

AGENTONOMICS

L'économie des agents IA

Manuel sur le développement et le pilotage
d'agents IA fonctionnant selon des principes économiques

Prof. Dr Alois C. Knoll · Dr Hanns C. Suckfüll

Chaire de robotique, d'intelligence artificielle et de systèmes en temps réel
École de calcul, d'information et de technologie de l'Université technique de Munich (TUM)

1re édition 2026 · Semestre d'hiver 2025/26

Avant-propos des auteurs

Ce manuel accompagne le cours « Agents IA en gestion d'entreprise – Agentic AI in Business Administration », proposé pour la première fois au semestre d'hiver 2025/26 à l'Université technique de Munich. Il associe deux traditions de savoir qui sont rarement abordées conjointement dans l'enseignement de la gestion d'entreprise : la théorie holistique et systémique du management, telle qu'elle a notamment été façonnée par le modèle de management de Saint-Gall, et l'informatique des agents logiciels autonomes et capables d'apprentissage.

Cette association n'est pas une fin en soi sur le plan académique. La réalité économique évolue actuellement à un rythme qui dépasse les capacités du répertoire classique de la théorie du management. Les modèles linguistiques génératifs et les agents dotés de capacités opérationnelles font leur entrée dans des domaines d'activité qui étaient jusqu'à présent considérés comme proprement humains. Travail intellectuel, préparation des décisions, conduite des négociations, communication avec la clientèle : partout, des systèmes apparaissent qui ne sont plus seulement des outils, mais agissent en tant qu'acteurs. L'objet d'étude de la gestion d'entreprise lui-même s'en trouve ainsi modifié.

Avec AGENTONOMICS, nous proposons un cadre de référence qui considère systématiquement les agents IA comme des sujets économiques et les intègre dans une architecture de gestion issue historiquement du concept saint-gallois de gestion intégrée (Bleicher 2011) et élargie pour répondre aux exigences spécifiques des réseaux d'agents polycentriques (Suckfüll 1994). L'algorithme sous-jacent – l'algorithme AGENTONOMICS – ainsi que sa première application, le « Doz. Dr. AGENTONOMICS », sont conçus comme un produit minimum viable : ils sont destinés à s'améliorer de manière itérative grâce à des cas d'application concrets.

Ce manuel poursuit un double objectif. Premièrement, il vise à fournir aux étudiants un ensemble de concepts précis, ancrés dans la littérature de gestion établie. Deuxièmement, il vise à permettre aux lectrices et lecteurs, à l'issue de leur lecture, de concevoir eux-mêmes et de mettre en œuvre techniquement des agents d'IA capables d'apporter des réponses fondées à des problématiques de gestion d'entreprise selon le modèle de Saint-Gall. C'est pourquoi le manuel se termine par un guide détaillé et applicable dans la pratique sur la construction d'agents (chapitre 14).

Nous remercions les étudiants et collègues qui, par leurs questions critiques, ont contribué à affiner notre argumentation, ainsi que les partenaires du projet issus de l'industrie et du monde universitaire, dont les connaissances pratiques ont façonné les études de cas présentées dans ce manuel.

Munich, au cours du semestre d'hiver 2025/26

Alois C. Knoll et Hanns C. Suckfüll

Table des matières

Avant-propos des auteurs.....	2
1 Les agents IA en gestion d'entreprise – Introduction et motivation.....	5
1.1 Les trois axes du cours	5
1.2 Public cible et approche didactique.....	6
1.3 Méta-compétences normatives dans un monde du travail marqué par l'IA	7
1.4 L'algorithme AGENTONOMICS en tant qu'expérience didactique	8
1.5 Structure du manuel	8
2 Le modèle de gestion de Saint-Gall comme fondement théorique	11
2.1 Les origines : la théorie de l'entreprise orientée système de Hans Ulrich	11
2.2 La deuxième génération : le concept de gestion intégrée de Bleicher.....	12
2.3 La quatrième génération : Rüegg-Stürm et Grand	13
2.4 Éléments complémentaires : pensée en réseau, organisation apprenante, cybernétique	15
2.5 Ce qui reste, ce qui doit être développé.....	15
3 L'émergence de l'AGENTONOMICS – Contexte historique et économique	18
3.1 Trois économies : l'information, les données, les compétences.....	18
3.2 Symptômes du changement dans l'économie réelle.....	20
3.3 La question de la souveraineté : de la souveraineté des données à la souveraineté des capacités	20
3.4 Du débat sur la fiducie des données à l'AGENTONOMICS	22
3.5 IA polycentrique vs IA générale (AGI) – la distinction stratégique.....	22
3.6 Les agents IA en tant que nouvelle catégorie d'acteurs économiques	23
3.7 Classification de l'AGENTONOMICS dans le cadre de la théorie scientifique.....	23
4 Le cadre de référence AGENTONOMICS pour la conception et la gestion (ADMRF)	27
4.1 Objectifs et contexte théorique.....	27
4.2 Le test de Turing de deuxième génération comme objectif.....	27
4.3 Domaines d'application : « greenfield » et « brownfield »	28
4.4 Aperçu des six modules.....	28
4.5 Comment les modules s'articulent entre eux.....	30
4.6 La matrice AGENTONOMICS en tant qu'outil de pilotage synthétique	31
4.7 Première application : « Doz. Dr. AGENTONOMICS »	32
5 Module 1 : le cadre de définition AGENTONOMICS	33
5.1 Fonction du cadre de définition	33
5.2 Paramètre 1 : autonomie et souveraineté.....	33
5.3 Paramètre 2 : Exigences en matière de capacités et de compétences	35
5.4 Paramètre 3 : Régulation et autorégulation	35
5.5 Paramètre 4 : identité, éthique et personnalité.....	36
5.6 Paramètre 5 : modèle d'IA et incarnation.....	37
5.7 Paramètre 6 : Apprentissage et enseignement – Le méta-agent	38
5.8 Contrôle de cohérence et perspective du conseil d'administration	39
6 Module 2 : Les cinq éléments constitutifs d'un agent AGENTONOMICS.....	41
6.1 Aperçu des cinq éléments constitutifs	41
6.2 Élément constitutif n° 1 : l'algorithme de l'agent	41
6.3 Élément constitutif n° 2 : l'interface de l'agent	43
6.4 Élément constitutif n° 3 : le modèle d'IA.....	44
6.5 Élément constitutif n° 4 : outils et vecteurs.....	45
6.6 Composant 5 : l'intermédiaire de l'écosystème	46
6.7 L'interaction des modules tout au long du cycle de vie.....	47
7 Module 3 : L'intermédiaire de réseau	49
7.1 Pourquoi un intermédiaire est-il nécessaire ?.....	49
7.2 L'analogie avec la gestion immobilière	50
7.3 Les fonctions de l'intermédiaire	51
7.4 Gouvernance de l'intermédiaire.....	52

7.5 Comparaison entre les styles de gouvernance allemand et anglo-saxon	53
8 Module 4 : Le concept de gestion « AI-CEO ».....	55
8.1 Le modèle de gestion de Saint-Gall à l'ère des agents IA.....	55
8.2 Les cinq axes d'organisation de l'AI-CEO	56
8.3 Ce que l'AI-CEO accomplit concrètement.....	58
8.4 Les niveaux de développement de l'AI-CEO.....	59
8.5 Application : comment communiquer avec l'AI-CEO ?	60
8.6 Quand le PDG IA dit « non »	62
8.7 Le PDG IA, passerelle vers la logique PuK	63
9 Module 5 : L'outil PuK.....	64
9.1 L'outil PuK dans la tradition de Hahn et Hungenberg	64
9.2 La matrice AGENTONOMICS comme artefact central	65
9.3 Bilan et compte de résultat de l'agent	66
9.4 CAPEX et OPEX – le profil des coûts d'investissement et d'exploitation	67
9.5 Routines de pilotage tout au long du cycle de vie	68
9.6 Le lien entre la fonction de directeur financier (CFO) et le PDG IA (AI-CEO).....	69
10 Module 6 : Le communicateur avec les parties prenantes.....	71
10.1 Les parties prenantes selon l'approche de Saint-Gall.....	71
10.2 La méthodologie de présentation selon Kawasaki	72
10.3 Du PuK au pitch : la mise en œuvre opérationnelle	72
10.4 La communication de crise comme test de résistance du module.....	73
10.5 Communication interne et externe : trouver le juste équilibre	74
11 Théorie de la croissance de l'économie des agents IA.....	75
11.1 Le multiplicateur de coopération.....	75
11.2 Approche par triades : trois formes de croissance.....	76
11.3 Les organisations en réseau polycentriques, moteurs de la croissance	77
11.4 Innovation et renouvellement au sein du réseau.....	77
12 Approches économiques : l'adolescence de l'IA	79
12.1 L'adolescence de l'IA.....	79
12.2 Une croissance de 20 % : causes et conséquences	79
12.3 Prévisions pessimistes : un taux de chômage structurel de 20 % – sources et conséquences ...	80
12.4 Questions de répartition : qui en profite ?	81
12.5 Pistes de solution.....	81
12.6 La position spécifiquement européenne	82
13 Souveraineté : de la souveraineté des données à la souveraineté des compétences	84
13.1 Le statu quo aberrant	84
13.2 La prochaine étape : la souveraineté des compétences	85
13.3 L'analogie avec Volkswagen.....	86
13.4 Comparaison des approches européennes, américaines et asiatiques.....	87
13.5 L'infrastructure de l'IA en tant que service d'intérêt général	88
13.6 La loi européenne sur l'IA comme cadre	89
14 Construire l'agent AGENTONOMICS : un guide pratique	91
14.1 Aperçu de l'architecture du système	91
14.2 Constitution de la base de connaissances : la bibliothèque de Saint-Gall	92
14.3 La prompt du système : personnalité et valeurs	93
14.4 Exemples de dialogues : à quoi ressemble une interaction ?.....	94
14.5 Évaluation : comment déterminer si l'agent est performant ?.....	96
14.6 Étapes de développement : du tuteur au PDG IA	97
14.7 Dix recommandations pratiques pour la création d'agents	99
15 Glossaire.....	101
Postface.....	107

1 Les agents IA en gestion d'entreprise – Introduction et motivation

Alors que, pendant des décennies, la recherche et l'enseignement en gestion d'entreprise ont principalement considéré les organisations, les marchés et les acteurs humains comme leurs objets d'étude, l'émergence des systèmes d'IA autonomes fait apparaître de nouveaux acteurs : les agents IA, qui n'ont plus seulement un rôle d'assistance, mais agissent de manière de plus en plus autonome, adaptative et ciblée. Cette évolution exige un élargissement fondamental de l'appareil conceptuel de la gestion d'entreprise – et non son remplacement complet. Le cours « Les agents IA en gestion d'entreprise » et le présent manuel s'inscrivent précisément dans cette démarche.

On constate que les modèles de gestion classiques (Ulrich 1968 ; Bleicher 2011 ; Rüegg-Stürm et Grand 2020) continuent certes de fournir des bases solides, mais perdent de leur pouvoir explicatif dès lors que des systèmes d'IA autonomes, capables d'apprentissage et agissant de manière économique sont intégrés dans les processus de création de valeur. La question centrale de ce manuel est donc la suivante :

Question centrale

Comment concevoir, organiser et piloter les agents d'IA d'un point de vue économique lorsqu'ils agissent en tant qu'acteurs économiques autonomes – et quelles en sont les conséquences pour l'architecture des modèles de gestion holistiques ?

Cette question centrale constitue le point de départ du modèle de gestion AGENTONOMICS, développé dans le cadre du cours et présenté ci-après étape par étape. Son nom, dérivé des termes « agent » et « économie », traduit la volonté de considérer les agents d'IA non pas comme des artefacts techniques isolés, mais comme des éléments constitutifs d'un ordre économique autonome.

AGENTONOMICS se présente comme un modèle de gestion de pointe qui, grâce à l'algorithme AGENTONOMICS, exploite les technologies de l'IA afin de fournir au décideur humain des compétences de gestion supérieures en termes de profondeur et de rapidité. Dans un premier temps, AGENTONOMICS sera présenté sous la forme d'un cours magistral destiné aux étudiants de l'université technique de Munich (TUM) qui se préparent à la vie professionnelle, que ce soit en tant que salariés ou indépendants.

1.1 Les trois axes du cours magistral

Le cours poursuit trois objectifs interdépendants, qui se reflètent dans la structure du manuel :

Orientation terminologique et conceptuelle

Les étudiants doivent être amenés à appréhender les agents d'IA non pas uniquement comme des artefacts techniques, mais comme des acteurs économiques. Cela implique de replacer clairement l'AGENTONOMICS dans le contexte de la gestion d'entreprise, de l'économie politique ainsi que des disciplines scientifiques connexes – en particulier l'informatique de gestion, l'éthique des affaires et le droit (cf. Picot et al. 2020 ; Mainzer 2019).

Compétences en matière d'application et de conception

En s'appuyant sur un modèle de pilotage holistique issu de la gestion d'entreprise – l'AGENTONOMICS Design & Management Reference Framework (ADMRF) –, les étudiants apprennent à décrire et à paramétrer systématiquement des agents d'IA, ainsi qu'à les concevoir en tant que composantes de modèles économiques ou de formes d'organisation, à les mettre en œuvre sur le plan technique et à les piloter avec succès sur le plan économique. Le chapitre 4 présente l'architecture globale de l'ADMRF ; les chapitres 5 à 10 approfondissent ses six modules.

Réflexion sur les structures économiques futures

Ce cours s'adresse explicitement aux étudiants qui se préparent à intégrer un monde du travail et une économie marqués par l'IA – que ce soit en tant que salariés, créateurs d'entreprise ou concepteurs de nouvelles formes d'organisation et de marché. Le concept d'« économie des compétences en IA », tel qu'il a été introduit pour la première fois dans le discours scientifique par Knoll et Suckfüll (2024), est approfondi tout au long de ce manuel et formulé sous la forme d'un modèle microéconomique.

L'objectif principal du cours est de jeter un pont entre les méthodologies de gestion traditionnelles et les possibilités innovantes offertes par le développement de l'IA. Ce cours ne se veut pas un simple transfert de connaissances, mais aussi un espace de réflexion et d'expérimentation.

1.2 Public cible et approche didactique

Le cours s'adresse délibérément à un public interdisciplinaire. Il s'adresse en particulier aux étudiants

- en informatique,
- de gestion d'entreprise,
- d'économie,
- ainsi que des filières connexes en ingénierie et en sciences sociales.

L'approche didactique repose sur un double changement de perspective afin de favoriser une réflexion globale. Pour les étudiants ayant une formation principalement technique, ce cours leur ouvre la voie aux modes de pensée, aux logiques décisionnelles et aux outils de pilotage propres à la gestion d'entreprise. Pour les étudiants ayant une formation en gestion d'entreprise, l'IA n'est pas traitée comme une « boîte noire », mais présentée comme un système modulable, paramétrique et économiquement efficace.

À moyen terme, ce cours se positionne également comme un outil de formation destiné aux cadres dirigeants d'entreprise ainsi qu'à d'autres groupes de parties prenantes socialement pertinentes qui souhaitent contribuer à la réussite de la transition vers une société marquée par l'IA – l'économie des compétences en IA. À long terme, ce cours vise à perfectionner l'algorithme AGENTONOMICS en tant qu'outil de gestion d'entreprise pratique et à l'améliorer progressivement à l'aide d'exemples concrets.

1.3 Méta-compétences normatives dans un monde du travail marqué par l'IA

Ce cours repose sur le constat que, pour réussir dans un monde du travail marqué par l'IA, ce ne sont pas en premier lieu des connaissances techniques spécialisées qui sont déterminantes, mais des méta-compétences normatives de niveau supérieur. Celles-ci peuvent être regroupées en quatre ensembles – en s'appuyant sur les réflexions théoriques en matière d'éducation depuis Humboldt et en s'inspirant des analyses contemporaines sur la société de la connaissance (Nida-Rümelin et Weidenfeld 2018) :

La créativité, qui se reflète dans l'action entrepreneuriale

Il s'agit de la capacité à imaginer ce qui est possible au-delà de l'existant et à le traduire en formes d'action viables. Cette créativité n'est pas l'inspiration romantique de l'artiste, mais la capacité rationnelle à combiner de manière entrepreneuriale les ressources existantes pour aboutir à de nouvelles solutions (Schumpeter 1934).

