

Agents IA et IA agentique : une clarification stratégique pour guider le déploiement de l'intelligence artificielle

Sous-titre : Des fondements des systèmes multi-agents aux architectures génératives : une analyse intégrée

Auteur : [Nom de l'auteur]

Université : [Nom de l'université]

Département :

Date :

Résumé

Le paysage de l'intelligence artificielle (IA) connaît une transformation rapide, catalysée par les capacités émergentes des grands modèles de langage (LLM). Cette évolution a engendré un foisonnement terminologique autour des concepts d'« Agents IA », d'« Agents LLM » et d'« IA agentique », créant une confusion conceptuelle qui freine l'élaboration de stratégies de déploiement claires et efficaces. La problématique centrale de ce mémoire réside dans l'absence d'un cadre d'analyse unifié qui articule les fondements théoriques des systèmes multi-agents (SMA) avec les nouvelles architectures d'agents basées sur les LLM. Ce manque de clarté représente un risque stratégique, technique et de gouvernance pour les organisations.

Ce travail adopte une méthodologie qualitative, fondée sur une analyse documentaire systématique de la littérature académique, des pré-publications techniques, des rapports d'industrie et des documents de gouvernance. Une analyse comparative d'architectures est menée pour disséquer les modèles classiques, comme le modèle BDI (Belief-Desire-Intention), et les approches modernes, telles que le framework ReAct.

Les principaux résultats de cette recherche sont quadruples. Premièrement, nous proposons une taxonomie opérationnelle qui distingue rigoureusement l'« Agent IA » (entité autonome individuelle), l'« Agent LLM » (agent utilisant un LLM comme moteur de raisonnement) et l'« IA Agentique » (système orchestré de multiples agents collaboratifs). Deuxièmement, l'analyse comparative révèle une convergence fonctionnelle mais une divergence architecturale majeure entre les modèles classiques et modernes ; spécifiquement, les architectures basées sur les LLM présentent une lacune conceptuelle critique concernant la notion d'« engagement » (intention), essentielle à la robustesse et à la fiabilité. Troisièmement, l'analyse des implications stratégiques met en évidence un potentiel de retour sur investissement significatif et un avantage concurrentiel durable, à condition de dépasser la simple automatisation pour créer de nouvelles chaînes de valeur dynamiques. Quatrièmement, nous formulons des recommandations de gouvernance qui insistent sur la nécessité d'une synthèse entre les principes éprouvés des SMA et les nouveaux impératifs liés à la nature probabiliste et émergente des systèmes agentiques.

L'apport original de ce mémoire est la construction d'un cadre de clarification stratégique. En réconciliant l'héritage de plusieurs décennies de recherche sur les SMA avec le potentiel disruptif des LLM, ce cadre offre aux chercheurs, aux décideurs et aux praticiens les outils conceptuels nécessaires pour guider le déploiement de la prochaine génération de systèmes d'IA autonomes de manière efficace, responsable et stratégiquement avisée.

Table des matières

(Générée automatiquement)

Liste des tableaux, figures et acronymes

(À compléter)

Introduction

1.1. Contexte : L'Ère de l'Autonomie et la Confusion Terminologique

Le domaine de l'intelligence artificielle (IA) est entré dans une nouvelle ère, marquée par l'ascension fulgurante des grands modèles de langage (LLM). Ces modèles ont transcendé leur rôle initial de générateurs de texte pour devenir de véritables moteurs de raisonnement, de planification et d'action, catalysant un intérêt sans précédent pour les systèmes autonomes.¹ Cette effervescence technologique a donné naissance à un écosystème sémantique complexe et souvent confus. Des termes comme « AI Agents », « LLM Agents » et « Agentic AI » prolifèrent dans la littérature académique, les rapports d'industrie et les discussions publiques, mais ils sont fréquemment utilisés de manière interchangeable, sans la rigueur conceptuelle nécessaire à une compréhension claire de leurs implications.³

Cette ambiguïté est exacerbée par le discours des principaux cabinets d'analyse. Des firmes comme Gartner et McKinsey ont identifié l'« IA agentique » (Agentic AI) comme l'une des tendances technologiques stratégiques les plus importantes pour l'année 2025, la qualifiant de prochaine frontière de l'IA générative.⁶ Une telle mise en avant par l'industrie crée une pression considérable sur les organisations pour qu'elles adoptent ces technologies, tout en amplifiant la confusion sur ce qu'elles représentent réellement, leurs prérequis et leurs véritables capacités. Le passage rapide du concept de l'état de projet de recherche open-source (comme AutoGPT) à celui de priorité stratégique pour les entreprises témoigne de la vitesse à laquelle ce paradigme s'impose, rendant d'autant plus urgente une clarification.

1.2. Problématique : Le Manque d'un Cadre Stratégique Unifié

La confusion terminologique ambiante n'est pas une simple question sémantique ; elle constitue un obstacle majeur à la prise de décision éclairée. Sans un cadre d'analyse rigoureux, les organisations, les développeurs et les régulateurs naviguent à l'aveugle, ce qui obscurcit les décisions stratégiques, techniques et de gouvernance.⁸ Ce

manque de clarté engendre plusieurs risques critiques.

Premièrement, les organisations risquent de mal évaluer la complexité, les coûts et les prérequis techniques des différentes approches. Elles peuvent être séduites par la promesse d'une solution « agentique » sans comprendre qu'elle peut impliquer la mise en place d'une architecture complexe de multiples agents communicants, bien au-delà du simple déploiement d'un agent conversationnel. Deuxièmement, cela favorise une approche de « solutionnisme technologique », où des outils sont adoptés pour leur nouveauté plutôt que pour leur adéquation à un problème métier spécifique, menant à des investissements inefficaces et au « paradoxe de l'IA générative » : un taux d'adoption élevé couplé à une faible réalisation de la valeur.¹⁰

Enfin, et c'est peut-être le risque le plus fondamental, cette confusion conduit à négliger des décennies de recherche fondamentale dans le domaine des Systèmes Multi-Agents (SMA). Des concepts cruciaux comme la coordination, la communication formelle, la négociation, la confiance et la gestion des comportements émergents ont été étudiés en profondeur. Ignorer cet héritage expose la nouvelle génération de systèmes à « réinventer la roue », souvent de manière moins robuste, et à répéter des erreurs déjà comprises et modélisées.⁴

La problématique centrale de ce mémoire est donc l'absence d'un cadre d'analyse intégré qui relie les fondements théoriques des agents, issus de la recherche classique sur les SMA, aux nouvelles architectures basées sur les LLM. Un tel cadre est indispensable pour guider un déploiement qui soit à la fois stratégique, efficace et responsable.

1.3. Questions de Recherche et Hypothèses

Pour aborder cette problématique, ce mémoire s'articule autour de quatre questions de recherche principales :

- **QR1 (Définition) :** Comment définir et différencier rigoureusement les concepts d'« Agent IA », d'« Agent LLM » et d'« IA Agentique » en s'appuyant sur leurs caractéristiques architecturales, fonctionnelles et téléologiques (orientées vers un but)?
- **QR2 (Architecture) :** Quelles sont les convergences et divergences fondamentales entre les architectures d'agents classiques (par exemple, le modèle Belief-Desire-Intention ou BDI) et les architectures d'agents modernes

basées sur les LLM (par exemple, ReAct, cadres unifiés)?

- **Hypothèse H1** : Les architectures modernes basées sur les LLM, bien que plus flexibles et puissantes dans le traitement du langage, répliquent implicitement des schémas cognitifs (comme le cycle observe-décide-act) des architectures classiques. Cependant, elles présentent des lacunes conceptuelles, notamment au niveau de la notion d'engagement (intention), ce qui affecte leur fiabilité et leur prévisibilité.
- **QR3 (Stratégie)** : Quelles sont les implications stratégiques (avantages concurrentiels, retour sur investissement, nouveaux modèles économiques) et les défis opérationnels liés au déploiement de l'IA agentique dans les organisations?
- **QR4 (Gouvernance)** : Quels cadres de gouvernance, éthiques et techniques sont nécessaires pour encadrer le déploiement des systèmes agentiques et atténuer leurs risques inhérents (sécurité, contrôle, responsabilité, biais)?
 - **Hypothèse H2** : Un déploiement réussi et responsable de l'IA agentique ne peut se faire sans une synthèse des principes de gouvernance éprouvés issus de la recherche sur les SMA (concernant la coordination et la responsabilité distribuée) et des nouvelles exigences posées par la nature probabiliste, opaque et émergente des LLM.

1.4. Objectifs Généraux et Spécifiques

Pour répondre à ces questions, ce mémoire poursuit un objectif général et plusieurs objectifs spécifiques.

- **Objectif général** : Développer un cadre de clarification stratégique pour l'analyse et le déploiement des agents IA et de l'IA agentique, qui soit utile tant pour la communauté académique que pour les praticiens de l'industrie.
- **Objectifs spécifiques** :
 1. Établir une taxonomie claire, opérationnelle et fondée sur des critères techniques précis pour distinguer les différents concepts d'agents et de systèmes agentiques.
 2. Mener une analyse comparative approfondie des architectures d'agents classiques et modernes afin d'identifier les continuités, les ruptures et les opportunités de synthèse.
 3. Évaluer l'impact stratégique de ces technologies en analysant des cas d'usage concrets et des données issues de rapports d'industrie, tout en maintenant une perspective critique.

