - OECD, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.oecd.org/en/topics/ai-principles.html>
137. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence - OECD Legal Instruments, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449>
138. The National Institute of Standards and Technology (NIST) Artificial Intelligence Risk Management | TrustArc, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://trustarc.com/regulations/nist-ai-rmf/>
139. NIST AI Risk Management Framework: A tl;dr - Wiz, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.wiz.io/academy/nist-ai-risk-management-framework>
140. Navigating the NIST AI Risk Management Framework with confidence | Blog - OneTrust, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.onetrust.com/blog/navigating-the-nist-ai-risk-management-framework-with-confidence/>
141. Safeguard the Future of AI: The Core Functions of the NIST AI RMF - AuditBoard, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://auditboard.com/blog/nist-ai-rmf>
142. Article 9: Risk Management System | EU Artificial Intelligence Act, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://artificialintelligenceact.eu/article/9/>
143. AI Act | Shaping Europe's digital future - European Union, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
144. EU AI Act: first regulation on artificial intelligence | Topics - European Parliament, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence>
145. EU AI Act: Summary & Compliance Requirements - ModelOp, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.modelop.com/ai-governance/ai-regulations-standards/eu-ai-act>
146. Right Human-in-the-Loop Is Critical for Effective AI | Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://medium.com/@dickson.lukose/building-a-smarter-safer-future-why-the-right-human-in-the-loop-is-critical-for-effective-ai-b2e9c6a3386f>
147. What is Human-in-the-Loop Governance - Explanation & Examples | Secoda, dernier accès : juillet 30, 2025,

- <https://www.secodac.co/glossary/what-is-human-in-the-loop-governance>
148. Human-in-the-loop AI: 4 best practices for workflow automation | Tines, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.tines.com/blog/humans-in-the-loop-of-ai/>
149. 10 Essential AI Governance Strategies Every Organisation Must Implement to Mitigate Risks and Ensure Accountability - Rob Llewellyn, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://robllewellyn.com/10-essential-ai-governance-strategies/>
150. 59 AI Job Statistics: Future of U.S. Jobs | National University, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.nu.edu/blog/ai-job-statistics/>
151. Top 16 Predictions from Experts on AI Job Loss in 2025 - AIMultiple, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://research.aimultiple.com/ai-job-loss/>
152. Empowered, Not Replaced: Essential Skills for Long-Term AI Career ..., dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.inflectionsparksolutions.com/post/empowered-not-replaced-essential-skills-for-long-term-ai-career-growth>
153. AI Readiness Skills For Humans White Paper | PDF | Artificial Intelligence - Scribd, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.scribd.com/document/892055469/AI-Readiness-Skills-For-Humans-White-Paper>
154. Human at the Center of the Organization: - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025, [https://www.researchgate.net/profile/Marzena-Stor/publication/383976212\\_Human\\_at\\_the\\_Center\\_of\\_the\\_Organization\\_Visions\\_Realities\\_Challenges/links/66e2c2a4df84dd1716ce79d2b/Human-at-the-Center-of-the-Organization-Visions-Realities-Challenges.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marzena-Stor/publication/383976212_Human_at_the_Center_of_the_Organization_Visions_Realities_Challenges/links/66e2c2a4df84dd1716ce79d2b/Human-at-the-Center-of-the-Organization-Visions-Realities-Challenges.pdf)