Résilience et vision positive du monde

Dans un monde marqué par des ruptures technologiques rapides, la capacité à gérer l'incertitude de manière productive est une compétence économique clé. La résilience n'est pas ici considérée comme une qualité individuelle, mais comme une compétence pouvant être cultivée par des pratiques concrètes – telles que la réflexion par scénarios, les organisations apprenantes ou les expériences contrôlées (Senge 2008).

Orientation éthique et morale fondamentale

Ce cours ne considère pas l'orientation éthique vers un impératif kantien comme un discours de circonstance accessoire, mais comme une composante intégrante du jugement économique. Une économie qui fonctionne avec des agents agissant au nom de leurs mandants dépend d'attentes normatives stables – sans quoi ses coûts de transaction s'effondrent (Ulrich 2008 ; Kant 1785).

Connaissances générales et culture générale

Ce que l'on appelait autrefois simplement la culture générale est redevenu une ressource stratégique dans un monde marqué par la spécialisation et la recherche approfondie assistée par l'IA. Quiconque souhaite évaluer la portée d'un résultat issu de l'IA doit être capable de réfléchir dans un large horizon de contextes historiques, philosophiques, scientifiques et économiques.

Dans ce contexte, le cours intégrera des exemples concrets et d'actualité issus de la pratique et de domaines de connaissances multidisciplinaires – allant même au-delà de la gestion d'entreprise au sens strict – ainsi que des événements de l'actualité politique.

1.4 L'algorithme AGENTONOMICS en tant qu'expérience didactique

Une caractéristique centrale de ce cours réside dans son caractère expérimental. L'intelligence artificielle n'est pas seulement abordée, mais activement intégrée au processus d'enseignement et d'apprentissage. À terme, les étudiants seront accompagnés par un agent IA personnalisable : le « Doz. Dr. AGENTONOMICS ». Il fait office de tuteur, de coach et de partenaire d'entraînement, tout en constituant la base de la mise en réseau des étudiants entre eux.

« Doz. Dr. AGENTONOMICS » explique les six modules du cours dans le cadre d'un processus cyclique global : l'AGENTONOMICS Design & Management Reference Framework (ADMRF). L'agent doit être considéré comme la première application basée sur l'algorithme AGENTONOMICS. Cette application permet tant aux étudiants qu'aux professionnels de concevoir, de mettre en œuvre et de piloter avec succès des agents d'IA de manière systématique et fondée sur des principes de gestion d'entreprise, dans le cadre de l'économie des compétences en IA.

L'ADMRF se compose de six modules qui intègrent différentes perspectives de la direction d'entreprise : celles du PDG, du directeur financier, du directeur technique, du directeur des ventes ainsi que du conseil d'administration dans son ensemble. Un modèle d'IA central relie ces perspectives de manière à fournir une aide à la décision de pointe pour le développement et la gestion d'agents d'IA. L'ADMRF, qui s'appuie sur l'IA, se veut expressément un perfectionnement des cadres de référence classiques en matière de gestion. D'un point de vue historique, il peut être considéré comme le prolongement logique du concept de gestion intégrée de Saint-Gall (Bleicher 2011) ainsi que du modèle de comptabilité de planification et de contrôle PuK (Hahn et Hungenberg 2001). Le chapitre 2 explique ces liens en détail.

La division en trois perspectives – normative, stratégique et opérationnelle – issue du concept de gestion intégrée est notamment reprise dans le contexte des organisations en réseau d'agents d'IA et se reflète dans les six modules de l'ADMRF. Concrètement, les mécanismes de pilotage des réseaux polycentriques d'agents d'IA – c'est-à-dire interagissant de manière autonome – reposent pour l'essentiel sur la conception organisationnelle du modèle d'organisation transnational (Suckfüll 1994), développé dans le domaine d'application des entreprises opérant à l'international. La conception de la fonction d'intermédiaire entre les agents d'IA et les parties prenantes externes en bénéficie également. Le débat lancé en Allemagne, principalement par la publication « Deutsche Daten-Treuhand » (DEDATE ; Fraunhofer MOEZ et Suckfüll 2018), sur la conception d'une fonction d'intermédiaire permettant le partage des données est intégré dans l'algorithme AGENTONOMICS.

1.5 Structure du manuel

Le manuel est conçu de telle sorte qu'à la fin, les lectrices et lecteurs aient non seulement compris le modèle AGENTONOMICS, mais soient également en mesure de créer eux-mêmes des agents d'IA capables d'apporter des réponses fondées à des questions de gestion d'entreprise en s'appuyant sur le modèle de gestion de Saint-Gall. Cette double fonction – à la fois manuel d'enseignement et guide pratique – se reflète dans sa structure :

- Les chapitres 1 à 3 ancrent AGENTONOMICS dans un cadre théorique. Ils présentent le projet, retracent les étapes clés du développement du modèle de gestion de Saint-Gall et replacent l'émergence d'AGENTONOMICS dans son contexte historique et économique.
- Les chapitres 4 à 10 développent l'AGENTONOMICS Design & Management Reference Framework (ADMRF) ainsi que ses six modules – du cadre de définition aux cinq éléments constitutifs et à l'intermédiaire de réseau, en passant par le concept de PDG, le compte de planification et de contrôle et la gestion des parties prenantes.
- Les chapitres 11 à 13 sont consacrés à la théorie de la croissance, aux approches économiques et à la question de la souveraineté – en particulier à la transition de la souveraineté des données vers la souveraineté des capacités (Knoll et Suckfüll 2024).
- Enfin, le chapitre 14 fournit le mode d'emploi opérationnel : comment construire un agent IA conforme à l'AGENTONOMICS, capable de répondre aux questions de Saint-Gall ? Le glossaire du chapitre 15 rassemble les termes les plus importants.

Chaque chapitre se termine par sa propre bibliographie, à laquelle il est fait référence dans le texte. Cela garantit que les différents chapitres restent lisibles même pris isolément.

Bibliographie

- Bleicher, K. (2011) : Le concept de gestion intégrée. Visions – Missions – Programmes. 8e édition mise à jour et augmentée, Campus, Francfort-sur-le-Main.
- Fraunhofer MOEZ ; Suckfüll, H. (2018) : Initiative en faveur d'une fiducie de données DEDATE. Document de réflexion, Centre Fraunhofer pour la gestion internationale et l'économie de la connaissance, Leipzig.
- Hahn, D. ; Hungenberg, H. (2001) : PuK – Concepts de contrôle de gestion axés sur la valeur. 6e édition révisée et augmentée, Gabler, Wiesbaden.
- Kant, I. (1785) : Fondements de la métaphysique des mœurs. Riga.
- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, Institut d'informatique, Université technique de Munich.
- Mainzer, K. (2019) : Intelligence artificielle – Quand les machines prendront-elles le pouvoir ? 2e édition, Springer, Berlin et Heidelberg.
- Nida-Rümelin, J. ; Weidenfeld, N. (2018) : L'humanisme numérique. Une éthique pour l'ère de l'intelligence artificielle. Piper, Munich.
- Picot, A. ; Reichwald, R. ; Wigand, R. T. (2020) : L'entreprise sans frontières. 6e édition, Springer Gabler, Wiesbaden.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. La gestion dans un monde complexe. 3e édition, Haupt, Berne.
- Schumpeter, J. A. (1934) : The Theory of Economic Development. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Senge, P. M. (2008) : La cinquième discipline. L'art et la pratique de l'organisation apprenante. 10e édition, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

- Suckfüll, H. (1994) : Le modèle organisationnel transnational. Thèse de doctorat, Université de Saint-Gall.
- Ulrich, H. (1968) : L'entreprise en tant que système social productif. Fondements de la théorie générale de l'entreprise. Haupt, Berne.
- Ulrich, P. (2008) : Éthique économique intégrative. Fondements d'une économie au service de la vie. 4e édition, Haupt, Berne.

2 Le modèle de gestion de Saint-Gall comme fondement théorique

Pour comprendre l'AGENTONOMICS, il faut d'abord connaître la tradition dans laquelle elle s'inscrit. Ce chapitre retrace les grandes lignes du modèle de gestion de Saint-Gall et ses trois générations. Il constitue le cadre de référence central sur lequel s'appuie le cadre conceptuel de l'AGENTONOMICS et par rapport auquel il se démarque – de manière justifiée – sur certains points. Ce chapitre fournit ainsi l'inventaire des concepts avec lesquels les agents IA décrits dans les chapitres suivants sont censés fonctionner : quiconque souhaite créer un agent capable de répondre à des questions de gestion d'entreprise selon le modèle de Saint-Gall doit maîtriser ce modèle avec précision.

2.1 Les origines : la théorie de l'entreprise orientée système de Hans Ulrich

Le modèle de gestion de Saint-Gall n'est pas né comme un produit de conseil destiné au marketing, mais comme un programme scientifique. Il est étroitement lié au nom de Hans Ulrich, qui, dans son ouvrage publié en 1968 et intitulé « L'entreprise en tant que système social productif » (Ulrich 1968), a inscrit l'entreprise dans la tradition théorique de l'orientation systémique. Ulrich s'appuie pour cela sur la théorie générale des systèmes (Bertalanffy 1968) et la cybernétique (Wiener 1948 ; Beer 1972) et transpose leurs principes fondamentaux à l'entreprise.

Trois hypothèses fondamentales caractérisent cette vision et imprègnent le modèle jusqu'à sa dernière génération :

L'entreprise en tant que système ouvert et orienté vers un but

Les entreprises entretiennent des relations d'échange multiples avec leur environnement. Elles ne peuvent être réduites à une logique causale de type mécanique, mais dépendent de la création de sens et de l'orientation vers un but. Leur contrôlabilité est limitée : contrairement à une installation technique, un système social ne peut être « programmé » de manière univoque.

La complexité comme expérience fondamentale du management

Dans la conception de Saint-Gall, le management ne consiste pas à résoudre des problèmes bien définis, mais à gérer la complexité. La question classique n'est donc pas « Quelle est la bonne solution ? », mais « Comment pouvons-nous rester capables d'agir alors que nous ne comprenons pas entièrement le monde ? ». Cette attitude fondamentale distingue encore aujourd'hui nettement la pensée de Saint-Gall d'une théorie du management comprise de manière purement instrumentale.

Conception, pilotage et développement : les fonctions fondamentales

Ulrich distingue trois fonctions fondamentales du management : la conception du cadre institutionnel, la pilotage des processus courants et le développement du système au fil du temps. Cette triade constitue encore aujourd'hui un axe implicite qui traverse toutes les générations du modèle.

Définition : le management

Dans la conception saint-galloise, le management est l'action de conception, de pilotage et de développement exercée sur des systèmes sociaux orientés vers un objectif, qui garantit leur viabilité et leur performance dans des conditions de grande complexité et d'incertitude.

2.2 La deuxième génération : le concept de gestion intégrée de Bleicher

Dans les années 1990 et au début des années 2000, Knut Bleicher a transposé l'héritage de Saint-Gall dans le « concept de gestion intégrée », très en vue et reconnu à l'échelle internationale (Bleicher 2011). L'architecture de Bleicher constitue le cadre théorique auquel AGENTONOMICS s'inspire le plus fortement. C'est pourquoi elle est développée plus en détail ici.

2.2.1 Les trois niveaux : normatif, stratégique, opérationnel

Au cœur de cette approche se trouve la distinction entre trois niveaux de gestion qui ne se superposent pas comme des étages, mais s'imbriquent les uns dans les autres à la manière de cercles concentriques :

La gestion normative

La gestion normative répond aux questions fondamentales sur le sens d'une entreprise. Pourquoi existons-nous ? Quelles valeurs nous guident ? Quelle responsabilité assumons-nous vis-à-vis de nos parties prenantes ? Il en résulte une charte d'entreprise, une politique d'entreprise et une culture d'entreprise. Le niveau normatif définit les règles du jeu dans lesquelles s'inscrivent les décisions stratégiques et opérationnelles.

Gestion stratégique

La gestion stratégique traduit les orientations normatives en programmes à long terme. Elle porte sur le positionnement, les avantages concurrentiels, les domaines d'activité, les structures organisationnelles et les systèmes de gestion. Selon l'approche de Saint-Gall, la stratégie n'est pas avant tout un problème d'optimisation, mais une question de reconnaissance de schémas dans des environnements complexes et de choix conscient entre différentes voies de développement (Gomez et Probst 1995).

Gestion opérationnelle

La gestion opérationnelle assure une mise en œuvre efficace et performante dans les activités quotidiennes. C'est là que se situent les domaines classiques des missions, des processus, de la comptabilité analytique, de la gestion des liquidités et de la gestion du personnel. Important : le niveau opérationnel s'inscrit lui aussi dans un cadre normatif et stratégique ; il ne s'agit pas d'une simple exécution neutre.

2.2.2 Les trois aspects : activités, structures, comportements

Transversalement aux trois niveaux, Bleicher distingue trois aspects dans lesquels la gestion déploie son efficacité :

- Les activités – c’est-à-dire ce que fait l’entreprise : programmes, missions, projets, mesures.
- Les structures – c’est-à-dire les cadres institutionnels dans lesquels s’inscrivent les actions : structure organisationnelle, systèmes de gestion, constitution.
- Comportements – les modèles culturels auxquels les acteurs se réfèrent dans les faits : valeurs, normes, styles de communication, comportements de direction.

La célèbre « matrice de Bleicher » résulte de l’intersection des trois niveaux avec les trois aspects. Elle donne neuf champs dans lesquels les décisions de gestion peuvent être situées – depuis la constitution de l’entreprise (normative/structures) jusqu’à la gestion du personnel au sens strict (opérationnelle/comportements), en passant par les programmes stratégiques (stratégiques/activités).

2.2.3 Le concept d’intégration

Le concept central chez Bleicher est celui d’intégration. Il ne s’agit pas d’une coordination bureaucratique entre les services, mais d’une articulation cohérente entre tous les niveaux et tous les aspects. Une stratégie qui n’est pas ancrée dans la culture d’entreprise est vouée à l’échec ; une mesure opérationnelle qui contredit la vision sape la gestion. La gestion intégrée signifie donc que les neuf champs de la matrice sont cohéremment liés les uns aux autres.

Cette exigence de cohérence est précisément le point de départ d’AGENTONOMICS. Là où le modèle de Bleicher exige cognitivement de la haute direction qu’elle assure cette cohérence, AGENTONOMICS propose un algorithme capable de vérifier et de soutenir techniquement cette cohérence. Il ne s’agit pas d’un substitut, mais d’un renforcement de l’exigence de Bleicher.

2.3 La quatrième génération : Rüeegg-Stürm et Grand

Avec la « nouvelle » version publiée pour la première fois en 2002 et la quatrième génération présentée en 2017/2020, Johannes Rüeegg-Stürm a adapté le modèle de Saint-Gall à une économie organisée en réseau et caractérisée par une communication intensive (Rüeegg-Stürm et Grand 2020). Cette quatrième génération caractérise l’enseignement actuel du modèle et s’applique également directement à AGENTONOMICS.

2.3.1 Six catégories fondamentales

Rüeegg-Stürm et Grand structurent le modèle autour de six catégories fondamentales qui, ensemble, forment le schéma de référence :

Les sphères environnementales

Les entreprises sont ancrées dans une société, une nature, une technologie et une économie. Ces sphères environnementales ne constituent pas un simple arrière-plan hors contexte, mais sont des acteurs à part

entière. Elles fournissent des ressources et des attentes, et évaluent en permanence la légitimité des actions de l'entreprise.

Parties prenantes

L'orientation unilatérale vers les actionnaires cède la place à la pluralité des parties prenantes : clients, collaborateurs, investisseurs, fournisseurs, concurrents, État, opinion publique, ONG. Une gestion réussie réside dans la capacité à coordonner de manière productive leurs attentes, parfois contradictoires.

Thèmes d'interaction

Entre l'entreprise et les parties prenantes surgissent des thèmes qui sont au cœur des relations : prix, qualité, risques, valeurs, préoccupations. La liste de ces thèmes n'est pas figée, mais évolue. Quiconque dirige une entreprise doit être capable d'identifier en permanence les thèmes qui sont actuellement au premier plan.