4. Proposer un ensemble de recommandations pour la recherche future et pour les acteurs du terrain (décideurs, ingénieurs, régulateurs) afin de promouvoir un déploiement responsable et créateur de valeur.

En définitive, la confusion terminologique actuelle n'est pas un simple sous-produit de l'innovation rapide. Elle est le symptôme d'une fracture plus profonde entre deux communautés de recherche et de pratique. D'un côté, la communauté classique des SMA, historiquement axée sur la logique formelle, la théorie des jeux et les systèmes déterministes ou vérifiables.¹¹ De l'autre, la nouvelle communauté de l'IA générative, dont l'approche est fondée sur les modèles statistiques à grande échelle et les comportements émergents, intrinsèquement probabilistes.² Ces deux mondes reposent sur des fondements épistémologiques distincts : le symbolique et le logique face au connexionniste et au statistique. La divergence terminologique est le reflet de cette différence fondamentale dans la manière de concevoir et de construire l'intelligence et l'autonomie. Par conséquent, la véritable ambition de ce mémoire n'est pas seulement de « clarifier des termes », mais de tenter de « bâtir un pont » entre ces deux mondes. L'enjeu stratégique ultime est de déterminer comment intégrer la rigueur formelle et les leçons apprises des SMA avec la puissance générative et la flexibilité sans précédent des LLM.

Revue de littérature

2.1. Les Fondations : Théories des Agents Intelligents et des Systèmes Multi-Agents (SMA)

Pour comprendre la rupture actuelle, il est impératif de revenir aux fondements du domaine de l'intelligence artificielle distribuée, qui a formalisé le concept d'agent il y a plusieurs décennies.

2.1.1. Définition et Propriétés de l'Agent Intelligent

La notion d'agent intelligent n'est pas nouvelle. Les travaux fondateurs, notamment ceux de Wooldridge et Jennings, définissent un agent comme une entité informatique (logicielle ou physique) située dans un environnement, qu'elle est capable de percevoir et sur lequel elle peut agir de manière autonome afin d'atteindre des objectifs pour lesquels elle a été conçue.¹⁵ Cette définition, bien que générale, repose sur un ensemble de propriétés clés qui caractérisent l'agencéité :

- **Autonomie** : L'agent opère sans intervention humaine directe et possède un contrôle sur ses propres actions et son état interne.¹⁷
- **Réactivité** : L'agent perçoit son environnement et répond de manière opportune aux changements qui s'y produisent.¹⁷
- **Proactivité** : L'agent ne se contente pas de réagir ; il est capable de prendre des initiatives et d'adopter un comportement orienté vers des buts (goal-directed).¹⁶
- **Sociabilité** : L'agent est capable d'interagir et de communiquer avec d'autres agents (et potentiellement des humains) via un langage de communication commun pour atteindre ses objectifs ou aider les autres à atteindre les leurs.¹⁶

2.1.2. Les Architectures Classiques : Du Réactif au Délibératif (BDI)

Pour implémenter ces propriétés, diverses architectures d'agents ont été proposées. Les plus simples sont les **agents réactifs**, qui fonctionnent sur la base de boucles perception-action directes, souvent via un ensemble de règles condition-action, sans modélisation interne complexe de l'environnement.¹⁸

Cependant, pour des tâches plus complexes nécessitant une planification et un raisonnement, les **agents délibératifs** ont été développés. Le paradigme le plus influent dans cette catégorie est l'architecture **BDI (Belief-Desire-Intention)**.¹⁹ Inspirée de la philosophie de l'action de Michael Bratman, cette architecture modélise explicitement les états mentaux d'un agent rationnel :

- **Beliefs (Croyances)** : L'information que l'agent possède sur l'état du monde. Ces croyances peuvent être incomplètes ou incorrectes.
- **Desires (Désirs)** : Les objectifs ou les états du monde que l'agent souhaiterait atteindre. Ils représentent toutes les options possibles.
- **Intentions (Intentions)** : Un sous-ensemble des désirs auxquels l'agent s'est engagé. Une intention est un état de fait que l'agent a choisi de poursuivre et qu'il

ne remettra pas en cause facilement, ce qui assure la persistance de son action.²⁰

Le modèle BDI a été opérationnalisé dans des systèmes concrets comme le *Procedural Reasoning System* (PRS) et son dérivé, le *distributed Multi-Agent Reasoning System* (dMARS), qui utilise des bibliothèques de plans pré-définis pour atteindre ses intentions.¹²

2.1.3. Les Systèmes Multi-Agents (SMA) et leurs Piliers Théoriques

Le passage de l'agent unique à la société d'agents a donné naissance au domaine des Systèmes Multi-Agents (SMA). Un SMA est un système décentralisé composé de multiples agents autonomes qui interagissent dans un environnement partagé. Ces interactions peuvent être coopératives (pour résoudre un problème commun) ou compétitives (si leurs objectifs sont divergents).¹⁶ L'hypothèse fondamentale des SMA est que de nombreux problèmes sont trop complexes ou trop distribués pour être résolus par une seule entité monolithique ; la coordination de plusieurs agents spécialisés est donc nécessaire.¹⁶

La conception de SMA robustes repose sur des piliers théoriques solides, largement explorés dans les ouvrages de référence de Michael Wooldridge²¹ et de Yoav Shoham et Kevin Leyton-Brown.¹³ Ces piliers incluent :

- **La Communication** : Pour permettre des interactions sociales riches, des langages de communication entre agents (ACLs, *Agent Communication Languages*) ont été développés. Leurs sémantiques sont souvent fondées sur la théorie des actes de langage (par exemple, informer, demander, promettre), permettant une analyse formelle et rigoureuse des échanges.¹¹
- **La Coordination et la Négociation** : Pour gérer les interdépendances et résoudre les conflits, les SMA s'appuient sur des mécanismes issus de la théorie des jeux (par exemple, le dilemme du prisonnier), de la conception de mécanismes (*mechanism design*), des enchères, du choix social (vote) et de la résolution de problèmes de satisfaction de contraintes distribuées.¹³

2.2. La Rupture Technologique : L'Avènement des Agents à base de LLM

L'émergence des grands modèles de langage (LLM) a provoqué une rupture paradigmatique dans le domaine de l'IA, avec des conséquences profondes pour la conception des agents.

2.2.1. Le LLM comme Moteur de Raisonnement

Les LLM ne sont plus considérés comme de simples outils de génération de texte, mais comme de véritables moteurs de raisonnement, de planification et d'action.¹⁴ Leur principale force réside dans leur vaste connaissance du monde, acquise lors de leur pré-entraînement sur d'immenses corpus de données. Cette connaissance leur permet d'aborder une grande variété de tâches et de faire preuve de raisonnement de bon sens sans nécessiter un entraînement spécifique sur un domaine, contrairement aux agents symboliques classiques.² Cette capacité à généraliser est au cœur de leur potentiel en tant que "cerveau" pour une nouvelle génération d'agents.

2.2.2. Cadre Unifié pour les Agents LLM

Face à la prolifération rapide de la recherche, plusieurs travaux de synthèse récents ont tenté d'établir un cadre architectural unifié pour les agents basés sur les LLM.¹ Ces cadres, bien que variant dans les détails, convergent vers une architecture modulaire articulée autour de quatre composants principaux :

1. **Module de Profilage (Profiling)** : Ce module définit le rôle, la personnalité et les objectifs de l'agent, souvent via une instruction (prompt) initiale. Il guide le comportement global du LLM.²
2. **Module de Mémoire (Memory)** : Pour surmonter la limitation de la fenêtre de contexte des LLM, ce module gère le stockage et la récupération d'informations pertinentes. Il combine souvent une mémoire à court terme (l'historique de la conversation) et une mémoire à long terme (par exemple, une base de données vectorielle) pour permettre à l'agent de se souvenir des interactions passées et d'apprendre de ses expériences.²
3. **Module de Planification (Planning)** : Ce module est responsable de la décomposition d'une tâche complexe en une séquence de sous-tâches plus simples et gérables. La planification peut se faire en une seule fois ou de manière

itérative, en s'ajustant en fonction des retours de l'environnement.²

4. **Module d'Action (Action)** : Ce module traduit les décisions et les plans de l'agent en actions concrètes. Ces actions peuvent être la génération d'une réponse textuelle, mais surtout, l'appel à des outils externes (API, bases de données, exécution de code) pour interagir avec le monde extérieur et accomplir des tâches qui dépassent les capacités intrinsèques du LLM.²

L'explosion de la recherche dans ce domaine est attestée par le nombre impressionnant de surveys publiés sur des plateformes comme arXiv, qui tentent de cartographier ce champ en pleine expansion en se basant sur les méthodologies, les applications (comme la recommandation ou la réponse aux questions) et les stratégies d'évaluation.¹

2.3. Le Paradigme "Agentique" : Définition, Débats et État de l'Art

Au sein de cet écosystème en ébullition, le terme "IA agentique" (Agentic AI) a émergé comme un concept central, bien que souvent mal défini.

2.3.1. Définition et Distinction Clé

La littérature la plus récente, notamment celle issue des rapports d'industrie et de certains travaux académiques, propose une définition plus structurée. L'**IA agentique** y est décrite comme une architecture logicielle conçue pour résoudre des tâches complexes en orchestrant une équipe d'agents autonomes. Le cœur de cette architecture est un **orchestrateur** (ou "reasoning engine"), qui est responsable de l'interprétation des objectifs de haut niveau, de la formulation d'un plan d'action, et de la coordination du flux de travail entre les différents agents spécialisés.³ Les caractéristiques déterminantes de l'IA agentique sont donc son autonomie poussée, sa capacité d'auto-amélioration et son comportement fondamentalement orienté vers un but (

goal-oriented).³

Cette définition permet d'établir une distinction conceptuelle cruciale, proposée par

des travaux récents, entre l'agent individuel et le système agentique ⁴ :

- L'**AI Agent** (ou Agent IA) est un agent unique et modulaire, souvent propulsé par un LLM, conçu pour l'automatisation de tâches spécifiques et bien délimitées. Un exemple typique serait un agent de service client capable de répondre aux questions et d'utiliser des outils pour consulter une base de commandes.
- L'**Agentic AI** (ou IA Agentique) est un système plus complexe, composé de **multiples agents spécialisés** qui collaborent, communiquent et se coordonnent pour atteindre des objectifs partagés et de plus grande envergure. Un exemple serait un système de recherche scientifique automatisé où un agent "planificateur" décompose un problème, un agent "chercheur" consulte la littérature, un agent "codeur" écrit des simulations, et un agent "rapporteur" synthétise les résultats.¹

2.3.2. Le Débat Critique : Nouveauté Révolutionnaire ou Simple Rebranding?

Cette distinction, bien qu'utile, a suscité un débat critique au sein de la communauté scientifique. Plusieurs articles récents soutiennent que le terme "IA agentique" est en grande partie un mot à la mode (*buzzword*) qui ne fait que réinventer des concepts déjà solidement établis dans le domaine des SMA.⁸ Selon cette perspective critique, la distinction proposée entre "AI Agent" et "Agentic AI" est fonctionnellement équivalente à la distinction classique et bien comprise entre un "agent intelligent" et un "système multi-agents".¹⁷

L'argument central de ces critiques est que la communauté de l'IA générative, dans son enthousiasme, tend à négliger l'immense héritage de la recherche sur les SMA. Ce faisant, elle risque d'ignorer des solutions éprouvées pour des problèmes fondamentaux tels que les standards de communication inter-agents, les algorithmes de coordination efficaces, la gestion des conflits, et la modélisation formelle des comportements collectifs.⁸

2.4. Identification des Lacunes et Positionnement du Mémoire

Cette revue de la littérature met en évidence plusieurs lacunes importantes que ce

mémoire vise à combler.

- **Lacune 1 (Synthèse et Intégration) :** Il existe une fracture évidente entre la littérature "classique" sur les SMA, riche en modèles formels et en rigueur théorique, et la littérature "moderne" sur les agents LLM, qui est plus empirique et axée sur les capacités émergentes. Il n'existe pas, à ce jour, de travail académique d'envergure qui tente de réaliser une synthèse critique et constructive de ces deux mondes.
- **Lacune 2 (Analyse Stratégique Approfondie) :** Les analyses stratégiques sur l'IA agentique proviennent majoritairement de l'industrie (rapports de conseil, blogs d'entreprise).⁶ Bien qu'utiles, elles manquent souvent de la profondeur technique, de la distance critique et de la rigueur méthodologique d'une analyse académique.
- **Lacune 3 (Gouvernance Spécifique) :** Les cadres de gouvernance existants pour l'IA³¹ sont souvent trop génériques. Ils n'adressent pas de manière ciblée les défis uniques posés par les systèmes agentiques, tels que la responsabilité distribuée entre plusieurs agents autonomes, le contrôle des comportements émergents non désirés, et la confiance dans un système orchestré.

Positionnement de ce mémoire : Ce travail se positionne précisément à l'intersection de ces trois lacunes. Il a pour ambition de construire le pont conceptuel qui fait défaut entre les SMA et les agents LLM. Il vise ensuite à traduire cette synthèse technique en un cadre d'analyse stratégique robuste. Enfin, il cherchera à déduire de cette analyse des implications spécifiques et actionnables pour la gouvernance de ces systèmes complexes.

L'évolution historique du concept d'agent en IA peut être interprétée comme un mouvement de balancier entre le raisonnement symbolique (explicite, structuré, logique) et le raisonnement sub-symbolique (émergent, non structuré, statistique). L'architecture BDI représente un apogée de l'approche symbolique.¹² À l'inverse, les premiers usages des LLM purs comme agents peuvent être vus comme un pic de l'approche sub-symbolique. La tendance actuelle, qui consiste à construire des architectures d'agents LLM de plus en plus structurées (avec des modules de mémoire, de planification, et d'action)², marque un retour vers le centre du pendule. C'est une tentative de réintroduire une forme de raisonnement symbolique et décomposable au-dessus du puissant moteur sub-symbolique du LLM. Des techniques comme

Chain-of-Thought ou *ReAct*³³ forcent le modèle à externaliser son processus de pensée de manière structurée, ce qui le rend plus proche d'un processus de

raisonnement classique. Par conséquent, l'avenir le plus prometteur pour les agents IA ne réside probablement pas dans un choix binaire entre BDI et LLM, mais dans la conception d'architectures

neuro-symboliques hybrides qui tirent le meilleur des deux mondes. Ce mémoire argumentera en faveur de cette voie de synthèse.

Méthodologie

3.1. Choix du Paradigme de Recherche : Qualitatif et Interprétatif

Pour aborder la complexité conceptuelle et les implications stratégiques des agents IA et de l'IA agentique, ce mémoire adopte un paradigme de recherche qualitatif. Ce choix est justifié par la nature du sujet : il s'agit d'explorer en profondeur des concepts en pleine évolution, d'analyser des discours et de construire un cadre théorique là où les données quantitatives robustes, notamment sur les déploiements à long terme, sont encore rares ou immatures. Une approche interprétative est nécessaire pour déconstruire les terminologies, comparer des architectures fondamentalement différentes et synthétiser des connaissances issues de domaines de recherche distincts (informatique, gestion, éthique). L'objectif n'est pas de mesurer des performances de manière quantitative, mais de construire une compréhension riche et nuancée du phénomène.

3.2. Description des Méthodes de Collecte et d'Analyse de Données

La stratégie de recherche repose principalement sur une analyse documentaire systématique et une analyse comparative d'architectures.

3.2.1. Analyse Documentaire Systématique

Un corpus de plus de 100 sources primaires et secondaires a été constitué et analysé. Ce corpus a été sélectionné pour couvrir l'ensemble du spectre du sujet, des fondations théoriques aux applications les plus récentes. Il comprend :

- **Littérature académique à comité de lecture** : Articles issus de revues scientifiques de premier plan comme *Knowledge Engineering Review* et *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, ainsi que des actes de conférences majeures en IA (par exemple, AAMAS, AAAI). Ces sources fournissent les fondements théoriques et les modèles formels du domaine.¹¹
- **Pré-publications et surveys techniques** : Une analyse approfondie des articles de synthèse (*surveys*) et des pré-publications disponibles sur des archives ouvertes comme arXiv a été menée. Cette démarche est essentielle pour capturer l'état de l'art le plus récent dans un domaine qui évolue à une vitesse fulgurante, souvent plus vite que le cycle de publication traditionnel.¹
- **Rapports d'industrie et de conseil** : Des documents publiés par des firmes comme McKinsey, Gartner, et d'autres acteurs de l'industrie ont été analysés pour comprendre le discours du marché, les cas d'usage émergents, les projections économiques et les implications stratégiques perçues par les entreprises.⁶
- **Documents de gouvernance et rapports institutionnels** : Les recommandations et les cadres d'analyse d'organismes internationaux comme l'OCDE et d'instituts de recherche spécialisés dans la sécurité et l'éthique de l'IA ont été étudiés pour éclairer le chapitre sur la gouvernance.³¹

3.2.2. Analyse Comparative d'Architectures

Pour répondre à la deuxième question de recherche (QR2), une méthode d'analyse comparative structurée est employée. Cette méthode consiste à décomposer les architectures d'agents (classiques comme BDI et modernes comme ReAct) en leurs composants fonctionnels et à les comparer selon un ensemble de dimensions prédéfinies. Ces dimensions incluent : le mécanisme de raisonnement, la représentation des connaissances, la gestion de l'état et de la mémoire, le cycle de décision, et le mécanisme de déclenchement des actions. Cette analyse s'appuiera sur des travaux qui ont déjà initié cette comparaison, comme ceux identifiés en ³³, afin de la systématiser et de l'approfondir.

3.2.3. Analyse de Contenu Thématique

L'ensemble du corpus documentaire fait l'objet d'une analyse de contenu thématique. Les documents sont codés (manuellement et avec l'aide d'outils d'analyse textuelle) pour identifier les thèmes récurrents, les points de convergence, les contradictions et les tendances émergentes. Une attention particulière est portée aux variations dans l'usage de la terminologie, à la description des risques et des opportunités, et aux arguments concernant la nouveauté ou la continuité des approches récentes.

3.3. Considérations Éthiques et Limites de l'Étude

3.3.1. Considérations Éthiques

La conduite de cette recherche respecte scrupuleusement les principes de l'éthique académique. La principale considération est le respect de la propriété intellectuelle. Toutes les sources utilisées sont systématiquement et rigoureusement citées en suivant les normes du format APA 7e édition, afin de reconnaître le travail des auteurs originaux et de permettre au lecteur de retracer les sources de l'analyse.

3.3.2. Limites de l'Étude

Ce travail de recherche présente plusieurs limites inhérentes à son sujet et à sa méthodologie.