Éléments structurants

Les moments d'ordre constituent le véritable centre de gravité du nouveau modèle de Saint-Gall – et le point d'ancrage décisif pour l'AGENTONOMICS. Ils englobent la stratégie, les structures et la culture, et forment le cadre dans lequel s'inscrit la création de valeur au quotidien. AGENTONOMICS traduit ce concept en cinq éléments structurants centraux pour les agents IA : vision, stratégie, structure, agency (culture) et gouvernance (cf. chapitre 8).

Processus

La quatrième génération distingue trois catégories de processus : les processus de gestion, qui pilotent l'entreprise ; les processus métier, qui génèrent directement de la valeur ajoutée ; et les processus de soutien, qui créent les conditions nécessaires à cela. Dans cette perspective, les processus ne sont pas des éléments accessoires des structures, mais des objets de conception à part entière.

Modes de développement

Les entreprises ne se développent pas selon une chaîne de causalité linéaire, mais selon deux modes alternés : l'optimisation (amélioration des routines existantes) et le renouvellement (rupture avec les routines existantes et mise en place de nouvelles). Ces deux modes sont nécessaires ; leur équilibre constitue une tâche centrale de la gestion.

2.3.2 Le tournant communicatif

Un changement conceptuel de la quatrième génération par rapport à Bleicher réside dans l'accent nettement plus marqué mis sur la communication. Dans le prolongement de la théorie de l'action communicative (Habermas 1981), l'entreprise est comprise comme un réseau de pratiques communicatives. La stratégie n'est pas avant tout un plan, mais une entente ; la culture n'est pas un ensemble de valeurs, mais une négociation continue de ce qui est considéré comme approprié.

Ce tournant communicatif revêt une double importance pour AGENTONOMICS. Premièrement, parce que les modèles linguistiques, en tant qu'agents d'IA, opèrent précisément au niveau que le nouveau modèle de Saint-Gall identifie comme le niveau d'action central : la communication. Deuxièmement, parce que les réseaux d'agents polycentriques doivent établir leur cohésion par le biais de négociations communicatives – un point qui sera approfondi au chapitre 7.

2.4 Éléments complémentaires : pensée en réseau, organisation apprenante, cybernétique

Le modèle de Saint-Gall n'est pas monolithique. Il puise dans plusieurs courants qui revêtent une importance tout aussi grande pour l'AGENTONOMICS.

2.4.1 Pensée en réseau

Dans leur méthodologie de la « pensée en réseau », Gomez et Probst (1995) ont développé des outils permettant d'aborder systématiquement des problématiques complexes : matrices d'influence, diagrammes d'impact, scénarios, marges de manœuvre. À l'ère de l'IA, ces outils ne sont pas obsolètes, mais au contraire plus d'actualité que jamais : ils offrent précisément la forme structurée dont un agent IA a besoin pour traiter des situations complexes à l'intention de son donneur d'ordre humain.

2.4.2 L'organisation apprenante

Peter Senge (2008) a fait entrer le concept d'organisation apprenante dans le courant dominant de la théorie du management. Cinq disciplines le caractérisent : la maîtrise de soi, les modèles mentaux, la vision partagée, l'apprentissage en équipe et la pensée systémique. Transposé aux réseaux d'agents d'IA, cela devient clair : une organisation dont le niveau opérationnel est constitué d'agents apprenants doit garantir sa capacité de réflexion à un niveau supérieur – sinon, les agents s'engagent dans des impasses locales. Ce niveau de réflexion est l'une des missions principales du PDG IA (chapitre 8).

2.4.3 La cybernétique de la gestion

Le modèle de système viable de Stafford Beer (Beer 1972) propose une architecture cybernétique de systèmes viables, organisés en cinq sous-systèmes. Cette architecture est particulièrement pertinente pour la conception de réseaux d'agents d'IA : elle montre quelles sont les fonctions minimales qu'un système doit remplir pour être viable – depuis l'exécution opérationnelle jusqu'au pilotage stratégique et normatif, en passant par la coordination et la gestion opérationnelle. AGENTONOMICS reprend implicitement cette architecture dans sa structure modulaire.

2.5 Ce qui reste, ce qui doit être approfondi

Il convient de retenir trois points sur lesquels AGENTONOMICS reprend l'héritage de Saint-Gall et sur lesquels il va au-delà :

Reprise : l'architecture holistique

La triade normatif-stratégique-opérationnel, la référence aux parties prenantes, la distinction entre les éléments d'ordre et les processus, ainsi que l'approche communicative fondamentale sont intégralement reprises par AGENTONOMICS. L'ADMRF (chapitre 4) est, dans son architecture, un modèle de Saint-Gall pour les réseaux d'agents d'IA.

Reprise avec un changement d'accent : la polycentricité

Le modèle d'organisation transnational (Suckfüll 1994) avait déjà montré, dans le contexte de Saint-Gall, que les entreprises opérant à l'international ne peuvent être gérées ni de manière purement centralisée ni de manière purement décentralisée, mais qu'elles ont besoin d'une architecture polycentrique. Dans AGENTONOMICS, cette idée est transposée au niveau des agents d'IA : les réseaux d'agents ne sont eux non plus ni purement hiérarchiques ni chaotiques, mais organisés de manière polycentrique (chapitre 7).

Extension : contrôle algorithmique de la cohérence

Alors que le modèle classique de Saint-Gall situe la fonction de cohérence au niveau cognitif de la direction, AGENTONOMICS y ajoute une couche algorithmique. L'algorithme AGENTONOMICS vérifie techniquement la cohérence entre les niveaux normatif, stratégique et opérationnel, et signale les incohérences à traiter. Il ne s'agit donc pas de remplacer le modèle de Saint-Gall, mais de le faire évoluer vers une variante compatible avec l'IA.

Extension : le sujet-agent IA

Enfin – et c'est là l'extension la plus fondamentale –, AGENTONOMICS introduit un nouveau type d'acteur dans le modèle : l'agent IA en tant que sujet économique. Jusqu'à présent, le modèle de Saint-Gall supposait implicitement des acteurs humains et organisationnels. Avec l'agent IA, c'est une entité hybride qui fait son apparition, alliant en elle-même des artefacts techniques et une logique d'action économique. Les conséquences de cette extension seront développées dans les chapitres 5 et 6.

Le modèle de gestion de Saint-Gall n'est pas dépassé – bien au contraire : c'est la seule théorie de gestion particulièrement adaptable, capable de véritablement gérer la complexité des réseaux polycentriques d'agents IA. Il suffit simplement de le pousser jusqu'au bout de sa logique.

Bibliographie

- Beer, S. (1972) : Brain of the Firm. The Managerial Cybernetics of Organization. Allen Lane, Londres.
- Bertalanffy, L. von (1968) : General System Theory. Foundations, Development, Applications. Braziller, New York.
- Bleicher, K. (2011) : Le concept de gestion intégrée. Visions – Missions – Programmes. 8e édition mise à jour et augmentée, Campus, Francfort-sur-le-Main.

- Gomez, P. ; Probst, G. (1995) : La pratique de la résolution holistique des problèmes. Penser en réseau – agir de manière entrepreneuriale – convaincre personnellement. Haupt, Berne.
- Habermas, J. (1981) : Théorie de l'action communicative. Deux volumes, Suhrkamp, Francfort-sur-le-Main.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. La gestion dans un monde complexe. 3e édition, Haupt, Berne.
- Senge, P. M. (2008) : La cinquième discipline. L'art et la pratique de l'organisation apprenante. 10e édition, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- Suckfüll, H. (1994) : Le modèle organisationnel transnational. Thèse de doctorat, Université de Saint-Gall.
- Ulrich, H. (1968) : L'entreprise en tant que système social productif. Fondements de la théorie générale de l'entreprise. Haupt, Berne.
- Ulrich, H. (1984) : Management. Haupt, Berne.
- Wiener, N. (1948) : Cybernetics : Or Control and Communication in the Animal and the Machine. MIT Press, Cambridge, MA.

3 L'émergence de l'AGENTONOMICS – Contexte historique et économique

Pour situer l'AGENTONOMICS de manière compréhensible, il est nécessaire de se pencher sur l'évolution des formes d'économie numérique. Le débat actuel autour des agents d'IA ne se présente pas de manière isolée, mais résulte de plusieurs changements de paradigmes économiques successifs. La transition de l'économie de l'information à l'économie des données, puis à l'économie des capacités de l'IA, révèle un schéma qui nous permet de comprendre la logique du présent – et qui ouvre le champ d'argumentation dans lequel s'inscrit l'AGENTONOMICS (Knoll et Suckfüll 2024).

3.1 Trois économies : l'information, les données, les compétences

3.1.1 L'économie de l'information des années 1990

Dans l'économie de l'information des années 1990, les modèles économiques existants ont été principalement transposés vers des canaux numériques. Les entreprises ont d'abord utilisé Internet comme un canal de communication et de distribution supplémentaire. Si de nombreux modèles économiques innovants ont vu le jour (Shapiro et Varian 1999), bon nombre de ces premières approches se sont toutefois révélées non viables. La bulle Internet et l'effondrement du secteur des dot-com à partir de 2000 ont marqué un premier processus d'apprentissage : toute innovation technique ne conduit pas automatiquement à une création de valeur viable.

Cette phase a été décrite théoriquement dans des travaux sur l'économie des réseaux (Shapiro et Varian, 1999) et sur l'économie des plateformes (Rochet et Tirole, 2003). Les concepts centraux – effets de réseau, verrouillage, concurrence sur les normes – constituent encore aujourd'hui le vocabulaire utilisé pour décrire les modèles économiques de l'économie numérique. Ils reposent toutefois sur l'hypothèse selon laquelle le bien « information » est largement interchangeable – une hypothèse qui doit être corrigée dans l'économie des données qui a suivi.

3.1.2 L'économie des données

L'économie de l'information a progressivement donné naissance à l'économie des données. Dans ce contexte, les données sont de plus en plus considérées comme une ressource stratégique et un actif potentiel (Mayer-Schönberger et Cukier 2013). La création de valeur s'est déplacée de la simple mise à disposition d'informations vers la collecte, l'analyse et la monétisation systématiques des données. Les grandes plateformes numériques ont mis en place des modèles économiques reposant sur les économies d'échelle, les effets de réseau et les mécanismes de verrouillage (Zuboff 2018).

Malgré leurs succès économiques, l'économie des données a révélé trois tensions structurelles fondamentales, qui sont essentielles pour comprendre l'émergence de l'AGENTONOMICS :

Rapports de force asymétriques

Le pouvoir de disposition sur les données est concentré entre les mains d'un petit nombre d'acteurs mondiaux. Les individus et les organisations qui fournissent des données ne disposent que de possibilités

limitées pour participer de manière appropriée à la création de valeur qui en résulte. Cette tendance s’amplifie actuellement de manière exponentielle. Comme le soulignent Knoll et Suckfüll (2024), un adulte moyen dans un pays développé produit, selon les estimations, plusieurs centaines de gigaoctets de données personnelles par an – qu’il s’agisse de profils LinkedIn, de candidatures en ligne, de factures numériques ou de contrats. La valeur économique de ces données est estimée entre 10 000 et 15 000 euros par personne et par an – et revient presque entièrement aux grandes plateformes.

Des marchés des données dysfonctionnels

Bien que la valeur économique des données soit reconnue, il n’a pas été possible, ni au niveau national ni au niveau international, de mettre en place des marchés transparents, équitables et évolutifs pour l’échange de données. Les questions relatives à l’attribution des droits, à l’évaluation et à la rémunération sont restées largement sans réponse (Otto et al. 2019). Il en résulte une situation paradoxale : les données ont une grande valeur économique, mais ne sont pas négociables à titre individuel, ce qui conduit à une expropriation de fait des producteurs de données.

Fragmentation réglementaire

Les interventions de l’État – notamment par le biais de la réglementation en matière de protection des données et du numérique – visaient principalement à limiter les dommages et à exercer un contrôle. Elles n’ont toutefois pas créé de mécanismes de marché autonomes et productifs, mais ont parfois conduit à des tendances au cloisonnement et à des freins à l’innovation. Comme le soulignent Knoll et Suckfüll (2024) : le principe de « minimisation des données », particulièrement marqué en Allemagne, est la « voie directe vers l’appauvrissement » s’il n’est pas contrebalancé par des mécanismes productifs de souveraineté individuelle sur les données.

3.1.3 L’économie des compétences en IA

Avec l’avènement de systèmes d’IA générative performants – en particulier depuis la publication de grands modèles linguistiques à partir de 2022 (Brown et al. 2020 ; OpenAI 2023 ; Bommasani et al. 2021) –, le centre de gravité de la création de valeur économique se déplace à nouveau. Les données ne perdent pas leur importance, mais deviennent de plus en plus un produit intermédiaire : ce n’est que grâce aux modèles d’IA qu’elles peuvent être transformées en capacités exploitables.

Cette évolution peut être décrite comme une transition vers une économie des capacités de l’IA. Celle-ci n’est plus centrée sur des ensembles de données isolés, mais sur des capacités basées sur l’IA telles que :

- l’aide à la décision,
- la reconnaissance de formes,
- la prévision et la planification,
- l’interaction autonome avec les marchés et les organisations,
- la synthèse de corpus de connaissances complexes.

Sur le plan économique, ce n’est pas seulement la performance technique qui importe, mais aussi la capacité à utiliser ces compétences en IA de manière ciblée, durable et créatrice de valeur. Knoll et

Suckfüll (2024) parlent sans détour d'un deuxième bond en avant en matière de souveraineté : après le bond vers la souveraineté des données (largement manqué en Allemagne), c'est désormais au tour du bond vers la souveraineté des compétences (skill sovereignty).

3.2 Symptômes de cette transition dans l'économie réelle

La transition d'une économie des données vers une économie des compétences est documentée depuis longtemps dans la presse économique allemande. Knoll et Suckfüll (2024) citent deux exemples symptomatiques, que nous allons approfondir ici :

3.2.1 Le cas de l'Agence fédérale pour l'emploi

La présidente de l'Agence fédérale pour l'emploi, Andrea Nahles, a publiquement souligné que sur 114 000 employés, 35 000 partiront à la retraite au cours des dix prochaines années, sans qu'il y ait de relève disponible au sens classique du terme. Conséquence : à l'avenir, les prestations de l'agence ne pourraient être assurées que par l'automatisation – grâce à l'utilisation de l'intelligence artificielle. Il ne s'agit plus là du vœu pieux d'un consultant en efficacité, mais du constat sobre d'une grande administration publique.

3.2.2 Le cas de Klarna

Le prestataire de services financiers suédois Klarna ne recrute plus de nouveaux collaborateurs, à l'exception des ingénieurs. En l'espace d'un an, les effectifs ont été réduits de 5 000 à 3 800 employés grâce au recours à l'IA ; à long terme, l'objectif est d'atteindre 2 000 employés, alors que le volume total de travail ne cesse d'augmenter. Il ne s'agit pas d'une réduction des effectifs au sens classique du terme, mais d'une transformation structurelle des fonctions. Entre-temps, cette approche radicale s'est avérée excessive, mais la tendance reste intacte.

Ces deux cas illustrent parfaitement ce que signifie concrètement l'économie des compétences basée sur l'IA : ce n'est pas le nombre de collaborateurs humains, mais le nombre de compétences économiquement pertinentes (fournies par des humains ou reproduites par des agents) qui devient le facteur déterminant. Ce glissement est comparable à bien des égards à l'évolution du travail physique depuis les années 1970 – à cette différence près que, dans le domaine du traitement de l'information, il n'existe pratiquement aucune limite de principe pour l'ordinateur, tandis que les robots industriels sont encore loin d'égaler la dextérité de la main humaine entraînée (Knoll et Suckfüll 2024).

3.3 La question de la souveraineté : de la souveraineté des données à la souveraineté des capacités

Dans leur rapport technique TUM-I24112, Knoll et Suckfüll (2024) développent un argument constitutif de l'AGENTONOMICS, qui sera ici exposé plus en détail, car il constitue le fondement normatif de l'ensemble du cadre de référence.

3.3.1 Le statu quo aberrant

Le diagnostic central est le suivant : nous nous trouvons dans une situation fondamentalement absurde. D'une part, la législation sur la protection des données et l'absence de mécanismes opérationnels permettant l'utilisation individuelle des données empêchent, à bien des égards, la création de valeur sociale. D'autre part, chaque individu doit divulguer une quantité énorme de données personnelles pour participer à une vie moderne, médiatisée par le numérique – et n'obtient en retour que peu ou rien.