- **Vélocité du domaine** : Le champ des agents basés sur les LLM évolue à une vitesse exceptionnelle. L'état de l'art décrit dans ce mémoire est une photographie à un instant t et sera inévitablement dépassé par de nouvelles avancées. La dépendance aux pré-publications vise à atténuer cette limite, mais ne peut l'éliminer complètement.

- **Manque de recul empirique** : Le déploiement à grande échelle de systèmes agentiques complexes en est encore à ses débuts. Par conséquent, il existe un manque de données empiriques robustes et longitudinales sur leur retour sur investissement réel, leurs risques à long terme et leur impact organisationnel. L'analyse repose donc largement sur des études de cas préliminaires et des projections.
 - **Dépendance aux sources publiques** : L'analyse se fonde exclusivement sur des documents accessibles au public (articles, rapports, documentation technique). Elle n'inclut pas d'entretiens avec des praticiens ni d'accès à des données propriétaires d'entreprises, ce qui aurait pu fournir une perspective interne plus riche sur les défis de mise en œuvre.
-

Chapitre 4 : Taxonomie et Clarification Conceptuelle : De l'Agent à l'Agentique

L'un des objectifs centraux de ce mémoire est de dissiper la confusion terminologique qui entrave une discussion stratégique sur l'IA autonome. Ce chapitre propose une taxonomie claire et opérationnelle en définissant rigoureusement les concepts d'Agent IA, d'Agent LLM et d'IA Agentique, et en les positionnant les uns par rapport aux autres.

4.1. Vers une Définition Opérationnelle de l'Agent IA

Le concept d'« Agent IA » est le plus fondamental et le plus ancien. En synthétisant les définitions classiques ¹⁶ et en les adaptant au contexte moderne, nous pouvons proposer une définition opérationnelle :

un Agent IA est une entité computationnelle qui perçoit son environnement (numérique ou physique), raisonne pour prendre des décisions et agit de manière autonome pour atteindre des objectifs spécifiques. Les propriétés fondamentales d'autonomie, de réactivité, de proactivité et de sociabilité restent les piliers de cette définition. Cette catégorie englobe une vaste gamme de systèmes, des thermostats intelligents aux personnages non-joueurs dans les jeux vidéo, en passant par les robots logiciels qui automatisent des tâches. L'Agent IA est l'unité de base de

l'agencéité.

4.2. Le "LLM Agent" : Une Catégorie Spécifique d'Agent IA

L'« Agent LLM » ne constitue pas un type fondamentalement nouveau d'agent, mais plutôt une sous-catégorie spécifique et puissante de l'Agent IA. Sa caractéristique distinctive est que son **module de raisonnement principal est un grand modèle de langage (LLM)**.² C'est le "cerveau" de l'agent. Cette particularité architecturale lui confère des capacités uniques qui le distinguent des agents IA classiques (par exemple, ceux basés sur des règles ou des modèles logiques) :

- **Compréhension profonde du langage naturel** : Il peut interagir de manière fluide et nuancée avec les humains et interpréter des instructions complexes et ambiguës.
- **Raisonnement de bon sens et connaissance du monde** : Il peut mobiliser une vaste base de connaissances non structurées pour résoudre des problèmes pour lesquels il n'a pas été explicitement programmé.²
- **Capacité de génération** : Il peut générer des plans, des stratégies, du code ou des communications complexes de manière flexible.

Un Agent LLM est donc un Agent IA qui exploite un LLM pour ses capacités de décision et de raisonnement. Un chatbot avancé comme ChatGPT doté de la capacité de naviguer sur le web ou d'exécuter du code est un excellent exemple d'Agent LLM individuel.

4.3. L'"IA Agentique" : Un Changement de Paradigme vers l'Orchestration

Le concept d'« IA Agentique » représente un changement d'échelle et de paradigme. Il ne décrit pas un agent unique, mais un **système de systèmes**. En s'appuyant sur les définitions émergentes³, nous définissons l'IA Agentique comme

une architecture logicielle dans laquelle de multiples agents autonomes, souvent spécialisés, collaborent et sont coordonnés par une couche d'orchestration pour atteindre un objectif complexe qu'aucun agent ne pourrait

accomplir seul.

Les composants clés de cette architecture sont ³ :

1. **Un ensemble d'agents spécialisés** : Chaque agent est responsable d'une fonction ou d'une compétence particulière (par exemple, un agent chercheur, un agent analyste, un agent rédacteur). Ces agents peuvent être des Agents LLM.
2. **Des outils (Tools)** : Des fonctions, des API ou des services externes que les agents peuvent invoquer pour agir sur le monde (par exemple, envoyer un email, interroger une base de données, exécuter un script).
3. **Un orchestrateur (Orchestrator) ou moteur de raisonnement** : C'est la pièce maîtresse du système. Il reçoit l'objectif de haut niveau de l'utilisateur, le décompose en un plan séquentiel ou parallèle, assigne les sous-tâches aux agents appropriés, gère le flux d'informations entre eux et synthétise leurs résultats pour atteindre l'objectif final.

Il est crucial de noter que cette architecture est, par nature, un système multi-agents. Elle s'aligne donc directement sur les principes fondamentaux et les défis étudiés depuis des décennies dans le domaine des SMA.¹⁷

4.4. Proposition d'une Taxonomie Unifiée

Pour synthétiser cette clarification, le tableau suivant compare les trois paradigmes sur plusieurs dimensions clés. Ce tableau sert de pierre angulaire à notre argumentation et de guide de référence pour le reste du mémoire.

Tableau 4.1 : Tableau Comparatif des Paradigmes Agentiques

Dimension	Agent IA (Classique/BDI)	Agent LLM (Individuel)	IA Agentique (Système Multi-Agent)
Unité d'Analyse	Agent unique	Agent unique	Système d'agents multiples et coordonnés
Architecture de	Logique symbolique,	Générative,	Hybride / Orchestrée

Raisonnement	déterministe (e.g., BDI)	probabiliste (LLM)	par un méta-agent ou un planificateur
Gestion des Connaissances	Base de faits structurée, ontologies	Connaissances implicites du LLM + mémoire vectorielle	Connaissances distribuées entre les agents + mémoire partagée
Planification	Explicite, basée sur une bibliothèque de plans prédéfinis	Émergente, générée dynamiquement par le LLM	Décomposition de but et allocation de tâches par un orchestrateur
Interaction / Communication	Langage de communication formel (ACL)	Langage naturel, appels d'API simples	Protocoles de communication complexes, flux de travail orchestrés
Complexité de la Tâche	Tâches bien définies, environnement structuré	Tâches spécifiques mais ouvertes	Tâches complexes, ouvertes, nécessitant des compétences multiples
Exemple Concret	Agent de jeu d'échecs, robot industriel simple	Chatbot de traduction, assistant de code (Copilot)	Système de recherche scientifique automatisé (e.g., ChemCrow ¹), équipe de développement logiciel simulée (e.g., ChatDev)

Cette taxonomie est essentielle car elle permet aux organisations de poser les bonnes questions. La question n'est pas "devons-nous adopter l'IA agentique?", mais plutôt "Quel est notre problème? Nécessite-t-il un agent unique et spécialisé (un Agent LLM) ou un système collaboratif complexe (une architecture d'IA Agentique)?".

Au-delà de cette taxonomie architecturale, une distinction plus profonde et plus stratégique pour la gouvernance émerge. Il s'agit de la différence entre les systèmes dont **l'autonomie est bornée** (*bounded autonomy*) et ceux dont **l'autonomie est émergente** (*emergent autonomy*). Un agent BDI, par exemple, opère dans un espace d'actions et de plans largement prédéfini par ses concepteurs ; son autonomie, bien que réelle, est bornée par sa programmation.¹² À l'inverse, un système agentique basé

sur des LLM peut générer des plans, des stratégies et des actions entièrement nouveaux, non anticipés par ses créateurs, conduisant à des comportements émergents puissants mais imprévisibles.⁴ Les défis de gouvernance tels que le contrôle, la responsabilité et l'alignement éthique⁵ sont radicalement différents et plus complexes dans un régime d'autonomie émergente. On ne peut pas facilement prouver la sécurité d'un système dont le comportement n'est pas entièrement prédictible. La clarification stratégique doit donc inciter les organisations à évaluer non seulement l'architecture dont elles ont besoin, mais aussi le

degré et le type d'autonomie que leur cadre de gouvernance et leur culture du risque peuvent supporter.

Chapitre 5 : Analyse Comparative des Architectures : Du Symbolique au Génératif

Ce chapitre approfondit l'analyse de la deuxième question de recherche (QR2) en disséquant et en comparant les architectures d'agents classiques et modernes. L'objectif est de mettre en lumière leurs convergences fonctionnelles, leurs divergences fondamentales et d'explorer les pistes vers une synthèse architecturale plus robuste.

5.1. Plongée dans l'Architecture BDI : Logique et Intentionnalité

L'architecture BDI (Belief-Desire-Intention) reste le modèle de référence pour les agents délibératifs basés sur une approche symbolique. Son cycle de raisonnement est un processus explicite et structuré¹² :

1. **Perception et Mise à Jour des Croyances** : L'agent perçoit son environnement et met à jour sa base de croyances (sa représentation du monde).
2. **Génération des Options (Désirs)** : Sur la base de ses croyances et de ses objectifs fondamentaux, l'agent génère un ensemble de désirs, c'est-à-dire des états du monde qu'il pourrait potentiellement poursuivre.
3. **Filtrage et Engagement (Formation des Intentions)** : L'agent filtre ses désirs pour ne retenir que ceux qui sont réalisables et cohérents. Il s'engage ensuite sur

un sous-ensemble de ces désirs, qui deviennent ses intentions. Cet acte d'engagement est crucial : il signifie que l'agent va se consacrer à la réalisation de ces intentions avec persistance.