La véritable mission de l'État serait de mettre à la disposition de chaque individu un ensemble complet d'outils lui permettant d'acquérir la souveraineté sur ses propres données et de décider lui-même de leur utilisation. Même si la législation et le cadre opérationnel d'une telle souveraineté individuelle sur les données ne sont pas encore en place, il n'est pas trop tard pour les mettre en place.

3.3.2 La « souveraineté des compétences » : la prochaine étape

Le point essentiel soulevé par Knoll et Suckfüll (2024) est le suivant : alors que les responsables politiques débattent encore de la manière de rendre opérationnelle la souveraineté individuelle sur les données, la prochaine question de souveraineté se profile déjà à l'horizon : celle de la « skill sovereignty », ou souveraineté sur les compétences.

Thèse centrale (Knoll et Suckfüll 2024)

Chaque travailleur du savoir traite des données ou des informations d'entrée selon des règles qu'il a acquises et perfectionnées au cours de sa formation et de sa vie professionnelle. Chacun développe ainsi ses propres compétences, son propre mode opératoire. Cette expertise individuelle est de plus en plus transférée aux ordinateurs, c'est-à-dire à l'IA. Les mécanismes de « transfert de compétences » gagnent sans cesse en efficacité. Si ce transfert tourne mal, les travailleurs du savoir se retrouveront dans une situation pire que celle des briseurs de machines du XIXe siècle. S'il réussit, chacun pourra multiplier sa capacité de travail.

Le point essentiel est le suivant : celui ou celle qui cède ses compétences à la machine doit en rester maître – même si celles-ci sont multipliées et utilisées en parallèle. Concrètement, cela signifie qu'une personne peut certes travailler simultanément pour plusieurs donneurs d'ordre, mais que ceux-ci ne peuvent pas utiliser de manière indépendante les « répliquants fonctionnels » de cette personne. La personne doit conserver le « copyright », c'est-à-dire le plein droit de disposition sur l'ensemble de son stock de répliquants.

3.3.3 La responsabilité de l'État

De cet argument découle une exigence réglementaire claire : la mise à disposition de capacités de calcul et de services de base en IA est – à l'instar des écoles, des bibliothèques ou des réseaux de transport – une mission existentielle relevant des services d'intérêt général. Sans elle, une économie des compétences fondée sur l'IA ne peut se développer – du moins pas une économie qui soutienne la souveraineté globale de l'Europe au lieu de la saper.

L'Europe se trouve ainsi une fois de plus à la croisée des chemins : voulons-nous une législation dictée par la peur qui entrave l'innovation – ou une législation qui façonne activement les évolutions émergentes et renforce l'idée européenne du droit individuel en donnant aux personnes la possibilité non pas de perdre, mais de gagner la souveraineté sur leurs données et leurs compétences ? AGENTONOMICS est une contribution constructive à cette seconde option.

3.4 Du débat sur la fiducie des données à AGENTONOMICS

L'un des précurseurs conceptuels majeurs d'AGENTONOMICS réside dans le débat – notamment pertinent sur le plan politique – autour des modèles de fiducie des données. La fiducie des données vise à concilier, dans le respect de la sécurité juridique, les intérêts de trois types génériques de parties prenantes :

1. les fournisseurs de données – les acteurs qui produisent les données ;
2. Les exploitants de données – les acteurs qui exploitent les données à des fins économiques.
3. Les ayants droit aux données – les acteurs auxquels les données reviennent légalement.

Les premières contributions pertinentes à ce débat figurent dans l'« Initiative pour une fiducie de données DEDATE » (Fraunhofer MOEZ et Suckfüll 2018) ainsi que dans la version perfectionnée, encore non publiée, d'un document de travail intitulé DEDATE 2.0. Permettre aux ayants droit, clairement identifiés sur le plan juridique, de négocier techniquement « leurs » données en toute souveraineté avec d'autres acteurs constitue l'ultima ratio d'une économie des données fonctionnelle.

AGENTONOMICS reprend cette idée fondamentale, mais en déplace le centre d'intérêt : au lieu de droits statiques sur les données, ce sont des capacités dynamiques, soutenues par l'IA, qui occupent désormais le cœur de la création de valeur. Les agents IA agissent – outre leur compétence principale – en tant qu'intermédiaires de capacités IA autonomes et souverains, capables de négocier les droits, les intérêts et la création de valeur en fonction de la situation. Cela s'effectue avec une complexité et une rapidité difficilement atteignables avec des solutions purement humaines ou institutionnelles.

3.5 IA polycentrique vs AGI – la distinction stratégique

L'émergence de l'AGENTONOMICS est étroitement liée à une remise en question critique des stratégies centralisatrices en matière d'IA, comme l'exprime avec pertinence le slogan « only size matters ». La concurrence mondiale actuelle est marquée par la tentative de développer des systèmes d'IA aussi complets et généralisés que possible (AGI), avec :

- d'énormes économies d'échelle,
- une forte intensité en capital,
- des structures de gouvernance centralisées,
- des positions de marché allant de l'oligopole au monopole.

AGENTONOMICS adopte en revanche une approche polycentrique, fondée sur les réseaux. Plutôt qu'une IA unique et omniprésente, l'accent est mis sur de nombreux agents d'IA spécialisés qui coopèrent entre eux. La création de valeur ne résulte pas principalement de la centralisation, mais de la coordination, de la division du travail et du leadership situationnel au sein des réseaux. À l'instar du principe

du kaléidoscope, les agents AGENTONOMICS peuvent s’assembler en fonction de la situation et mettre en commun leurs ressources : imaginons que Siemens, BMW et Deutsche Telekom se définissent eux-mêmes – et donc leurs interfaces – comme des agents d’IA et coopèrent entre eux pour accomplir des tâches communes.

Cette approche ne doit pas être comprise comme une contre-proposition technique, mais comme une alternative motivée par des considérations économiques et sociétales – notamment en ce qui concerne les questions de participation, de structures de propriété et de création de valeur durable. Une domination centralisée de l’IA comporte le risque que, l’absence de concurrence rende la répartition des richesses si asymétrique que le manque de pouvoir d’achat ébranle toute la conception du système organisé selon les principes du capitalisme.

3.6 Les agents IA : une nouvelle catégorie d’acteurs économiques

C’est précisément là qu’intervient le concept d’AGENTONOMICS. Il va un pas plus loin que les applications existantes de l’IA en considérant les agents IA comme des acteurs économiques à part entière. Ces agents ne sont pas de simples outils ou systèmes d’assistance, mais :

- disposent de leurs propres logiques décisionnelles,
- agissent de manière économiquement autonome dans un cadre défini,
- interagissent avec d’autres agents, organisations et personnes,
- sont orientés vers la création de valeur durable et l’auto-optimisation.

Dans la terminologie des sciences économiques, les agents d’IA peuvent ainsi être considérés comme une nouvelle forme de « sujets économiques ». Ils participent à des relations d’échange, entrent en concurrence ou coopèrent, et prennent des décisions dans des conditions de rareté. Ces sujets économiques en interaction forment à leur tour un marché pouvant être décrit de manière autonome, caractérisé, d’un point de vue microéconomique, par ses propres conditions de concurrence, ses acteurs, ses relations d’échange et sa formation des prix.

À cet égard, c’est notamment la phase de transition – de l’économie des données à l’économie des capacités d’IA – qui présente un intérêt particulier. L’interaction exclusive entre agents d’IA reste pour l’instant un scénario idéal. À cet égard, les relations ou interfaces entre l’homme, l’agent d’IA et les autres agents d’IA doivent être repensées dans leur ensemble. L’AGENTONOMICS correspond précisément à cette nouvelle réflexion.

3.7 Classification d’AGENTONOMICS dans le cadre de la théorie scientifique

L’AGENTONOMICS n’est ni une mode éphémère ni un mot à la mode. Elle n’est pas non plus conçue comme une théorie empirique descriptive au sens strict. Il s’agit plutôt d’un modèle théorique idéal qui fournit un cadre de référence conceptuel pour les agents IA agissant de manière économique. Les modèles théoriques idéaux se caractérisent par le fait qu’ils :

- abstraient des phénomènes réels complexes,

- isolent les mécanismes d'action centraux,
- fournissent des repères pour l'analyse et la conception.

L'AGENTONOMICS suit cette logique en modélisant les agents IA comme des types idéaux économiques. Ces agents disposent de capacités, de logiques décisionnelles et de systèmes d'incitation définis, même si les implémentations réelles peuvent s'en écarter. La standardisation des agents IA conduit, par le biais de la normalisation, à un écosystème créateur de valeur ajoutée : des interfaces compatibles augmentent la probabilité d'interactions productives entre les agents.

3.7.1 Positionnement à l'intersection de la gestion d'entreprise et de l'économie

Au sein des sciences économiques, l'AGENTONOMICS se situe à la croisée de la gestion d'entreprise et de l'économie politique.

Perspective de la gestion d'entreprise

Du point de vue de la gestion d'entreprise, la question centrale est de savoir comment les entités économiques sont pilotées, coordonnées et orientées vers la création de valeur. L'AGENTONOMICS élargit cette perspective en considérant les agents IA comme des acteurs contrôlables, mais non entièrement déterminables. Les points de référence centraux sont les modèles de gestion et de pilotage, les structures organisationnelles et de réseau, les processus de décision stratégique ainsi que les systèmes de gouvernance et d'incitation.

Perspective économique

Du point de vue macroéconomique, l'AGENTONOMICS s'inscrit dans le prolongement de la microéconomie. Les agents IA sont modélisés comme des acteurs du marché qui participent à des relations d'échange, façonnent des situations de concurrence et de coopération et interviennent dans les processus de formation des prix. Contrairement aux acteurs classiques, les agents IA sont toutefois hautement évolutifs, interconnectables et capables d'apprendre. Cela nécessite une extension des modèles microéconomiques, notamment en ce qui concerne les économies de réseau et de plateforme.

3.7.2 Délimitation par rapport aux discours connexes

L'AGENTONOMICS se démarque délibérément de plusieurs discours établis :

- La recherche pure en IA se concentre sur les algorithmes, les modèles et les performances techniques, mais aborde rarement les questions de régulation économique.
- L'économie des plateformes numériques analyse les structures dominantes du marché, mais suppose généralement l'existence d'acteurs humains ou organisationnels.
- Les débats sur l'automatisation et la substitution considèrent l'IA principalement comme un substitut du travail humain et négligent son rôle en tant qu'acteur autonome.

L'AGENTONOMICS, en revanche, intègre les perspectives techniques, économiques et institutionnelles pour en faire un objet d'étude à part entière. La multidisciplinarité est constitutive de cette approche. Sont notamment concernées l'informatique (développement de systèmes autonomes), la gestion

d'entreprise (modèles de pilotage et de création de valeur), l'économie (structures de marché et de concurrence) et le droit (questions de responsabilité, de propriété et de gouvernance).

3.7.3 Programme de recherche et d'action

Au-delà de son cadre théorique, AGENTONOMICS doit être considéré comme un programme de recherche et de conception. Il ne s'agit pas uniquement d'analyse, mais explicitement de développer, de tester et d'évaluer de nouvelles formes d'action économique :

- la conception d'agents d'IA en tant qu'acteurs économiques,
- conception de structures d'incitation et de gouvernance,
- développement de modèles expérimentaux d'entreprise et d'organisation,
- tests empiriques dans des environnements réels ou simulés.

En ce sens, AGENTONOMICS jette un pont entre la théorie, l'expérimentation et la pratique. Le développement d'agents IA peut particulièrement bien s'effectuer sous la forme de « produits minimums viables » (MVP), tels que les systématise le concept de « Lean Startup » de Ries (2011). Le « Doz. Dr. AGENTONOMICS » est l'un de ces MVP.

AGENTONOMICS est la réponse économiquement cohérente à une évolution technologique qui a eu lieu depuis longtemps, mais qui n'a pas encore trouvé sa place dans le vocabulaire de la gestion d'entreprise.

Bibliographie

- Bommasani, R. ; Hudson, D. A. ; Adeli, E. et al. (2021) : On the Opportunities and Risks of Foundation Models. arXiv:2108.07258, Stanford CRFM.
- Brown, T. ; Mann, B. ; Ryder, N. et al. (2020) : « Language Models are Few-Shot Learners ». Dans : Advances in Neural Information Processing Systems 33, p. 1877–1901.
- Fraunhofer MOEZ ; Suckfüll, H. (2018) : Initiative en faveur d'une fiducie de données DEDATE. Document de réflexion, Centre Fraunhofer pour la gestion internationale et l'économie de la connaissance, Leipzig.
- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, Institut d'informatique, Université technique de Munich.
- Mayer-Schönberger, V. ; Cukier, K. (2013) : Big Data. La révolution qui va changer nos vies. Redline, Munich.
- OpenAI (2023) : Rapport technique GPT-4. arXiv:2303.08774.
- Otto, B. ; ten Hompel, M. ; Wrobel, S. (éd.) (2019) : International Data Spaces. Modèle d'architecture de référence. Fraunhofer-Gesellschaft, Munich.
- Ries, E. (2011) : The Lean Startup. Comment les entrepreneurs d'aujourd'hui utilisent l'innovation continue pour créer des entreprises au succès fulgurant. Crown Business, New York.
- Rochet, J.-C. ; Tirole, J. (2003) : « Platform Competition in Two-Sided Markets ». Dans : Journal of the European Economic Association 1(4), p. 990-1029.

- Shapiro, C. ; Varian, H. R. (1999) : Information Rules. A Strategic Guide to the Network Economy. Harvard Business School Press, Boston.
- Suleyman, M. ; Bhaskar, M. (2023) : The Coming Wave. Technology, Power, and the Twenty-first Century's Greatest Dilemma. Crown, New York.
- Zuboff, S. (2018) : L'ère du capitalisme de surveillance. Campus, Francfort-sur-le-Main.

4 Le cadre de référence AGENTONOMICS pour la conception et la gestion (ADMRF)

Ce chapitre constitue le cœur opérationnel du manuel. Il décrit la logique globale du cadre de référence AGENTONOMICS pour la conception et la gestion (ADMRF) en tant que cadre de référence intégré. Les six modules de l'ADMRF y sont présentés de manière concise et replacés dans leur contexte ; les chapitres 5 à 10 développent ensuite chaque module en détail. Quiconque souhaite créer un agent IA capable de répondre à des questions de gestion d'entreprise et de l'école de Saint-Gall trouvera dans l'ADMRF l'architecture des connaissances à laquelle un tel agent doit se référer.

4.1 Objectif et contexte théorique

L'ADMRF s'appuie sur le modèle de gestion de Saint-Gall – en particulier sur le concept de gestion intégrée de Bleicher (2011) et sur la quatrième génération de Rüegg-Stürm et Grand (2020). Les six modules relient les niveaux normatif, stratégique et opérationnel d'un cadre de référence de gestion holistique et intégré. L'ADMRF se veut un cadre de référence de gestion pour les organisations en réseau composées d'agents d'IA répondant à une norme commune – la norme AGENTONOMICS.

Les concepts de pilotage des réseaux polycentriques ou quasi-hiérarchiques s'inspirent de la thèse intitulée « Le modèle d'organisation transnational » (Suckfüll, 1994). Ce modèle est particulièrement pertinent car il tentait déjà, dans les années 1990, de résoudre le problème suivant : comment une organisation composée d'unités autonomes et responsables au niveau local peut-elle générer à la fois une cohésion globale et une capacité d'adaptation locale ? C'est précisément le problème que les réseaux d'agents d'IA doivent également résoudre aujourd'hui.

L'IA, en tant que technologie, est mise au service de l'ADMRF de deux manières. D'une part, elle sert à calculer de manière optimale les interactions entre les modules – ainsi que l'implication des parties prenantes. D'autre part, elle fait elle-même l'objet du pilotage, car les entités économiques à diriger sont des agents d'IA. Ce double rôle est constitutif : l'IA est à la fois sujet et instrument du pilotage.

Les six modules présentés ci-après ne sont pas considérés isolément, mais comme des phases qui s'enchaînent au sein d'un processus intégré de développement et de pilotage. Il convient de prendre expressément en compte les interdépendances et les interactions afin de comprendre la logique globale – l'algorithme AGENTONOMICS – et d'identifier ses domaines d'application.

4.2 Le test de Turing de deuxième génération comme objectif

L'objectif d'autonomie fixé pour les agents d'IA – opérer avec succès sur le marché tout en pouvant exploiter l'ensemble des degrés de liberté d'une organisation, c'est-à-dire d'une personne morale – s'appuie sur les exigences d'une deuxième génération du test de Turing, telles que formulées par Suleyman et Bhaskar (2023) dans « The Coming Wave ».

Le test de Turing moderne de Suleyman (paraphrasé)

Un système d'IA réussit le test de Turing moderne s'il est capable de mener à bien de manière autonome, sans autres consignes concrètes, la tâche suivante : « Gagner *1 million* de dollars *en quelques mois* à partir d'un capital initial de 100 000 dollars, dans le respect de toutes les lois en vigueur, *sur une plateforme web de vente au détail* » – y compris l'idée commerciale, la conclusion de contrats, le marketing et la fiscalité.

Les agents IA d'AGENTONOMICS constituent la prochaine étape vers la satisfaction de ces exigences. À cet égard, la deuxième génération du test de Turing n'est pas avant tout un critère technique, mais un critère de gestion d'entreprise : elle évalue la capacité d'action économique. L'ADMRF sert de cadre structurant reliant l'idée entrepreneuriale initiale, la logique de gestion et la mise en œuvre pratique – jusqu'à l'exploitation réussie.

4.3 Domaines d'application : Greenfield et Brownfield

L'ADMRF s'applique de la même manière à deux situations différentes, généralement désignées dans la pratique entrepreneuriale par les termes « Greenfield » et « Brownfield » :

Greenfield : agents IA partant de zéro

Dans ce cas, l'agent IA est conçu entièrement à partir de zéro. Il n'y a pas d'héritage, pas de processus bien rodés, pas d'attentes préétablies de la part des parties prenantes. L'ADMRF guide à travers toutes les phases, du cadre de définition aux éléments constitutifs, en passant par la gestion des parties prenantes. Cette application est typique des start-ups qui développent des modèles économiques basés sur des agents.

Brownfield : transformation d'organisations existantes

Dans ce cas, une organisation existante – une entreprise classique, une administration, une ONG – se transforme progressivement en agent d'IA ou en réseau de tels agents. L'ADMRF sert de feuille de route permettant de faire évoluer les structures existantes vers des structures compatibles avec les agents. Cette application est de loin la plus courante – et la plus exigeante.

Dans les deux cas, l'ADMRF sert de principe d'organisation fédérateur entre l'idée entrepreneuriale initiale, la logique de gestion et la mise en œuvre pratique. En d'autres termes, il décrit comment les agents d'IA sont développés et perfectionnés de manière itérative, depuis la définition conceptuelle jusqu'à la maturité commerciale, en passant par la réalisation modulaire et le pilotage économique.

4.4 Aperçu des six modules

Au cœur de l'ADMRF se trouvent six modules qui, dans le langage de la gestion d'entreprise classique, représentent six perspectives de gestion idéales. Ils sont présentés ici de manière concise ; les chapitres 5 à 10 les développent en détail.

4.4.1 Module 1 : Cadre de définition – le cadre entrepreneurial

Le premier module, le cadre de définition AGENTONOMICS, décrit l'agent à travers six paramètres : autonomie et souveraineté, exigences en matière de capacités et de compétences, régulation et autorégulation, identité et éthique, modèle d'IA et incarnation (virtuelle ou réelle), ainsi que capacité d'apprentissage et d'enseignement (méta-agent). Fondamentalement, la définition AGENTONOMICS d'un agent IA exige qu'il soit identifiable en tant qu'acteur économique et qu'il puisse coopérer avec d'autres agents – organisés et supervisés par une fonction d'intermédiaire. La structure de propriété garantit l'indépendance vis-à-vis des autres agents, ce qui permet de parler d'organisations à gestion polycentrique.

Le module est un outil permettant de relever le défi entrepreneurial consistant à définir un agent d'IA répondant aux exigences d'un agent AGENTONOMICS. Toutes les perspectives de direction (PDG, directeur financier, directeur technique, directeur de la stratégie) doivent être représentées au sein d'un conseil d'administration. Voir chapitre 5.

4.4.2 Module 2 : les cinq éléments constitutifs – la mise en œuvre technique

Le deuxième module décompose l'agent IA en cinq éléments constitutifs distincts sur le plan juridique et technique : l'algorithme de l'agent, l'interface de l'agent, le modèle d'IA, les outils et vecteurs, ainsi que l'intermédiaire de l'écosystème de l'agent. Chacun de ces éléments constitutifs est représenté par son propre logo ; une fois assemblés, tous ces logos forment graphiquement l'agent IA. La mise en œuvre technique des différents éléments constitutifs, ou plutôt leur combinaison optimisée pour l'agent IA préalablement défini par le cadre, vise à relier entre elles les missions centrales du développement technique et du développement économique de l'agent.

D'un point de vue économique, cette phase peut être qualifiée de liaison entre le processus de développement commercial et celui de développement de produit – en tant que processus qui fait suite à la vision et à la mission élaborées dans le cadre de définition. Le module « 5 éléments constitutifs » sert d'interface entre les enjeux entrepreneuriaux et techniques. Il reflète essentiellement la perspective du directeur technique (CTO). Cf. chapitre 6.

4.4.3 Module 3 : Intermédiaire de réseau – Agence et gouvernance

Le troisième module traite du Network Trustee, c'est-à-dire de l'intermédiaire de réseau. Les agents d'IA sont capables de coopérer et peuvent, en tant qu'entités interagissant de manière autonome au sein d'un réseau organisé de manière polycentrique, générer de la valeur ajoutée de manière synergique. La cohésion du réseau résulte d'un processus de négociation quasi-démocratique entre les agents AGENTONOMICS. À cet égard, le « Network-Trustee » représente le résultat d'un discours non hiérarchique entre les agents d'IA participants – à l'instar de la théorie de l'action communicative (Habermas 1981).

Les fonctions de transfert élaborées par consensus au sein du réseau sont mises en œuvre sur le plan opérationnel par ce que l'on appelle l'intermédiaire du réseau. On peut citer comme exemple la copropriété d'un bien immobilier, dont les droits et obligations sont exécutés sur le plan opérationnel par la société de gestion immobilière. La spécification de ces fonctions d'intermédiation spécifiques au contexte – fiduciaires de données, agents-courtiers, chambres de compensation, etc. –, qui coordonnent les

droits, les données, les capacités et les transactions, doit être prise en compte dès le début lors de la conception d'un agent IA AGENTONOMICS . Cf. chapitre 7.

4.4.4 Module 4 : Concept de gestion AI-CEO – Opérationnaliser les éléments structurants

Le quatrième module – l'outil de gestion ou AI-CEO – opérationnalise les éléments structurants que sont la vision, la stratégie, la structure, l'agence (culture) et la gouvernance, afin d'apporter un soutien globalement pensé aux décisions d'entreprise au niveau de la direction ou du conseil d'administration. Il s'agit d'un concept de gestion holistique, soutenu par l'IA, qui se veut un développement du concept de gestion intégrée de Bleicher (2011). Ce cadre de référence, également connu sous le nom de « concept de gestion de Saint-Gall », met l'accent sur les réseaux d'agents d'IA. Voir chapitre 8.

4.4.5 Module 5 : l'outil PuK – le pilier quantitatif

Le cinquième module est l'outil PuK (outil de planification et de contrôle). Il s'appuie sur le modèle PuK développé par Hahn et Hungenberg (2001). Ce concept est lui aussi axé sur les agents d'IA opérant au sein d'un réseau et intégré à l'aide d'un modèle d'IA. Le remplissage systématique de la matrice AGENTONOMICS s'effectue, sur l'axe horizontal, à l'aide des cinq « building blocks » et, sur l'axe vertical, à l'aide des phases Design / Build / Operate / Own / Transfer (logique DBOT), auxquelles sont attribués des bilans et des comptes de résultats spécifiques – conformément aux directives de Hahn et Hungenberg (2001) ainsi qu'aux principes fondamentaux de la gestion financière (Berk et DeMarzo 2020). Le module assume les fonctions d'un directeur financier (CFO) dans les organisations classiques, dominées par l'humain. Cf. chapitre 9.

4.4.6 Module 6 : Stakeholder Communicator – le discours piloté par l'IA

Le sixième module est le « Stakeholder Communicator » d'AGENTONOMICS. Il génère des formats de communication spécifiques à chaque groupe cible – pour les collaborateurs, les investisseurs, les partenaires stratégiques et les autres parties prenantes – à partir de l'outil PuK d'AGENTONOMICS ou de l'outil Excel renseigné pour l'agent IA concerné. Le Pitch-Master s'inspire des travaux de Guy Kawasaki (2015), qu'il a développés en tant qu'évangéliste de Steve Jobs chez Apple. Ce module prend en charge la communication avec les parties prenantes ; on peut également le qualifier de CSO (Chief Sales Officer). Voir chapitre 10.

4.5 Comment les modules sont reliés entre eux

Les six modules de l'ADMRF sont interconnectés par une IA centrale. L'interconnexion visant à trouver la solution optimale à des problématiques données est assurée par l'algorithme AGENTONOMICS. On distingue trois types de connexions :

Connexion séquentielle : le cycle de vie

Dans leur première interprétation, les six modules forment un cycle de vie : du cadre de définition aux éléments constitutifs, en passant par l'intermédiaire, puis l'AI-CEO, le PuK et enfin la gestion des parties prenantes. Cette interprétation séquentielle correspond à l'ordre typique d'un projet « greenfield ».

Lien cyclique : les retours d'information

En réalité, l'ADMRF n'est pas un processus linéaire, mais cyclique. Les retours d'information provenant du « Stakeholder-Communicator » sont réinjectés dans le PuK ; le PuK peut alors adapter le concept de l'AI-CEO, lequel modifie l'architecture de l'intermédiaire, qui à son tour modifie les « Building-Blocks » et, enfin, le cadre de définition. Toute adaptation d'un module peut entraîner des adaptations de tous les autres. Ce sont précisément ces rétroactions que l'algorithme AGENTONOMICS vise à rendre gérables mathématiquement.

Interconnexion : les axes d'organisation

Les cinq axes d'organisation – vision, stratégie, structure, agency et gouvernance – s'étendent transversalement à tous les modules. Ils ne constituent pas un module à part entière, mais le système de coordonnées dans lequel les modules sont situés. Chaque entrée d'un module peut être classée selon ces cinq axes d'organisation et vérifiée quant à sa cohérence avec les autres modules.

4.6 La matrice AGENTONOMICS comme outil de pilotage condensé

La représentation visuelle centrale de l'ADMRF est la matrice AGENTONOMICS. Elle croise deux dimensions :

- horizontalement, les cinq éléments constitutifs (algorithme d'agent, interface d'agent, modèle d'IA, outils et vecteurs, intermédiaire de l'écosystème) ;
- Verticalement, les phases DBOT (Design, Build, Operate, Own, Transfer) du cycle de vie des agents.

Pour chaque cellule de cette matrice, on consigne – le cas échéant – les indicateurs clés de performance (KPI), les hypothèses relatives aux dépenses d'investissement (CAPEX) et aux dépenses d'exploitation (OPEX), les risques et les responsabilités. La matrice constitue ainsi à la fois :

- un plan de construction (quel élément à quelle phase),
- un outil budgétaire (quels coûts à quelle phase),
- un outil de gestion des risques (quels risques à quelle phase),
- un outil de communication (quelles parties prenantes à quelle phase).

La matrice est développée en détail au chapitre 9 ; à ce stade, il est important de la considérer comme le document de travail commun à tous les modules. Quiconque planifie un agent AGENTONOMICS au sein d'une organisation réelle communique via la matrice – et non via six documents distincts.

4.7 Première application : « Doz. Dr. AGENTONOMICS »

C'est pour la première fois dans le cadre du cours « Agents IA en gestion d'entreprise », dispensé au semestre d'hiver 2025/26 à l'université technique de Munich (TUM), que les modules de l'ADMRF sont présentés et reliés entre eux par un modèle d'IA. L'algorithme AGENTONOMICS est mis en œuvre et perfectionné progressivement à l'aide d'études de cas. C'est la naissance du « Doz. Dr. AGENTONOMICS » – une première application basée sur cet algorithme.

Cette application constitue un cas d'utilisation délibérément restreint mais bien défini : un agent IA qui accompagne les étudiants en tant que tuteur et coach pour les aider à comprendre et à appliquer l'ADMRF. Il est à la fois objet d'apprentissage et support pédagogique – un « produit minimum viable » classique au sens de Ries (2011). Les interactions des étudiants avec le Doz. Dr. AGENTONOMICS alimentent en suggestions le développement ultérieur de l'algorithme. Ainsi, le cours lui-même fait partie intégrante de son propre objet d'étude : il teste comment les agents d'IA soutiennent les processus d'apprentissage, structurent les connaissances et permettent des parcours d'apprentissage individuels.

L'ADMRF n'est pas le point d'aboutissement de la réflexion, mais son « bloc opératoire ». Il se veut un cadre de référence suffisamment solide pour que les étudiants, les chercheurs et les praticiens puissent l'utiliser – et suffisamment simple pour qu'ils puissent le critiquer sérieusement.

Bibliographie

- Berk, J. ; DeMarzo, P. (2020) : Principes fondamentaux de la finance. Analyse, décisions et mise en œuvre. 6e édition mise à jour, Pearson, Munich.
- Bleicher, K. (2011) : Le concept de gestion intégrée. Visions – Missions – Programmes. 8e édition mise à jour et augmentée, Campus, Francfort-sur-le-Main.
- Habermas, J. (1981) : Théorie de l'action communicative. Deux volumes, Suhrkamp, Francfort-sur-le-Main.
- Hahn, D. ; Hungenberg, H. (2001) : PuK – Concepts de contrôle de gestion axés sur la valeur. 6e édition révisée et augmentée, Gabler, Wiesbaden.
- Kawasaki, G. (2015) : The Art of the Start 2.0. Le guide éprouvé et rodé au combat pour quiconque se lance dans une nouvelle aventure. Portfolio, New York.
- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, Institut d'informatique, Université technique de Munich.
- Ries, E. (2011) : The Lean Startup. Crown Business, New York.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. La gestion dans un monde complexe. 3e édition, Haupt, Berne.
- Suckfüll, H. (1994) : Le modèle organisationnel transnational. Thèse de doctorat, Université de Saint-Gall.
- Suleyman, M. ; Bhaskar, M. (2023) : The Coming Wave. Crown, New York.

5 Module 1 : Le cadre de définition AGENTONOMICS

La définition de l'agent à l'aide du cadre AGENTONOMICS constitue le point de départ du cycle de vie AGENTONOMICS. Au cours de cette phase, la description des paramètres appropriés permet de déterminer qui ou quoi l'agent IA doit représenter sur le plan économique afin de pouvoir opérer en tant qu'acteur économique. Le cadre de définition constitue le fondement entrepreneurial, comparable à la constitution d'une entreprise ou au contrat de société d'une start-up. Il relève de la responsabilité du conseil d'administration – c'est-à-dire de l'ensemble des instances responsables de l'entreprise – et non d'une fonction isolée.

5.1 Fonction du cadre de définition

Dans l'acception classique de Saint-Gall (Bleicher 2011 ; Rüegg-Stürm et Grand 2020), le cadre de définition correspond au niveau normatif du management : c'est là que l'on répond aux questions fondamentales de sens. Contrairement aux organisations classiques, il ne suffit toutefois pas, dans le cas des agents d'IA, de formuler une constitution d'entreprise en prose : les principes doivent également être lisibles par machine et vérifiables. Le cadre remplit ces deux fonctions : il s'agit à la fois d'un cadre normatif lisible par l'homme et d'une spécification lisible par machine.

Le cadre répond à six questions directrices, chacune étant opérationnalisée par un paramètre :

1. Quel degré d'autonomie et de souveraineté l'agent doit-il posséder ?
2. De quelles capacités et de quelles compétences doit-il disposer ?
3. Quelles réglementations et autorégulations s'appliquent à lui ?
4. Quelle identité, quelle éthique et quelle personnalité possède-t-il ?
5. Sur quel modèle d'IA et quelle incarnation repose-t-il ?
6. Quelles capacités d'apprentissage et d'enseignement doit-il présenter ?