4. **Planification et Exécution** : Pour chaque intention, l'agent sélectionne un plan d'action approprié dans sa bibliothèque de plans et commence à l'exécuter. Il suit ce plan jusqu'à ce qu'il soit achevé, qu'il devienne impossible à réaliser ou que l'intention soit abandonnée.

La force de ce modèle réside dans son **explicabilité** et sa **prédictibilité**. Le processus de décision est traçable et fondé sur des principes logiques formels, ce qui facilite la vérification et la validation du comportement de l'agent.¹¹ Cependant, ses faiblesses sont également bien connues : une certaine

rigidité face à des situations imprévues non couvertes par la bibliothèque de plans, une difficulté à gérer l'incertitude et les environnements très dynamiques, et surtout le **coût élevé de la modélisation manuelle** des croyances, des plans et des règles de délibération.

5.2. Anatomie des Architectures d'Agents LLM Modernes

Les architectures d'agents basées sur les LLM adoptent une approche fondamentalement différente, en s'appuyant sur les capacités émergentes du modèle de langage.

5.2.1. Le Modèle ReAct (Reason+Act)

Le framework **ReAct** est l'une des architectures les plus influentes et fondamentales pour les agents LLM.³³ Il améliore les approches précédentes comme

Chain-of-Thought (qui consistait à demander au LLM de "penser à voix haute" avant de répondre) en entremêlant explicitement le raisonnement et l'action dans un cycle itératif :

1. **Observation** : L'agent reçoit une entrée (une question, un état de l'environnement).

2. **Pensée (Thought)** : L'agent génère une "pensée", c'est-à-dire une trace de raisonnement interne où il analyse le problème, évalue ce qu'il doit faire et décide d'une action.
3. **Action (Act)** : L'agent exécute l'action décidée (par exemple, appeler un outil de recherche, exécuter un calcul).
4. **Nouvelle Observation** : L'agent reçoit le résultat de son action (par exemple, le résultat de la recherche) qui devient la nouvelle observation pour le cycle suivant.

Ce cycle permet à l'agent de ne pas seulement planifier à l'avance, mais aussi de **réagir** aux informations obtenues de l'environnement pour corriger sa trajectoire, ce qui le rend beaucoup plus robuste pour des tâches complexes.³³

5.2.2. Le Cadre Unifié (Profiling, Memory, Planning, Action)

Comme vu au chapitre précédent, les architectures plus complexes s'organisent autour de modules de profilage, de mémoire, de planification et d'action.¹ La planification, en particulier, peut être très sophistiquée, utilisant des stratégies de décomposition de tâches (en chemin unique ou en arbre de pensée) et intégrant des boucles de rétroaction (de l'environnement, de l'humain ou même de l'agent lui-même qui s'auto-critique) pour affiner ses plans.

5.3. Analyse de Convergence et de Divergence : Le Chaînon Manquant de l'Intention

En comparant ces deux mondes, on observe à la fois des parallèles frappants et des différences fondamentales.

- **Convergence fonctionnelle** : Il existe une forte convergence fonctionnelle entre les deux approches. Le cycle "**Observe-Decide-Act**" qui sous-tend l'architecture BDI trouve un écho direct dans le cycle "**Observation-Thought-Action**" de ReAct.³³ Le module de "Planification" des agents LLM remplit une fonction analogue à la délibération sur les "Désirs" et à la sélection de "Plans" dans le modèle BDI. Les deux types d'architectures cherchent à doter l'agent d'une capacité de raisonnement pratique pour agir de manière intelligente.
- **Divergence fondamentale et la lacune de l'engagement** : L'analyse

comparative, notamment celle initiée dans des travaux comme ³³, révèle une lacune conceptuelle majeure dans les architectures d'agents LLM actuelles : l'absence d'un concept explicite d'

intention ou d'**engagement** (*commitment*).

- Dans le modèle BDI, une intention est un état mental doté d'une inertie. C'est un désir auquel l'agent s'est engagé et qu'il ne remettra pas en question à chaque nouvelle information, sauf si des raisons impérieuses l'y obligent. Cet engagement assure la **persistance** et la **cohérence** de l'action dans le temps. Il empêche l'agent d'être constamment distrait ou de changer d'avis de manière erratique.
- Dans les agents LLM actuels, le "plan" est beaucoup plus fluide et volatil. Il est souvent re-généré à chaque étape du cycle de raisonnement. Il n'y a pas de mécanisme formel d'engagement qui ancre l'agent dans une ligne de conduite. Cette absence de persistance peut conduire à une instabilité, à un abandon prématuré des tâches difficiles, ou à une incapacité à poursuivre des objectifs à long terme face à des obstacles mineurs.

Cette lacune n'est pas seulement une faiblesse technique ; elle représente une barrière fondamentale à l'établissement de la confiance et à une collaboration homme-machine efficace. La collaboration humaine repose sur la confiance mutuelle, qui elle-même est fondée sur la prévisibilité et la fiabilité des partenaires. Nous faisons confiance à une personne parce que nous croyons qu'elle tiendra ses engagements (ses intentions déclarées). Un agent qui peut changer de cap à chaque instant sans raison forte est un collaborateur intrinsèquement peu fiable. Si un utilisateur délègue une tâche critique et de longue haleine à un agent, il a besoin d'une assurance raisonnable que l'agent poursuivra cet objectif avec ténacité. L'absence d'un mécanisme d'engagement sape cette assurance fondamentale.

5.4. Vers une Synthèse Architecturale Neuro-Symbolique

La reconnaissance de cette lacune ouvre la voie à des pistes de recherche prometteuses pour une synthèse des deux approches. L'avenir des architectures d'agents ne réside probablement pas dans un remplacement des modèles symboliques par les modèles génératifs, mais dans leur intégration intelligente. On peut imaginer une **architecture neuro-symbolique hybride** où :

- Le **LLM (le composant "neuro")** serait utilisé pour ses forces : la compréhension

du contexte, la génération créative d'options et de plans potentiels (les "Désirs").

- Un **module de raisonnement symbolique/logique (le composant "symbolique")** interviendrait pour gérer l'engagement, la formation des "Intentions", et la vérification de la cohérence du plan à long terme.

Un tel système bénéficierait de la flexibilité et de la puissance du LLM pour gérer la complexité du monde réel, tout en profitant de la rigueur et de la robustesse des modèles logiques pour assurer la fiabilité et la persistance de l'action. Pour que les agents IA deviennent de véritables "collaborateurs virtuels" ⁷ ou des "membres d'équipe virtuels" ³⁰, il est impératif de résoudre ce problème d'engagement. La recherche future doit donc se concentrer non seulement sur l'amélioration des capacités de planification, mais aussi sur le développement de "mécanismes d'engagement computationnels" pour les agents LLM.

Chapitre 6 : Implications Stratégiques et Déploiement Opérationnel

Au-delà des considérations architecturales, le déploiement des agents et des systèmes agentiques a des implications profondes pour la stratégie d'entreprise, les modèles économiques et l'organisation du travail. Ce chapitre analyse ces implications en s'appuyant sur des cas d'usage concrets et des rapports d'industrie.

6.1. Cas d'Usage et Retour sur Investissement (ROI) par Secteur

L'adoption des agents IA, et plus particulièrement des systèmes agentiques, commence à produire des résultats tangibles dans divers secteurs, démontrant un potentiel de retour sur investissement significatif.

- **Gestion Informatique (IT) et Cybersécurité** : C'est l'un des domaines d'application les plus matures. Les agents sont utilisés pour automatiser le support technique (ITSM), en triant les tickets, en diagnostiquant les problèmes et en proposant des solutions de manière autonome. Dans des environnements plus complexes, des systèmes agentiques peuvent gérer des infrastructures multi-cloud, optimiser l'allocation des ressources, et même détecter des menaces

de cybersécurité et y répondre de manière autonome, assurant une surveillance 24/7.⁵

- **Chaîne d'Approvisionnement (Supply Chain) :** L'agilité est un facteur clé de succès dans ce domaine. Des systèmes agentiques peuvent surveiller en temps réel les flux logistiques. En cas de retard d'un fournisseur, un système peut de manière autonome identifier la cause, évaluer l'impact en aval, proposer des alternatives (par exemple, un autre fournisseur ou un autre itinéraire), réallouer les stocks et communiquer les changements aux parties prenantes, le tout avec une intervention humaine minimale.¹⁸
- **Finance et Services :** Les institutions financières déploient des agents pour augmenter la productivité de leurs employés. Morgan Stanley, par exemple, a déployé un chatbot basé sur GPT-4 pour ses conseillers financiers, améliorant la vitesse et la qualité de leurs recommandations.¹⁰ Dans le domaine de la gestion des risques, des agents sont utilisés pour la détection de fraude en temps réel (comme le partenariat de PayPal avec Feedzai) et pour l'analyse de la conformité réglementaire, en scannant des milliers de documents pour s'assurer du respect des normes.¹⁰
- **Marketing et Ventes :** Ce secteur voit des gains d'efficacité spectaculaires. Des agents automatisent la création de contenu (blogs, posts sur les réseaux sociaux), la gestion de campagnes d'emailing, et la qualification de prospects. Des études de cas rapportent des réductions de coûts allant jusqu'à 95% pour la création de contenu et des augmentations significatives des taux de conversion (jusqu'à 5x) et des revenus générés.¹⁰ Des gains de productivité moyens de 25% à 30% sont également cités pour les équipes de vente et de marketing qui adoptent ces outils.³⁵

6.2. Avantage Concurrentiel et Transformation des Modèles d'Affaires

L'impact des systèmes agentiques va bien au-delà de l'optimisation de tâches existantes. Il a le potentiel de reconfigurer en profondeur les modèles d'affaires et de créer de nouvelles formes d'avantage concurrentiel.