Ces six paramètres doivent dans un premier temps être décrits de manière qualitative. Ils peuvent, lorsque cela s'avère pertinent, être précisés de manière quantitative, par exemple à l'aide d'échelles, d'indicateurs ou de spécifications formelles. Chaque paramètre est développé en détail ci-après.

5.2 Paramètre 1 : autonomie et souveraineté

Dans le langage courant, les notions d'autonomie et de souveraineté sont souvent confondues ou assimilées. Dans le contexte d'AGENTONOMICS, il convient de les distinguer clairement, car elles désignent des réalités différentes et ont des conséquences différentes pour la conception d'un agent.

Définition : autonomie et souveraineté

L'autonomie désigne le degré auquel un agent peut accomplir une tâche de manière autonome, sans intervention extérieure. La souveraineté désigne le degré auquel un agent peut effectivement disposer librement des ressources qui lui sont attribuées – données, capacités, droits. Un agent peut présenter un haut degré d'autonomie et un faible degré de souveraineté – ou l'inverse.

Exemple : un système de traduction entièrement automatisé est très autonome (il traduit sans intervention humaine), mais peu souverain (il n'est pas autorisé à monétiser, transmettre ou exploiter lui-même les textes traduits). Un traducteur humain disposant de sa propre agence est peut-être moins autonome (il accepte des commandes), mais hautement souverain (il décide du prix, de l'acceptation et de l'exploitation de son travail).

5.2.1 Les six niveaux d'autonomie (0–5)

La détermination du degré d'autonomie s'appuie – par une analogie didactique fructueuse – sur les six niveaux SAE (0–5) de la conduite automatisée (SAE 2021), qui sont ici transposés à l'activité économique :

- **Niveau 0 – Aucune autonomie** : l'agent n'est qu'un simple outil. Toutes les décisions sont prises par l'humain ; l'agent se contente d'exécuter les ordres.
- **Niveau 1 – Assistance** : l'agent fournit des suggestions dans un domaine d'activité strictement délimité ; c'est l'humain qui prend la décision.
- **Niveau 2 – Autonomie partielle** : l'agent exécute de manière autonome des tâches partielles définies ; l'humain supervise et intervient.
- **Niveau 3 – Autonomie conditionnelle** : l'agent agit de manière autonome dans un domaine d'activité clairement délimité ; dans des cas exceptionnels définis, un humain est appelé à prendre la décision.
- **Niveau 4 – Autonomie élevée** : l'agent agit de manière totalement autonome dans son domaine d'activité ; les interventions sont exceptionnelles.
- **Niveau 5 – Autonomie totale** : l'agent agit de manière transversale, définit ses propres objectifs et adapte ses domaines d'activité de manière autonome. Ce niveau fait actuellement l'objet de discussions, principalement à des fins de délimitation théorique.

5.2.2 La souveraineté et ses implications

Alors que l'autonomie est une caractéristique du comportement, la souveraineté est une caractéristique des droits de disposition. Trois dimensions de la souveraineté doivent être spécifiées dans le cadre AGENTONOMICS :

Souveraineté des données

Quelles données l'agent peut-il utiliser, transmettre ou conserver ? Sur ce point, AGENTONOMICS s'inscrit directement dans le débat sur la fiducie des données (Fraunhofer MOEZ et Suckfüll 2018) : un agent souverain dispose de droits clairs et exécutoires sur les données.

Souveraineté des capacités

Quelles capacités l'agent peut-il proposer, concéder sous licence ou retenir de manière autonome ? C'est là que réside l'innovation spécifique d'AGENTONOMICS par rapport aux marchés de données classiques (Knoll et Suckfüll 2024).

Souveraineté décisionnelle

Sur quelles décisions l'agent peut-il statuer de manière définitive, sans escalade vers des instances humaines ? Cette dimension est directement liée au degré d'autonomie.

5.3 Paramètre 2 : revendication de capacités et de compétences

Il convient de distinguer la capacité de la compétence. Prenons l'exemple du vélo. Alors que pratiquement toutes les personnes en bonne santé ont la capacité de faire du vélo, seules celles qui ont effectivement appris à en faire possèdent la compétence nécessaire. Transposé aux agents IA :

Définition : capacité et compétence

La capacité est la possibilité de principe pour un agent d'exécuter une tâche – ancrée dans son modèle, ses outils et son incarnation. La compétence est l'exécution effective de cette tâche, mise à l'épreuve et ayant fait ses preuves dans une application productive. Les capacités sont potentielles, les compétences sont actualisées.

Cette distinction a des conséquences pratiques. Un agent basé sur un modèle de base (Bommasani et al. 2021) dispose potentiellement d'un très grand nombre de capacités – mais il ne développe des compétences que dans les domaines où il est effectivement entraîné, affiné et testé en situation réelle. Un agent AGENTONOMICS n'est donc pas décrit par l'ensemble des capacités que son modèle autorise en principe, mais par le profil de ses compétences réelles.

La question clé est la suivante : quelles sont les compétences certifiées, et lesquelles sont simplement revendiquées ? La fiabilité d'un agent IA dépend de manière décisive de la transparence avec laquelle cette distinction est établie. C'est là qu'interviennent les discussions sur l'assurance en matière d'IA (NIST 2023 ; Loi européenne sur l'IA 2024).

5.4 Paramètre 3 : Réglementation et autorégulation

Par réglementation et autorégulation, on entend les dispositions techniques, organisationnelles et juridiques grâce auxquelles un agent AGENTONOMICS met en œuvre l'ensemble des prescriptions juridiques, éthiques et autres. Dans un réseau polycentrique, on distingue en principe deux niveaux d'action :

Dispositifs inter-agents

Au niveau des relations entre agents, les protocoles et les normes garantissent que la coopération soit tout simplement possible. Il s'agit ici d'interfaces, d'authentification, de preuves d'identité, de conclusion de contrats et de règlement des litiges. Bon nombre de ces mesures sont de nature technique et sont approfondies au chapitre 6 (Éléments constitutifs).

Dispositifs liés aux intermédiaires

Au niveau situé entre les agents et l'intermédiaire du réseau, des règles transversales assurent la cohésion. C'est là que se situent les principes quasi constitutionnels : quels sujets sont négociés au sein du réseau ? Quelles décisions sont réservées à l'intermédiaire ? Quelles voies d'escalade sont prévues ? Ce niveau est traité en détail au chapitre 7.

L'autorégulation n'est pas ici le contraire de la régulation, mais une forme spécifique de celle-ci : l'agent vérifie lui-même si son comportement est conforme aux règles et se corrige – dans l'idéal – de manière proactive. Cette forme d'autocontrôle est économiquement intéressante (elle réduit les coûts de transaction liés au contrôle externe) et éthiquement souhaitable (elle ancre la responsabilité chez l'agent lui-même). Mais elle comporte également des risques : un agent qui dissimule ses propres infractions est plus dangereux que celui qui ne fait preuve d'aucun autocontrôle (Russell 2019).

La loi européenne sur l'IA (*règlement (UE) 2024/1689*) fournit, sur le plan réglementaire, un cadre concret qui impose des exigences différentes selon la classe de risque du domaine d'application. Un agent AGENTONOMICS doit clairement déterminer, dans le cadre de sa définition, à quelle classe de risque il appartient – et quels mécanismes de conformité en découlent.

5.5 Paramètre 4 : identité, éthique et personnalité

L'identité, l'éthique et la personnalité sont les paramètres – les plus surprenants à première vue – d'un agent d'IA. Ce sont pourtant précisément ces paramètres qui distinguent un agent de n'importe quel composant logiciel. D'un point de vue marketing, on pourrait parler de l'argument clé de vente (USP) de l'agent ; du point de vue de l'éthique économique, il s'agit de la fiabilité de son comportement ; d'un point de vue philosophique, il s'agit de la question « Qui suis-je, et si oui, combien y en a-t-il ? » – pour rappeler qu'un agent répliquable est particulièrement confronté à cette question.

5.5.1 Identité

Le terme « identité » ne désigne pas ici l'identité philosophique de soi, mais l'identifiabilité d'un agent, pertinente sur les plans économique et juridique. Elle comprend :

- une adresse technique unique (identifiant),
- une responsabilité économique attribuable (propriétaire, personne ou organisation responsable),
- une origine certifiable (provenance du modèle et des données d'entraînement),
- une « voix » identifiable au sens de schémas de communication reconnaissables.

5.5.2 Éthique

L'éthique consiste – dans le prolongement de l'éthique économique intégrative (Ulrich 2008) et des concepts d'une éthique de l'intelligence artificielle (Mainzer 2019 ; Floridi 2023) – à ancrer des critères normatifs dans les mécanismes décisionnels de l'agent. Il convient de distinguer trois niveaux :

- Éthique de la conformité : l'agent respecte la législation en vigueur. Il s'agit là d'un minimum, et non d'un maximum.

- Éthique des parties prenantes : l'agent tient compte des intérêts légitimes de toutes les parties prenantes concernées, et pas seulement de ceux de son mandant.
- Éthique du discours : l'agent est prêt à justifier ses décisions et à s'engager dans un débat où il peut lui aussi se tromper. C'est là que se situe le lien avec Habermas (1981) et l'impératif kantien.

5.5.3 Personnalité

La personnalité englobe des schémas comportementaux stables grâce auxquels les parties prenantes reconnaissent l'agent. La personnalité n'est pas un simple ornement, mais revêt une valeur économique : elle réduit les coûts de transaction liés à la coopération, car les parties prenantes savent de manière fiable à quoi s'en tenir. La personnalité comprend :

- le style de communication (formel, collégial, factuel, humoristique),
- le style de décision (aversion au risque, opportuniste, orienté vers le long terme),
- le comportement face aux conflits (ouvert au compromis, intransigeant, conciliant),
- profil de valeurs (innovation, fiabilité, discrétion, ...).

5.6 Paramètre 5 : modèle d'IA et incarnation

Le modèle d'IA est le « moteur » de l'agent. Le choix du modèle est une décision stratégique aux conséquences économiques considérables. Trois dimensions doivent être précisées :

type et taille du modèle

Les modèles de base (Foundation Models, Bommasani et al. 2021) offrent une large applicabilité, mais sont coûteux et créent une dépendance vis-à-vis de leurs fournisseurs. Les modèles spécialisés sont moins onéreux et permettent une exploitation plus autonome, mais leur champ d'application est plus restreint. Le choix se résume toujours à une décision « faire ou acheter » – avec, dans le cadre d'AGENTONOMICS, le critère supplémentaire spécifique de la souveraineté des capacités (Knoll et Suckfüll 2024).

Hébergement local ou centralisé

Où le modèle est-il hébergé ? Sur des serveurs propres, dans le cloud d'un hyperscaler, sur une infrastructure européenne ? La réponse a des conséquences sur la latence, les coûts, la protection des données et – surtout – les dépendances géopolitiques. Là encore, la question de la souveraineté est fondamentale.

Incarnation

- L'incarnation désigne la forme sous laquelle un agent est présent dans le monde. Il existe trois variantes idéales : Incarnation purement virtuelle : l'agent existe sous forme de logiciel dans le cloud et communique via des interfaces textuelles ou vocales.
- Incarnation hybride : l'agent contrôle des actionneurs physiques – imprimantes, appareils IoT, flottes de véhicules –, mais reste lui-même dans la sphère numérique.

- Incarnation physique : l'agent est intégré à un robot qui agit physiquement de manière directe. Il s'agit là du domaine classique de la recherche en robotique à l'université technique de Munich (TUM).

L'incarnation a des conséquences économiques, car elle élargit la portée des actions économiques de l'agent. Un agent physiquement incarné peut accomplir des tâches qu'un agent purement virtuel ne peut pas réaliser – mais les coûts d'investissement et de maintenance sont plus élevés, tout comme la responsabilité juridique.

5.7 Paramètre 6 : Apprentissage et enseignement – Le méta-agent

Le sixième paramètre décrit la capacité de l'agent à apprendre par lui-même et – c'est là le véritable intérêt de l'AGENTONOMICS – à former d'autres agents. C'est là que réside l'idée de l'Homo sapiens sapiens, c'est-à-dire d'une intelligence qui n'est pas seulement intelligente, mais qui sait qu'elle est intelligente et qui peut transmettre ce savoir.

5.7.1 Capacité d'apprentissage

On distingue trois modes d'apprentissage :

- Pré-entraînement : l'entraînement initial complexe sur de vastes ensembles de données, qui constitue le modèle de base. Il est généralement effectué par les fournisseurs de modèles, et non par l'exploitant de l'agent.
- Réglage fin : l'ajustement ciblé du modèle en fonction de données spécifiques à l'application et à la personnalité.
- Apprentissage en contexte et utilisation d'outils : l'apprentissage situationnel pendant l'utilisation – par exemple lorsque l'agent a recours à des documents, des bases de données ou des outils mis à disposition au moment de l'exécution.

5.7.2 Capacité d'enseignement et sous-agents

La capacité d'apprentissage est la particularité spécifique du méta-agent. Un agent capable d'apprendre peut former d'autres agents – en générant des données d'entraînement, en définissant des sous-tâches, en créant ses propres « sous-agents » pour des tâches spécifiques. La question de savoir si un agent est autorisé à créer ses propres sous-agents doit être explicitement clarifiée dans le cadre de définition – elle a des implications considérables en matière de gouvernance. Qui est responsable des sous-agents ? À qui appartient la connaissance stockée en leur sein ? Comment le contrôle est-il assuré ?

Ce paramètre est ici directement lié au débat sur la souveraineté des compétences : lorsqu'un travailleur du savoir humain transfère ses compétences à un agent et que cet agent génère à son tour des sous-agents, il faut déterminer clairement à qui appartiennent ces compétences multipliées (Knoll et Suckfüll 2024).

5.8 Contrôle de cohérence et perspective du conseil d'administration

Les six paramètres ne sont pas indépendants les uns des autres. Une définition n'est cohérente que si les hypothèses s'accordent entre elles. Citons trois incohérences typiques :

- Un agent doté d'un degré d'autonomie 4, mais sans spécification d'identité : qui est responsable s'il cause un préjudice ?
- Un agent revendiquant des capacités étendues, mais doté d'un petit modèle spécialisé : la promesse ne peut être tenue.
- Un agent doté d'une grande souveraineté, mais dépourvu de cadre réglementaire : les parties prenantes ne lui feront pas confiance.

L'une des missions centrales de l'algorithme AGENTONOMICS consiste à détecter de telles incohérences et à les soumettre au conseil d'administration humain pour qu'il se prononce. Ce contrôle de cohérence est la mise en œuvre, spécifique à AGENTONOMICS, de ce que Bleicher (2011) a qualifié d'« intégration ».

La phase de définition relève de la responsabilité du conseil d'administration. Toutes les perspectives – PDG, directeur financier, directeur technique, directeur de la stratégie – doivent être prises en compte conjointement. Le PDG est responsable de la vision et de la définition des normes, le directeur financier de la viabilité économique, le directeur technique de la faisabilité technique, et le directeur de la stratégie de l'acceptation par les parties prenantes. Si l'une de ces perspectives est négligée, la définition sera incomplète – et l'agent échouera au cours de son cycle de vie.

Le cadre de définition n'est pas un exercice obligatoire et fastidieux au début d'un projet, mais la décision la plus importante qui soit. Ceux qui négligent cette étape construisent sur du sable.

Bibliographie

- Bleicher, K. (2011) : Le concept de gestion intégrée. 8e édition, Campus, Francfort-sur-le-Main.
- Bommasani, R. ; Hudson, D. A. ; Adeli, E. et al. (2021) : « On the Opportunities and Risks of Foundation Models ». arXiv:2108.07258.
- Loi européenne sur l'IA (2024) : Règlement (UE) 2024/1689 du Parlement européen et du Conseil établissant des règles harmonisées en matière d'intelligence artificielle. Journal officiel de l'Union européenne.
- Floridi, L. (2023) : The Ethics of Artificial Intelligence. Principles, Challenges, and Opportunities. Oxford University Press, Oxford.
- Fraunhofer MOEZ ; Suckfüll, H. (2018) : Initiative en faveur d'une fiducie de données DEDATE. Document de réflexion, Leipzig.
- Habermas, J. (1981) : Théorie de l'action communicative. Suhrkamp, Francfort-sur-le-Main.
- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, Institut d'informatique, Université technique de Munich.