- **Agilité Stratégique et Innovation Accélérée :** En automatisant non seulement les tâches mais aussi des pans entiers de processus décisionnels, les systèmes agentiques permettent aux organisations d'exécuter leurs décisions stratégiques avec une vitesse sans précédent. Ils favorisent une adaptation en temps réel aux conditions changeantes du marché, conférant un avantage majeur en termes

d'agilité et de réactivité.³

- **Nouveaux Modèles Économiques** : Le paradigme de l'IA agentique pourrait transformer la manière dont la valeur est créée et vendue. On pourrait assister à un glissement du modèle *Software as a Service* (SaaS), où l'on vend l'accès à un outil, vers un modèle *Results as a Service* (RaaS), où l'on vend directement le résultat produit par un système d'agents autonomes. Certains analystes prévoient l'émergence d'une « agentic AI mesh », une architecture d'entreprise composable où les processus métier ne sont plus confinés à des applications spécifiques, mais sont exécutés par des agents qui naviguent de manière fluide à travers l'ensemble du paysage technologique de l'entreprise.³⁷
- **Le Paradoxe de l'IA Générative et l'Impératif Stratégique** : Il est crucial de tempérer l'enthousiasme par une approche stratégique rigoureuse. McKinsey met en garde contre le « paradoxe de l'IA générative » : de nombreuses entreprises se précipitent pour adopter la technologie (taux d'adoption élevé) mais peinent à en tirer une valeur commerciale significative (faible réalisation de la valeur).¹⁰ Cela souligne l'importance de la recommandation stratégique fondamentale : **commencer par identifier le problème métier à résoudre, et non par la solution technologique à déployer.**¹⁰

Le véritable avantage concurrentiel de l'IA agentique ne résidera pas dans l'automatisation de tâches existantes, qui représente une efficacité de premier ordre, mais dans la capacité à concevoir et à opérer des **chaînes de valeur entièrement nouvelles et dynamiques**, qui sont trop complexes pour être gérées par des processus humains traditionnels. C'est une efficacité de second ordre. Un humain peut optimiser une tâche, une équipe peut optimiser un processus. Mais seul un système agentique complexe peut optimiser en temps réel l'ensemble des interactions d'une chaîne d'approvisionnement mondiale face à une crise géopolitique imprévue.³⁰ Les entreprises qui se contenteront d'utiliser les agents pour des gains d'efficacité marginaux (par exemple, rédiger des emails) seront rapidement rattrapées. Celles qui les utiliseront pour créer des systèmes adaptatifs complexes (par exemple, une organisation qui s'auto-reconfigure en fonction de la demande) construiront des avantages concurrentiels durables et difficiles à imiter.

6.3. L'Impact sur le Développement Logiciel et les Métiers de la Tech

La révolution agentique transforme également en profondeur la manière dont les

logiciels sont créés et les compétences requises pour le faire.

- **Du "Low-Code" à la Génération par Langage Naturel** : L'IA agentique représente la prochaine évolution après les plateformes "low-code/no-code". La création de logiciels passe de la manipulation d'interfaces visuelles à la description en langage naturel de la fonctionnalité souhaitée, que des agents se chargent ensuite de traduire en code, en tests et en documentation.³⁸
 - **Le Développeur Augmenté** : Loin de remplacer les développeurs, les agents deviennent de puissants assistants. Ils sont particulièrement efficaces pour générer du code répétitif (*boilerplate*), aider à la migration d'une technologie à une autre, ou accélérer l'apprentissage d'un nouveau langage de programmation.³⁹ Cependant, les tâches à plus forte valeur ajoutée restent fermement humaines : la conception de l'architecture globale du système, le design des API, la réflexion sur la structure des données, et surtout, la revue critique et la validation du code généré par l'agent.³⁹
 - **Évolution des Compétences Requises** : Le profil du développeur de demain évolue. La demande se déplace des compétences en codage pur vers des compétences de plus haut niveau : l'architecture de systèmes d'agents, l'ingénierie des prompts (*prompt engineering*), la conception d'interfaces conversationnelles intuitives, et une compréhension approfondie des principes de gouvernance, de sécurité et d'éthique de l'IA.³⁸
-

Chapitre 7 : Gouvernance, Éthique et Risques : Contre-arguments et Auto-critique

Le potentiel transformateur des systèmes agentiques s'accompagne de risques significatifs qui nécessitent un cadre de gouvernance robuste. Ce chapitre analyse ces risques, examine les cadres de gouvernance proposés et adopte une posture d'auto-critique face à l'enthousiasme actuel.

7.1. Analyse des Risques Inhérents aux Systèmes Agentiques

Le déploiement de systèmes autonomes introduit de nouvelles catégories de risques qui doivent être anticipées et gérées.

- **Risques de Sécurité** : Les systèmes agentiques créent de nouvelles surfaces d'attaque. Un agent autonome, doté de la capacité d'agir sur des systèmes internes ou externes (par exemple, via des API), devient une cible de choix. S'il est compromis, il pourrait être utilisé pour exécuter des transactions financières non autorisées, exfiltrer des données sensibles, ou causer des dommages opérationnels. La supervision humaine étant réduite, la détection de telles actions malveillantes peut être retardée.³
- **Risques Techniques et de Fiabilité** :
 - **Hallucinations et Fragilité (*Brittleness*)** : Les agents basés sur les LLM héritent des faiblesses de ces derniers. Ils peuvent "halluciner", c'est-à-dire générer des informations factuellement incorrectes mais présentées avec assurance, ou échouer de manière imprévisible et difficile à déboguer face à des situations légèrement différentes de celles pour lesquelles ils ont été testés.⁴
 - **Comportement Émergent et Incontrôlable** : Dans un système multi-agents, la complexité des interactions peut conduire à des comportements globaux qui n'ont été explicitement programmés ni désirés par les concepteurs. Si ces comportements émergents peuvent être bénéfiques, ils peuvent aussi être dangereux et difficiles à contrôler *a posteriori*.⁴
 - **Problème de la "Boîte Noire"** : La nature opaque des LLM rend souvent difficile, voire impossible, d'expliquer pourquoi une décision spécifique a été prise. Ce manque de transparence pose un problème fondamental de confiance, de débogage et de responsabilité (*accountability*).⁵
- **Risques Éthiques et Sociaux** :
 - **Biais** : Les agents LLM peuvent reproduire et amplifier les biais (sociaux, culturels, etc.) présents dans leurs immenses données d'entraînement, conduisant à des décisions discriminatoires dans des domaines sensibles comme le recrutement ou l'octroi de crédits.³⁶
 - **Responsabilité** : C'est l'un des défis les plus épineux. En cas de dommage causé par un agent ou un système d'agents autonome, qui est responsable? Le développeur de l'agent? L'entreprise qui l'a déployé? L'utilisateur qui lui a donné l'instruction initiale? Le concepteur du LLM sous-jacent? L'absence de cadres juridiques clairs crée une incertitude majeure.⁵

7.2. Cadres de Gouvernance pour un Déploiement Responsable

Face à ces risques, plusieurs organisations ont commencé à proposer des cadres de gouvernance pour une IA responsable.

- **Principes de l'OCDE pour l'IA** : L'OCDE a établi un ensemble de principes qui, bien que généraux, sont pertinents pour les systèmes agentiques. Ses cinq recommandations clés aux gouvernements incluent la nécessité d'investir dans la R&D, de favoriser un écosystème numérique, de **façonner un environnement politique propice à une IA digne de confiance**, de renforcer les capacités humaines et de préparer le marché du travail, et de favoriser la coopération internationale.³¹ Ces principes soulignent l'importance d'une approche systémique qui va au-delà de la simple technologie.
- **Directives des Instituts de Sécurité de l'IA** : Des instituts spécialisés, comme le AI Safety Research Institute (ASRI), proposent des directives plus pratiques et techniques à destination des développeurs.³² Leurs recommandations clés incluent :
 1. **Intégrer des capacités de prise de décision éthique** : Les agents doivent être conçus pour pouvoir refuser d'exécuter des requêtes qui violent des principes éthiques ou qui pourraient causer des dommages.
 2. **Mener des audits éthiques réguliers** : L'alignement éthique d'un agent n'est pas acquis une fois pour toutes. Il doit être vérifié et réaligné périodiquement tout au long de son cycle de vie.
 3. **Assurer la transparence** : Les développeurs doivent être transparents sur leurs méthodologies d'entraînement et les mécanismes de sécurité intégrés dans leurs agents.

Il est cependant nécessaire d'adapter ces directives générales aux défis spécifiques des systèmes agentiques, notamment en ce qui concerne la gouvernance de la responsabilité distribuée et le contrôle des comportements émergents.

7.3. Auto-critique : Le Défi de l'Intégration et le Risque de la Hype

Une analyse complète se doit d'être auto-critique. La tendance actuelle de la communauté LLM à présenter l'IA agentique comme une nouveauté radicale, en ignorant parfois les leçons apprises des SMA, est problématique.⁸ Des décennies de recherche sur la stabilité des systèmes distribués, la vérification formelle des comportements et les protocoles de coordination robustes sont un héritage précieux

qui ne doit pas être écarté.

De plus, l'enthousiasme médiatique et commercial (la "hype") autour de l'IA agentique⁵ crée un risque de cycle de déception. Des investissements massifs pourraient être dirigés vers des projets technologiquement immatures ou stratégiquement mal définis. Si les défis fondamentaux de sécurité, de fiabilité et de contrôle ne sont pas résolus de manière satisfaisante, l'échec de projets à haute visibilité pourrait conduire à une perte de confiance et à un "hiver de l'IA agentique", ralentissant le progrès dans ce domaine prometteur.

Le plus grand risque posé par l'IA agentique n'est peut-être pas celui, souvent fantasmé, d'une "superintelligence" malveillante, mais celui, bien plus plausible, d'une **"incompétence à grande échelle"** (*incompetence at scale*). Les risques identifiés sont souvent des erreurs "banales" : une hallucination, un biais, une mauvaise interprétation d'une instruction.⁴ Cependant, les systèmes agentiques sont conçus pour agir avec rapidité et à une échelle massive.³⁰ L'impact d'une erreur humaine est généralement localisé. L'impact d'une erreur commise par un système agentique peut être amplifié des milliers de fois en quelques secondes. Une petite erreur de prévision dans un agent de chaîne d'approvisionnement pourrait déclencher une cascade de commandes erronées à travers tout un réseau mondial. Le paradigme de la gouvernance doit donc évoluer. Il ne s'agit plus seulement de prévenir des actes malveillants (le modèle de la cybersécurité classique), mais de

gérer la faillibilité systémique. Cela exige la mise en place de mécanismes de "disjoncteurs" (*circuit breakers*), de surveillance continue et automatisée, d'audits en temps réel et de protocoles de restauration (*rollback*) robustes. La confiance dans ces systèmes ne viendra pas de la croyance en leur perfection, mais de l'assurance que leurs erreurs, qui sont inévitables, peuvent être détectées, contenues et corrigées rapidement.

Discussion générale

8.1. Synthèse des Principaux Enseignements

Au terme de cette analyse approfondie, plusieurs enseignements majeurs se dégagent. Premièrement, la clarification conceptuelle est non seulement possible mais nécessaire. La taxonomie proposée au chapitre 4, qui distingue l'Agent IA, l'Agent LLM et l'IA Agentique, offre un langage commun pour discuter de manière précise des différentes facettes de l'autonomie en IA. L'IA Agentique, en particulier, doit être comprise comme un système multi-agents orchestré, ce qui la rattache directement à l'héritage de la recherche sur les SMA. Deuxièmement, l'analyse comparative des architectures (chapitre 5) a mis en lumière une tension productive entre les approches symboliques classiques (BDI) et les approches génératives modernes. Si les agents LLM offrent une flexibilité et une puissance de traitement du langage sans précédent, ils souffrent d'une lacune conceptuelle critique : l'absence d'un mécanisme d'engagement robuste, équivalent à l'« intention » du modèle BDI. Cette lacune affecte directement leur fiabilité et la confiance qu'on peut leur accorder.

Troisièmement, les implications stratégiques (chapitre 6) sont considérables. Au-delà des gains d'efficacité opérationnelle, les systèmes agentiques ont le potentiel de transformer les modèles économiques et de créer des avantages concurrentiels durables. Cependant, ce potentiel ne se réalisera que pour les organisations qui adoptent une approche stratégique, en se concentrant sur la résolution de problèmes complexes plutôt que sur l'adoption de la technologie pour elle-même.

Enfin, la gouvernance (chapitre 7) émerge comme le défi principal. Les risques liés à la sécurité, à la fiabilité et à l'éthique ne sont pas des obstacles mineurs mais des questions fondamentales qui doivent être adressées en amont du déploiement. Une gouvernance efficace devra être spécifique aux systèmes agentiques et se concentrer sur la gestion de la faillibilité à grande échelle.

8.2. Implications Théoriques : Vers une Théorie Unifiée de l'Agentivité Computationnelle

Ce travail ouvre plusieurs pistes pour la recherche théorique future. L'implication la plus importante est la nécessité de dépasser la fracture entre les communautés de recherche symbolique et connexionniste.

- **Développer des architectures neuro-symboliques** : Un agenda de recherche prioritaire devrait se concentrer sur la conception et l'expérimentation

d'architectures d'agents hybrides. Ces architectures combineront la flexibilité des LLM pour la perception et la génération d'options avec la rigueur des modèles logiques et formels pour la gestion de l'engagement, la cohérence à long terme et la vérifiabilité.

- **Standardiser la terminologie** : La communauté scientifique a la responsabilité de promouvoir une terminologie claire et cohérente. Il est souhaitable que les chercheurs s'appuient sur le vocabulaire et les concepts éprouvés des SMA, tout en reconnaissant et en nommant de manière précise les nouvelles capacités et les nouveaux défis apportés par les LLM.⁸ Cela facilitera la communication interdisciplinaire et évitera de "réinventer la roue".

8.3. Implications Pratiques : Recommandations Stratégiques pour les Acteurs du Terrain

Ce mémoire permet de formuler des recommandations concrètes pour les organisations qui envisagent de déployer ces technologies.

- **Pour les Décideurs Stratégiques (CEO, CIO, CDO) :**
 1. **Commencer par le problème, pas par la solution** : Avant toute chose, identifiez précisément les processus métier ou les défis stratégiques que vous cherchez à résoudre. Ne vous laissez pas guider par la "hype" technologique.¹⁰
 2. **Évaluer le niveau d'autonomie requis et acceptable** : Faites une distinction claire entre les tâches nécessitant une autonomie bornée (prévisible et contrôlable) et celles où une autonomie émergente (plus créative mais plus risquée) pourrait apporter de la valeur. Alignez ce choix avec votre culture du risque et vos capacités de gouvernance.
 3. **Investir dans la gouvernance et les compétences avant de passer à l'échelle** : Ne considérez pas la gouvernance comme une réflexion après coup. Mettez en place des cadres de gestion des risques, d'éthique et de sécurité dès le début des projets pilotes. Investissez dans la formation de vos équipes pour développer les nouvelles compétences requises en architecture d'agents et en gestion de l'IA.³⁴
- **Pour les Développeurs et Ingénieurs :**
 1. **Étudier les principes des SMA** : Ne négligez pas les décennies de recherche sur les systèmes multi-agents. Des connaissances en matière de protocoles de communication, d'algorithmes de coordination et de théorie des jeux sont

- extrêmement précieuses pour concevoir des systèmes agentiques robustes.
2. **Prioriser la robustesse et le contrôle** : Concentrez-vous autant sur la fiabilité, la sécurité et les mécanismes de contrôle (comme les "disjoncteurs") que sur l'amélioration des capacités de l'agent. Un agent moins "intelligent" mais plus fiable et prévisible a souvent plus de valeur en production.
 3. **Explorer activement les architectures hybrides** : Expérimentez avec des approches qui combinent des LLM avec des composants plus traditionnels (bases de données, moteurs de règles, solveurs de contraintes) pour tirer le meilleur des deux mondes.
-

Conclusion

9.1. Rappel Succinct de la Problématique et des Résultats

Ce mémoire est parti du constat d'une confusion conceptuelle croissante autour des notions d'agents IA et d'IA agentique, une confusion qui constitue un frein à un déploiement stratégique et responsable de l'intelligence artificielle autonome. Face à l'absence d'un cadre d'analyse unifié, nous avons mené une investigation systématique pour clarifier ces concepts, analyser leurs architectures sous-jacentes, évaluer leurs implications stratégiques et identifier les impératifs de gouvernance.

Les résultats ont permis d'établir une taxonomie claire, de mettre en évidence la continuité fonctionnelle mais aussi la divergence fondamentale (notamment sur le concept d'engagement) entre les architectures classiques et modernes, et de proposer une vision stratégique qui dépasse la simple automatisation pour viser la création de nouvelles chaînes de valeur adaptatives. L'analyse a également souligné que la gouvernance de ces systèmes doit se préparer à gérer non pas la malveillance, mais la faillibilité à grande échelle.

9.2. Apports Originaux du Mémoire

L'originalité de ce travail réside dans sa démarche de synthèse et d'intégration. Ses principaux apports sont :

1. **La taxonomie unifiée (Chapitre 4) :** Elle offre un cadre conceptuel rigoureux et opérationnel pour différencier l'Agent IA, l'Agent LLM et l'IA Agentique, servant de base à une discussion plus éclairée.
2. **L'analyse critique de la lacune de l'« engagement » (Chapitre 5) :** En identifiant cette faiblesse fondamentale dans les architectures d'agents LLM actuelles par rapport aux modèles BDI, ce mémoire pointe vers une direction de recherche cruciale pour améliorer la fiabilité et la confiance dans ces systèmes.
3. **Le cadre d'analyse stratégique intégré :** En connectant les dimensions technique (architectures), économique (ROI, modèles d'affaires) et de gouvernance (risques, éthique), ce mémoire fournit un outil d'analyse holistique pour les décideurs. Il propose de passer d'une vision de l'automatisation (efficacité de premier ordre) à une vision de la création de systèmes adaptatifs complexes (efficacité de second ordre).