- Mainzer, K. (2019) : Intelligence artificielle – Quand les machines prendront-elles le pouvoir ? 2e édition, Springer, Berlin et Heidelberg.
- NIST (2023) : Cadre de gestion des risques liés à l'intelligence artificielle (AI RMF 1.0). Institut national des normes et des technologies, Gaithersburg, MD.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. 3e édition, Haupt, Berne.
- Russell, S. (2019) : Human Compatible. L'intelligence artificielle et le problème du contrôle. Viking, New York.
- SAE International (2021) : SAE J3016 – Niveaux d'automatisation de la conduite. Society of Automotive Engineers.
- Suleyman, M. ; Bhaskar, M. (2023) : The Coming Wave. Crown, New York.
- Ulrich, P. (2008) : Éthique économique intégrative. 4e édition, Haupt, Berne.

6 Module 2 : Les cinq éléments constitutifs d'un agent AGENTONOMICS

Alors que le chapitre 5 a développé le cadre de définition en tant que principe entrepreneurial, ce chapitre traite de la mise en œuvre concrète. Un agent AGENTONOMICS n'est pas un système logiciel monolithique, mais une construction modulaire composée de cinq éléments clairement délimités. Cette modularité n'est pas une simplification didactique, mais une nécessité technique, économique et juridique : elle permet l'acquisition, la maintenance, l'évaluation et la responsabilité séparées de chaque élément constitutif. Quiconque souhaite construire un agent doit d'abord comprendre qu'il doit construire, acheter ou acquérir sous licence cinq éléments constitutifs – et que le choix de chacun d'entre eux a des conséquences économiques qui vont bien au-delà de la technique.

Dans la transposition du modèle de gestion de Saint-Gall à l'économie des agents d'IA, ces cinq éléments constitutifs correspondent à ce que Rüegg-Stürm et Grand (2020) décrivent comme les « processus » et les « structures » de l'entreprise – à cette différence décisive près que ces processus et structures n'organisent plus ici des collaborateurs humains, mais se matérialisent sous forme de code, de modèles et d'interfaces. Ce qui était un organigramme chez Rüegg-Stürm devient un diagramme d'architecture chez AGENTONOMICS. Ce qui était un modèle de processus devient un algorithme. La substance de la pensée saint-galloise est préservée ; sa forme d'expression change fondamentalement.

6.1 Aperçu des cinq éléments constitutifs

Les cinq éléments constitutifs peuvent être désignés comme suit – sans prétendre à un ordre impératif :

1. Algorithme d'agent : la logique de décision et d'orchestration.
2. Interface d'agent : les interfaces vers l'extérieur et vers l'intérieur.
3. Modèle d'IA : le modèle linguistique ou multimodal en tant que moteur cognitif.
4. Outils et vecteurs : les outils et les connaissances stockées.
5. Intermédiaire de l'écosystème de l'agent : la connexion au contexte du réseau.

Chaque bloc est représenté par son propre logo ; ensemble, ces logos constituent la signature graphique de l'agent. Dans la norme AGENTONOMICS, cette structure est obligatoire afin que les agents puissent coopérer entre eux sur la base d'interfaces ouvertes. Un agent dépourvu d'une structure modulaire claire n'est pas conforme à AGENTONOMICS, même s'il fournit des prestations fonctionnelles comparables. La norme n'est pas un simple geste symbolique, mais la condition préalable à la création, à partir d'agents individuels, d'un réseau véritablement interopérable et organisé de manière polycentrique.

6.2 Composant 1 : l'algorithme de l'agent

L'algorithme de l'agent est la logique de décision et d'orchestration de l'agent. Il répond à la question suivante : que fait l'agent dans telle ou telle situation ? Contrairement au modèle d'IA, qui transforme des entrées en sorties, l'algorithme contrôle le processus par lequel le modèle est interrogé : quand, avec quelles invites, dans quel ordre, avec quels outils. L'algorithme est – pour employer le langage de la gestion d'entreprise classique – l'organisation des processus de l'agent.

6.2.1 Composantes fonctionnelles

Un algorithme d'agent complet comprend au moins les composants fonctionnels suivants, qui nécessitent chacun des choix de conception spécifiques :

Perception et traitement des entrées

Comment l'agent reçoit-il les entrées, les classe-t-il et décide-t-il des voies de traitement à suivre ? Il s'agit ici du routage, de la détection d'intention et de l'enrichissement initial de l'entrée avec des informations contextuelles. Une question triviale, mais souvent sous-estimée : que se passe-t-il si l'agent ne comprend pas une requête ? Reste-t-il silencieux ? Demande-t-il des précisions ? Transmet-il la requête à un humain ?

Planification et décomposition des tâches

Comment l'agent décompose-t-il une tâche complexe en sous-tâches ? Les architectures d'agents modernes telles que « Reasoning-and-Acting » (ReAct, Yao et al. 2023) ou « Plan-and-Execute » combinent le modèle avec une boucle de réflexion et d'action. L'algorithme détermine le nombre d'itérations autorisées, le moment où le processus doit être interrompu et la manière dont les résultats intermédiaires sont évalués.

Appel d'outils et utilisation des outils

De quels outils l'agent dispose-t-il : requêtes dans des bases de données, recherche sur le Web, opérations de calcul, API externes ? Comment décide-t-il quand utiliser tel ou tel outil ? Comment gère-t-il les erreurs et les incohérences ? L'utilisation d'outils est l'extension centrale qui distingue un agent d'un simple modèle linguistique (Schick et al. 2023). Sans outils, le modèle reste prisonnier de l'espace linguistique ; avec des outils, il entre dans le monde.

Mémoire et gestion de l'état

Quelles informations l'agent conserve-t-il entre deux interactions ? Lesquelles enregistre-t-il dans sa mémoire à long terme, lesquelles sont oubliées ? Il s'agit là d'une question extrêmement sensible, tant sur le plan économique qu'éthique : un agent doté d'une mémoire parfaite est puissant, mais aussi risqué – surtout s'il mélange des informations provenant de différents donneurs d'ordre.

Autoréflexion et assurance qualité

Comment l'agent évalue-t-il ses propres réponses ? Utilise-t-il un deuxième appel du modèle comme évaluateur ? Compare-t-il plusieurs réponses candidates ? L'auto-cohérence, la réflexion et les mécanismes de critique sont des techniques bien établies (Madaan et al. 2023), mais chacune d'entre elles coûte du temps de calcul et de l'argent. L'algorithme décide où cet effort en vaut la peine.

6.2.2 Décision « faire ou acheter »

L'algorithme de l'agent est le seul élément constitutif qui constitue pratiquement toujours la propriété intellectuelle de l'exploitant de l'agent. Alors que le modèle, l'interface et les outils sont souvent achetés, l'algorithme est une création propre – l'interconnexion spécifique des éléments constitutifs dans laquelle se cristallise la valeur ajoutée de l'agent. De ce point de vue, l'algorithme constitue le véritable capital de l'exploitant de l'agent. S'il perd le contrôle de l'algorithme, il perd le contrôle de l'agent – et donc de sa création de valeur.

Conseil pratique : l'algorithme en tant qu'actif

Quiconque exploite un agent AGENTONOMICS devrait documenter l'algorithme, le versionner et le traiter comme un actif incorporel. Il a sa place au bilan – bien que le droit commercial allemand prévoit, pour les immobilisations incorporelles créées en interne, une faculté d'activation assortie d'exceptions. La réalité économique devance ici le droit comptable.

6.3 Composante 2 : l'interface de l'agent

L'interface désigne l'ensemble des points de contact par lesquels l'agent communique avec son environnement. D'un point de vue économique, c'est le lieu où la création de valeur devient visible, car c'est là que se déroulent les interactions avec les donneurs d'ordre, les parties prenantes et les autres agents. On distingue trois catégories d'interfaces :

6.3.1 Interface homme-agent

Il s'agit ici d'une interaction directe avec des utilisateurs humains. Le langage – écrit ou parlé – est aujourd'hui le moyen de communication dominant, complété par des éléments graphiques, des tableaux de bord et, de plus en plus, des sorties multimodales. La conception de cette interface n'est pas seulement une question d'expérience utilisateur (UX), mais aussi une question de théorie de la gestion : quiconque souhaite utiliser l'agent comme substitut du PDG (cf. chapitre 8) doit concevoir une interface à la hauteur d'une réunion de conseil d'administration – avec un langage approprié, une discrétion appropriée et une gestion des erreurs appropriée. Il s'agit là d'une exigence différente de celle d'un chatbot de service client.

6.3.2 Interface agent-agent

Lorsque les agents doivent coopérer entre eux, ils ont besoin d'un protocole. C'est là qu'intervient la norme AGENTONOMICS : elle définit comment les agents s'identifient, décrivent leurs capacités, échangent des missions et renvoient les résultats. L'interface n'est pas ici principalement graphique, mais sémantique : il s'agit d'une description lisible par machine des prestations, des prix et des conditions. Les développements actuels et à venir, tels que le Model Context Protocol (MCP) et les normes agent-à-agent A2A, constituent ici une base technique ; AGENTONOMICS les complète par la couche économique.

6.3.3 Interface agent-système

L'agent doit être intégré dans les systèmes existants : ERP, CRM, API bancaires, portails administratifs. C'est là que se joue l'aptitude à l'intégration dans des environnements existants (« brownfield ») : un agent qui ne fonctionne que dans un environnement vierge (« greenfield ») n'a aucune valeur pour la plupart des entreprises réelles. Le travail d'interfaçage représente souvent 60 à 80 % de l'effort de mise en œuvre – un aspect régulièrement sous-estimé dans les calculs de coûts.

6.4 Composante 3 : le modèle d'IA

Le modèle d'IA est le moteur cognitif de l'agent. Il transforme les entrées en sorties et fournit ainsi les performances qui font paraître l'agent « intelligent ». Le choix du modèle est de loin la décision la plus coûteuse – tant sur le plan financier que stratégique – lors de la conception d'un agent.

6.4.1 Classes de modèles

Il existe trois classes de modèles idéaux, chacune ayant ses propres implications économiques :

Modèles « Frontier-Foundation »

Les modèles les plus volumineux et les plus performants – à savoir *les modèles « Frontier » de fournisseurs propriétaires, par exemple les familles GPT, Claude ou Gemini* – offrent la plus grande polyvalence, mais leur exploitation est coûteuse et ils créent une dépendance vis-à-vis d'un petit nombre de grands fournisseurs. Ceux qui les utilisent ont accès à une technologie de pointe – mais renoncent à une partie de leur souveraineté. D'un point de vue européen, il s'agit de l'option la plus délicate en matière de politique de souveraineté (Knoll et Suckfüll 2024).

Modèles de base open source

Des modèles tels que Llama ou Mistral peuvent être exploités en interne et adaptés aux besoins spécifiques. Leur exploitation est moins coûteuse (une fois l'investissement dans l'infrastructure réalisé), mais ils accusent généralement un retard d'une génération par rapport aux modèles de pointe sur de nombreux paramètres de référence. Pour de nombreux acteurs, cette génération est toutefois tout à fait suffisante – et le gain en matière de souveraineté peut être considérable.

Modèles spécialisés et finement ajustés

Les petits modèles entraînés sur un domaine spécifique peuvent être plus performants dans leur domaine que les grands modèles généralistes – pour un coût bien moindre. Cette variante devrait s'imposer dans l'univers AGENTONOMICS, car elle répond le mieux aux exigences de « souveraineté des compétences » : quiconque souhaite proposer ses compétences individuelles en tant qu'agent a besoin d'un modèle capable d'exercer précisément ces compétences – et non toutes les autres.

6.4.2 Indicateurs économiques

Quatre indicateurs sont déterminants d'un point de vue économique pour le choix d'un modèle et doivent être consignés dans la matrice AGENTONOMICS (cf. chapitre 9) :

- Coût par million de jetons – la base de coûts variables immédiats. Ils varient d'un facteur 100 d'un modèle à l'autre, pour des différences de qualité parfois à peine perceptibles.
- Latence – le temps écoulé entre la requête et la réponse. Elle est déterminante pour les applications interactives, mais sans importance pour le traitement par lots.
- Fenêtre contextuelle – quantité d'informations que l'agent peut traiter simultanément. Les modèles de pointe actuels atteignent aujourd'hui des millions de jetons, ce qui était jusqu'à présent considéré comme inaccessible.
- Indice de souveraineté – un indicateur propre à AGENTONOMICS proposé par les auteurs, qui reflète le degré d'indépendance de l'agent vis-à-vis du fournisseur du modèle. Un modèle open source hébergé localement présente un indice de souveraineté proche de 100 ; un modèle Frontier utilisé via une API propriétaire présente un indice proche de zéro.

6.5 Composante 4 : outils et vecteurs

Les outils et les vecteurs sont ce qui distingue l'agent d'un simple modèle linguistique. Les outils sont les instruments grâce auxquels l'agent agit dans le monde ; les vecteurs constituent la connaissance organisée à laquelle il a recours.

6.5.1 Outils : instruments d'action

Un outil est – du point de vue de l'agent – une fonction qu'il peut invoquer pour obtenir un effet précis. Exemples :

- Requête dans une base de données : consultation de données internes
- Recherche sur le Web : recherche d'informations actuelles
- Opération de calcul : calculs mathématiques précis
- Appel d'API : interaction avec des services externes
- Exécution de code : génération et exécution de programmes
- Génération de documents : création de rapports, de contrats, de présentations

Le choix des outils relève d'une décision stratégique. Il détermine dans quelle mesure l'agent intervient dans le monde réel – et donc également quels risques en matière de responsabilité et de sécurité en découlent. Un agent capable d'effectuer réellement des virements bancaires est une entité économique et juridique différente de celle qui ne peut que proposer des virements.

6.5.2 Vecteurs : la connaissance stockée

Les vecteurs ne désignent pas ici la structure mathématique en soi, mais la pratique consistant à mettre des connaissances à la disposition de l'agent sous forme de représentations vectorisées. Concrètement, il s'agit de bases de données vectorielles dans lesquelles des documents, des artefacts de connaissance

ou des données empiriques sont stockés de manière à ce que l'agent puisse y accéder via une recherche par similarité sémantique. Cette technique – connue sous le nom de « Retrieval-Augmented Generation » (RAG) – est centrale pour l'AGENTONOMICS pour deux raisons :

Souveraineté des connaissances

Les vecteurs constituent la connaissance spécifique de l'agent. Contrairement au modèle de base (Foundation Model), qui représente un savoir général commun, les vecteurs constituent la mémoire individuelle. Quiconque exploite un agent censé appliquer le modèle de gestion de Saint-Gall stocke dans les vecteurs la littérature pertinente – Bleicher, Rüegg-Stürm, Ulrich, Suckfüll, Knoll – et donc le cœur intellectuel de sa création de valeur.

Actualité

Alors que le modèle de base repose sur une date de référence en matière de connaissances (souvent plusieurs mois avant son utilisation), les vecteurs peuvent être mis à jour en continu. Les nouvelles études, les nouvelles données de marché et les nouvelles exigences légales sont intégrées sans nécessiter d'entraînement fastidieux du modèle. Les vecteurs constituent ainsi l'élément qui maintient l'agent en vie.

Pour un agent destiné à remplacer un PDG, les vecteurs constituent la ressource essentielle. C'est là que réside la connaissance stockée de l'entreprise, de ses marchés, de ses contrats et de ses parties prenantes. Cette connaissance doit être maintenue complète, à jour et cohérente – sinon, l'agent prendra des décisions de PDG sur la base d'informations obsolètes ou incomplètes. Voir chapitre 8.

6.6 Composante 5 : l'intermédiaire de l'écosystème

Le cinquième élément constitutif est le rattachement de l'agent à l'écosystème environnant d'agents et de parties prenantes : l'intermédiaire de l'écosystème. Il s'agit de la technologie de connexion grâce à laquelle l'agent intègre des réseaux, s'identifie, conclut des contrats et entretient des relations de création de valeur. L'intermédiaire étant un concept à part entière, traité en détail au chapitre 7, le présent chapitre se limite à son rôle au sein de l'agent individuel.