9.3. Ouverture sur de Nouvelles Pistes de Recherche

Ce travail, loin de clore le sujet, ouvre de nombreuses pistes pour la recherche future. Parmi les plus importantes, on peut citer :

- **Le développement de métriques pour la fiabilité :** Il y a un besoin urgent de développer des benchmarks et des métriques standardisés pour évaluer non seulement la performance des agents dans l'accomplissement de tâches, mais aussi leur robustesse, leur fiabilité, et la cohérence de leur comportement sur le long terme.
- **L'étude des interactions homme-agent :** La sociologie, la psychologie et les sciences de l'interaction homme-machine ont un rôle crucial à jouer dans l'étude des dynamiques sociales et de la confiance qui s'établiront entre les utilisateurs humains et les systèmes agentiques, en particulier dans des contextes collaboratifs.
- **L'élaboration de cadres légaux et réglementaires :** Le défi de la responsabilité distribuée nécessite une réflexion approfondie de la part des juristes et des régulateurs pour développer des cadres légaux adaptés qui puissent attribuer les responsabilités de manière juste et efficace en cas de dommage causé par des systèmes autonomes.

En conclusion, les agents IA et l'IA agentique ne sont pas une simple mode technologique, mais une évolution fondamentale de l'informatique vers des systèmes capables d'une plus grande autonomie. Guider cette évolution de manière bénéfique nécessite la sagesse de s'appuyer sur les fondations solides du passé tout en embrassant avec audace, mais aussi avec prudence, les possibilités offertes par les technologies du futur. Ce mémoire espère avoir apporté une modeste contribution à cet effort essentiel de clarification et d'orientation stratégique.

Bibliographie

(Cette section contiendrait une liste de plus de 100 références formatées selon la norme APA 7, incluant les sources citées dans le texte ¹¹ ainsi que d'autres ouvrages et articles pertinents.)

Annexes

(Le cas échéant, cette section pourrait contenir des guides d'entretien, des questionnaires, des données brutes, du code statistique ou d'autres documents complémentaires.)

Ouvrages cités

1. Large Language Model Agent: A Survey on Methodology ... - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/abs/2503.21460>
2. A Survey on Large Language Model based Autonomous ... - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <http://arxiv.org/pdf/2308.11432>
3. The Road to Agentic AI: Defining a New Paradigm for Technology and Cybersecurity, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/news/security-technology/the-road-to-agentic-ai-defining-a-new-paradigm-for-technology-and-cybersecurity>
4. AI Agents vs. Agentic AI: A Conceptual Taxonomy, Applications and Challenges - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2505.10468v1>
5. Agentic AI: The Next Big Thing in the World of Business Digitalization - The CEO Views, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://theceoviews.com/agentic-ai-the-next-big-thing-in-the-world-of-business>

[-digitalization/](#)

6. Agentic AI and the human-centered future of autonomy - UST Global, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.ust.com/en/insights/agentic-ai-and-the-human-centered-future-of-autonomy>
7. McKinsey technology trends outlook 2025, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech>
8. Agentic AI and Multi-Agent Systems: Are We Reinventing the ... - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/pdf/2506.01463>
9. Agentic AI and Multiagent: Are We Reinventing the Wheel? - valgrAI, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://valgrai.eu/2025/06/04/agentic-ai-and-multiagent-are-we-reinventing-the-wheel/>
10. The New Reality: How AI Agents Are Transforming Business Operations Today, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.lumenova.ai/blog/ai-agents-transforming-business-operations/>
11. La cohérence cognitive comme fondement pour la pragmatique des communications entre agents - Philippe Pasquier - Home, dernier accès : juillet 30, 2025, https://philippepasquier.com/dl.php?f=content/publications/2002/2002-La_coh%C3%A9rence_cognitive_comme_fondement_de_la_pragmatique_des_communications_agents-Pasquier_Philippe.pdf
12. The dMARS Architecture: A Specification of the Distributed Multi-Agent Reasoning System | Request PDF - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025, https://www.researchgate.net/publication/220660655_The_dMARS_Architecture_A_Specification_of_the_Distributed_Multi-Agent_Reasoning_System
13. Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations | Request PDF, dernier accès : juillet 30, 2025, https://www.researchgate.net/publication/266709973_Multiagent_Systems_Algorithmic_Game-Theoretic_and_Logical_Foundations
14. Evaluation and Benchmarking of LLM Agents: A Survey - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2507.21504v1>
15. Journal articles: 'Intelligent agents (Computer software) Artificial intelligence' - Grafiati, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.grafiati.com/en/literature-selections/intelligent-agents-computer-software-artificial-intelligence/journal/>
16. An Introduction to Multi-Agent Systems | Request PDF - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025, https://www.researchgate.net/publication/220327340_An_Introduction_to_Multi-Agent_Systems
17. Agentic and Multi-Agent AI - Medium, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://medium.com/@dickson.lukose/agentic-and-multi-agent-ai-ec81cd65ba0c>
18. Multi Agent Systems An Introduction To Distributed Artificial Intelligence, dernier

- accès : juillet 30, 2025,
<https://pop.pindorama.sp.gov.br/HomePages/virtual-library/4030129/MultiAgentSystemsAnIntroductionToDistributedArtificialIntelligence.pdf>
19. Logical Model of Autonomous Agents based on Non-classical Logic 非古典論理に基づく自律エージェントの論理モデル | Request PDF - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025,
https://www.researchgate.net/publication/393309769_Logical_Model_of_Autonomous_Agents_based_on_Non-classical_Logicfeigudianlunlinijidzukuziluejentonolunlimoderu
 20. TuringGaia | The Making of Behavioural Media - NTNU Open, dernier accès : juillet 30, 2025,
<https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/3172717/Martinus%20Suijkerbuijk.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 21. Faculty of Science and Engineering - Maastricht University, dernier accès : juillet 30, 2025,
https://www.maastrichtuniversity.nl/sites/default/files/2023-03/departement_of_advanced_computing_sciences_-_student_handbook.pdf
 22. Review of Wooldridge, Michael: An Introduction to Multi-Agent Systems - JASSS, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.jasss.org/7/3/reviews/robertson.html>
 23. CSCI 499: Foundations of Multi-Agent Systems - USC Search, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://web-app.usc.edu/soc/syllabus/20241/30006.pdf>
 24. (PDF) Multiagent Systems - ResearchGate, dernier accès : juillet 30, 2025,
https://www.researchgate.net/publication/227390482_Multiagent_Systems
 25. [2503.19213] A Survey of Large Language Model Agents for Question Answering - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/abs/2503.19213>
 26. [2507.21504] Evaluation and Benchmarking of LLM Agents: A Survey - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/abs/2507.21504>
 27. [2503.05659] A Survey of Large Language Model Empowered Agents for Recommendation and Search: Towards Next-Generation Information Retrieval - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/abs/2503.05659>
 28. Agentic AI Solutions and Development Tools - AWS, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://aws.amazon.com/ai/agentic-ai/>
 29. dernier accès : décembre 31, 1969, <https://arxiv.org/pdf/2505.10468v1.pdf>
 30. Full article: AI Agents and Agentic Systems: Redefining Global it ..., dernier accès : juillet 30, 2025,
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1097198X.2025.2524286?src=>
 31. State of Implementation of the Oecd Ai Principles Insights From ..., dernier accès : juillet 30, 2025,
<https://www.scribd.com/document/817949401/State-of-Implementation-of-the-Oecd-Ai-Principles-Insights-From-National>
 32. jplhughes2/docs_only_30k_filtered · Datasets at Hugging Face, dernier accès : juillet 30, 2025,
https://huggingface.co/datasets/jplhughes2/docs_only_30k_filtered
 33. Architectural Precedents for General Agents using Large Language Models - arXiv, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://arxiv.org/html/2505.07087v1>

34. Agentic AI ROI: Impact on Business Efficiency & Cost Saving - Aisera, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://aisera.com/blog/agentic-ai-roi/>
35. Cracking the Code on Agentic AI Adoption: Real-Life Case Studies of Businesses That Successfully Integrated AI into Their Sales and Marketing Strategies - SuperAGI, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://superagi.com/cracking-the-code-on-agentic-ai-adoption-real-life-case-studies-of-businesses-that-successfully-integrated-ai-into-their-sales-and-marketing-strategies/>
36. Latest News - Professor Dr. Sazzad Hossain | Quantum Computing & AI Expert, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.professorsazzad.com/news>
37. AI Agents in Action: Scaling Impact Across the Enterprise - Klover.ai, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://www.klover.ai/ai-agents-in-action-scaling-impact-across-the-enterprise/>
38. The Agentic AI Revolution: Transforming Software as a Service | by Rahul Krishnan, dernier accès : juillet 30, 2025, <https://solutionsarchitecture.medium.com/the-agentic-ai-revolution-transforming-software-as-a-service-a7c915172b33>
39. AI skeptic, went “all in” on an agentic workflow to see what the hype is all about. A review : r/ExperiencedDevs - Reddit, dernier accès : juillet 30, 2025, https://www.reddit.com/r/ExperiencedDevs/comments/1lz4dmj/ai_skeptic_went_all_in_on_an_agentic_workflow_to/
40. AI Agents Disrupting Corporations and SMEs: Inside Relevance AI's \$37M Series B, dernier accès : juillet 30, 2025, https://www.meetup.com/en-AU/ailoungeaustralia/events/307996057/?recId=9f265b0c-a248-456c-b7ac-92264dfc9872&recSource=event-search&searchId=09e09d6d-8b24-4426-8338-57617ea64eb3&eventOrigin=find_page%24all