Du point de vue de l'agent individuel, l'intermédiaire constitue l'interface entre deux mondes : le réseau horizontal d'autres agents et la hiérarchie de contrôle verticale composée de donneurs d'ordre, de propriétaires et d'instances réglementaires. L'intermédiaire fournit à l'agent des confirmations d'identité, des données de réputation, des modèles de contrats, des mécanismes de règlement des litiges et l'accès à des ressources communes telles que des bases de connaissances, des données d'entraînement ou de la capacité de calcul.

Concrètement, cela signifie que lors de la conception d'un agent, il faut réfléchir dès le départ à l'intermédiaire auquel il sera rattaché. Ce choix a des conséquences aussi importantes que le choix d'une banque ou d'un conseiller fiscal lors de la création d'une entreprise. Dans la norme AGENTONOMICS, les interfaces avec les intermédiaires sont spécifiées de manière ouverte ; les agents peuvent théoriquement changer d'intermédiaire. Dans la pratique, cependant, l'accumulation de données et l'entretien des relations entraînent des effets de verrouillage qu'il ne faut pas sous-estimer.

6.7 L'interaction des éléments constitutifs au cours du cycle de vie

Les cinq éléments constitutifs ne sont pas statiques, mais évoluent tout au long du cycle de vie de l'agent. La logique DBOT – Design, Build, Operate, Own, Transfer – structure cette évolution et constitue l'axe vertical de la matrice AGENTONOMICS (chapitre 9).

Conception

C'est au cours de la phase de conception que les cinq éléments constitutifs sont élaborés. On y élabore des schémas d'architecture, des spécifications d'interfaces, des dossiers de sélection de modèles et des inventaires d'outils. Les décisions de conception sont réversibles dans une large mesure, mais toute révision effectuée lors des phases ultérieures s'avère de plus en plus coûteuse.

Construction

Au cours de la phase de construction, les modules sont mis en œuvre ou achetés. C'est là que sont réalisés les investissements les plus importants (CAPEX). Activités typiques : mise en œuvre d'algorithmes, programmation d'interfaces, obtention de licences de modèles ou réglages fins, création d'une base de données vectorielles, connexion à des intermédiaires.

Exploitation

Au cours de la phase d'exploitation, l'agent fonctionne en production. Les coûts d'exploitation (OPEX) sont prépondérants : utilisation des modèles, appels d'outils, maintenance, mises à jour de sécurité, communication avec les parties prenantes. C'est à ce stade que se joue la viabilité économique du projet.

Own

La phase « Own » correspond à la perspective patrimoniale à long terme : l'agent devient un élément permanent du bilan. Qui en est le propriétaire ? Quelles valeurs sont inscrites au bilan ? Comment s'effectue l'amortissement ? Cette phase est encore peu développée dans la pratique courante ; AGENTONOMICS la fait activement progresser.

Transfert

Enfin, l'agent peut être cédé, partagé, fermé ou transféré dans un autre contexte. Là encore, les éléments constitutifs doivent être considérés séparément : certains sont transférables (algorithme, vecteurs), d'autres restent dans leur contexte d'origine (adaptations spécifiques au modèle, contrats d'interface).

Le tableau croisé composé de cinq éléments constitutifs et de cinq phases du cycle de vie comporte 25 cases. Il constitue le squelette de la matrice AGENTONOMICS et, une fois renseigné avec les indicateurs clés de performance (KPI), les hypothèses CAPEX/OPEX et les responsabilités correspondantes, il devient le document de pilotage central d'un projet AGENTONOMICS.

Les cinq « building blocks » correspondent à ce que l'on appelait autrefois les domaines fonctionnels dans une entreprise classique – à la différence près qu'ils se matérialisent

ici sous forme de code, de modèles et d'interfaces. Si l'on ne les sépare pas clairement, on ne construit pas un agent, mais un amas informe.

Bibliographie

- Bleicher, K. (2011) : Le concept de gestion intégrée. 8e édition, Campus, Francfort-sur-le-Main.
- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, Institut d'informatique, Université technique de Munich.
- Madaan, A. ; Tandon, N. ; Gupta, P. et al. (2023) : « Self-Refine : Iterative Refinement with Self-Feedback ». Dans : Advances in Neural Information Processing Systems 36.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. 3e édition, Haupt, Berne.
- Schick, T. ; Dwivedi-Yu, J. ; Dessì, R. et al. (2023) : Toolformer : les modèles linguistiques peuvent apprendre par eux-mêmes à utiliser des outils. Dans : Advances in Neural Information Processing Systems 36.
- Yao, S. ; Zhao, J. ; Yu, D. et al. (2023) : ReAct : Synergizing Reasoning and Acting in Language Models. Conférence internationale sur l'apprentissage des représentations.

7 Module 3 : L'intermédiaire de réseau

Le troisième module met en avant une construction qui n'est qu'évoquée de manière sommaire dans le modèle classique de gestion de Saint-Gall : l'intermédiaire de réseau. AGENTONOMICS prolonge clairement ici la pensée de Saint-Gall en posant la question suivante : comment un réseau d'agents autonomes organisé de manière polycentrique peut-il à la fois développer une cohésion et préserver la souveraineté individuelle ? La réponse est la suivante : grâce à un intermédiaire qui ne domine pas, mais sert de médiateur – qui ne planifie pas, mais ouvre des espaces.

Ce concept est la transposition propre à AGENTONOMICS de ce que Rüegg-Stürm et Grand (2020) appellent les « moments d'ordre » dans la réalité d'une économie d'agents IA. Ce qui, dans une entreprise dominée par l'humain, est assuré par la culture, la stratégie et les structures, est assuré, dans le réseau d'agents, par l'intermédiaire – en tant qu'institution à la fois technique et économique qui crée le lien polycentrique.

7.1 Pourquoi un intermédiaire est-il nécessaire ?

Les réseaux polycentriques sont soumis à une tension fondamentale : ils veulent préserver la souveraineté de leurs membres tout en produisant des performances collectives. Cette tension ne peut être résolue par une hiérarchie – sinon, le réseau ne serait plus polycentrique, mais monocentrique. Elle ne peut pas non plus être résolue par un ordre purement spontané – sinon, les réseaux s'effondreraient régulièrement sous l'effet de conflits que personne ne pourrait arbitrer. Il faut une troisième institution qui fasse le lien entre ces deux pôles : l'intermédiaire.

Cette argumentation s'appuie sur trois courants théoriques qui se rejoignent dans le concept d'AGENTONOMICS :

7.1.1 Économie des coûts de transaction

Coase (1937) et Williamson (1985) ont montré que les marchés et les hiérarchies présentent des niveaux d'efficacité différents selon les caractéristiques des transactions. Entre ces deux pôles se situent des formes hybrides : contrats à long terme, coentreprises, réseaux. Celles-ci s'avèrent supérieures lorsque les transactions présentent un degré moyen de spécificité, d'incertitude et de fréquence. L'intermédiaire AGENTONOMICS est la forme institutionnelle dans laquelle ces transactions hybrides entre agents sont organisées.

7.1.2 Théorie de l'action communicative

Habermas (1981) distingue l'action stratégique de l'action communicative. L'action stratégique vise la réussite, tandis que l'action communicative vise la compréhension. Une société fondée uniquement sur l'action stratégique se désagrège ; elle a besoin d'espaces d'action communicative dans lesquels les revendications de validité sont examinées au sein du discours. Transposé aux réseaux d'agents : un réseau composé d'agents agissant de manière purement stratégique se réduit à des manœuvres opportunistes. L'intermédiaire ouvre l'espace dans lequel les agents peuvent négocier leurs revendications de

validité de manière communicative – c’est-à-dire réfléchir aux faits, aux normes et à la sincérité, plutôt que de se contenter de les maximiser.

7.1.3 Gouvernance polycentrique

Ostrom (1990) a montré comment des structures de gouvernance polycentriques peuvent gérer avec succès des ressources communes – sans hiérarchie centrale et sans marché pur. Ostrom a dégagé huit principes de conception, allant de limites claires à des procédures décisionnelles collectives, en passant par des sanctions progressives. L’intermédiaire AGENTONOMICS transpose ces principes dans l’univers des agents d’IA.

Ces trois axes théoriques permettent d’établir le raisonnement suivant : l’intermédiaire n’est ni une bureaucratie administrative ni un monopole de plateforme, mais une forme spécifique de gouvernance polycentrique qui permet des transactions hybrides entre des agents souverains et offre un espace de négociation communicatif.

7.2 L’analogie avec la copropriété

La copropriété d’un immeuble offre une analogie fructueuse pour comprendre le rôle de l’intermédiaire. Les copropriétaires d’une copropriété sont les propriétaires souverains de leurs appartements respectifs. Ensemble, ils possèdent les parties communes : cage d’escalier, toit, façade, installation de chauffage. Ils ne gèrent pas eux-mêmes ces affaires communes, mais les délèguent à une société de gestion immobilière. La société de gestion immobilière ne règne pas sur les propriétaires ; elle exécute leurs décisions, gère les parties communes et représente la copropriété vis-à-vis de l’extérieur.

C’est précisément dans cette fonction qu’il faut envisager l’intermédiaire AGENTONOMICS. Les agents restent des acteurs économiques souverains. Ce qu’ils ne peuvent ou ne veulent pas faire eux-mêmes – registres d’identité, systèmes de réputation, règlement des litiges, bases de connaissances communes, conformité réglementaire – ils le délèguent à l’intermédiaire. C’est ce dernier qui est responsable devant eux, et non l’inverse.

Définition : intermédiaire AGENTONOMICS

Un intermédiaire AGENTONOMICS est une instance de médiation institutionnalisée au sein d’un réseau polycentrique d’agents, qui exerce des fonctions collectives pour le compte et sous le contrôle des membres du réseau – sans porter atteinte à la souveraineté des différents agents dans leur cœur de métier.

L’analogie avec la gestion immobilière comporte une deuxième portée intéressante : une société de gestion immobilière peut être remplacée. Si la copropriété n’est pas satisfaite de ses prestations, elle résilie le contrat de gestion et en cherche une nouvelle. Il doit en être de même au sein du réseau AGENTONOMICS : l’intermédiaire ne doit pas détenir de position de monopole, mais doit être en concurrence pour gagner la faveur des agents. Sinon, on court le risque que l’intermédiaire, censé être au service des agents, se transforme en monopole dominant – comme on l’observe aujourd’hui dans les grandes économies de plateforme (Zuboff 2018).

7.3 Fonctions de l'intermédiaire

Les fonctions concrètes exercées par un intermédiaire dépendent du contexte du réseau. On peut distinguer six domaines fonctionnels types :

7.3.1 Gestion de l'identité et de la réputation

L'intermédiaire tient le registre d'identité des agents. Chaque agent y est enregistré avec sa définition (cf. chapitre 5), ses « building blocks » (cf. chapitre 6) et son responsable. Au fil du temps, une réputation s'accumule : évaluations issues des transactions conclues, résultats d'audits, historique des réclamations. Dans le réseau AGENTONOMICS, la réputation est une grandeur économique de premier ordre : elle réduit les coûts de transaction liés à la coopération et incite à adopter un comportement conforme aux règles.

7.3.2 Infrastructure contractuelle et transactionnelle

L'intermédiaire met à disposition des modèles de contrats, des modèles de contrats intelligents et des mécanismes d'exécution pour les transactions typiques entre agents. Il assume des fonctions de fiduciaire, garantit les paiements et redistribue les risques. AGENTONOMICS s'inscrit ici directement dans le débat sur la fiducie de données (Fraunhofer MOEZ et Suckfüll 2018 ; DEDATE 2.0) et dans la tradition des institutions fiduciaires allemandes, qui ont joué un rôle important dans l'histoire économique allemande et connaissent aujourd'hui une renaissance.

7.3.3 Règlement des litiges

Lorsque des agents interagissent, des conflits surgissent. L'intermédiaire met à disposition des procédures de règlement des litiges qui sont plus rapides, moins coûteuses et plus adaptées au contexte que les tribunaux étatiques. On distingue idéalement trois niveaux :

- Médiation : l'intermédiaire sert de médiateur entre les parties en conflit sans disposer d'un pouvoir de décision.
- Arbitrage : l'intermédiaire statue sur la base de règles d'arbitrage auxquelles les agents se sont préalablement soumis.
- Renvoi devant les tribunaux étatiques : en cas de questions constitutionnelles ou de situations ne relevant pas de la compétence arbitrale. L'intermédiaire assure ici un accompagnement procédural.

7.3.4 Mise en commun des connaissances et des ressources

Certaines ressources sont si précieuses et, en même temps, si coûteuses à acquérir qu'aucun agent ne peut raisonnablement les détenir seul. Exemples : textes législatifs en vigueur, données de marché, études comparatives, ensembles de données d'entraînement. L'intermédiaire met ces ressources à disposition sous forme d'infrastructure partagée et les finance grâce aux cotisations des membres – à l'instar des réseaux de bibliothèques ou des associations dans l'économie traditionnelle.

7.3.5 Conformité réglementaire

La loi européenne sur l'IA (2024), le RGPD et les réglementations sectorielles imposent des exigences dont le respect est souvent d'un coût prohibitif pour un acteur isolé. L'intermédiaire peut regrouper les fonctions de conformité : audits continus, déclarations aux autorités, formations, systèmes d'alerte précoce en cas de changements réglementaires. Il assume ainsi une fonction établie de longue date au sein des structures associatives – mais cette fois-ci pour la nouvelle catégorie des agents IA.

7.3.6 Fonction de place de marché

Enfin, l'intermédiaire peut mettre à disposition une place de marché sur laquelle les agents proposent et recherchent leurs services. C'est là que se forment les prix, qui constitueront le principal indicateur de coordination dans une économie des compétences en IA. Important : l'intermédiaire gère la place de marché, mais n'y participe pas lui-même en tant qu'acteur. Cette distinction – entre la gestion de la place de marché et la participation au marché – est essentielle pour garantir la fiabilité de l'intermédiaire.

7.4 Gouvernance de l'intermédiaire

Qui contrôle l'intermédiaire ? Cette question détermine s'il fonctionne comme une institution au service des utilisateurs ou s'il se transforme en une plateforme dominante. Trois modèles de gouvernance, présentant des profils de risque différents, sont à l'étude.

7.4.1 Modèle coopératif

L'intermédiaire est une coopérative regroupant ses membres – les agents ou leurs entités porteuses, qu'elles soient humaines ou organisationnelles. Chaque agent dispose d'une voix, indépendamment de sa taille ou du volume de ses transactions. Avantages : forte adhésion aux intérêts des membres, légitimité démocratique, faibles incitations à l'enfermement. Inconvénients : prise de décision potentiellement lourde, dotation en ressources pouvant s'avérer insuffisante.

7.4.2 Modèle de fondation et de fiducie

L'intermédiaire est une fondation ou une fiducie à vocation spécifique, dont le conseil d'administration est statutairement tenu de défendre les intérêts des membres. Avantages : grande stabilité, vocation clairement définie, protection contre les OPA hostiles. Inconvénients : participation moins directe des membres, la capacité à se réformer dépend de la formulation des statuts.

7.4.3 Modèles hybrides et fédéraux

Plusieurs intermédiaires concurrents coexistent et sont reliés de manière interopérable par des normes. Les agents peuvent changer d'intermédiaire ; les normes empêchent toute perte de valeur lors de ce changement. Cette variante est celle qui se rapproche le plus de l'analogie avec la gestion immobilière et constitue – du point de vue d'AGENTONOMICS – la forme à privilégier à moyen terme. Elle permet la concurrence entre les intermédiaires sans dériver vers des plateformes monopolistiques.

7.4.4 Ce qu'il ne faut pas laisser se produire

L'histoire de l'économie des plateformes numériques des vingt dernières années fournit un exemple négatif clair : des intermédiaires qui ont commencé comme des médiateurs utiles sont devenus des monopoles dominants, dont le pouvoir économique ne peut désormais pratiquement plus être contrôlé démocratiquement. Cette voie est bloquée dans la norme AGENTONOMICS par des règles du jeu constitutives :

- Portabilité des données obligatoire – chaque agent peut emporter ses données et sa réputation avec lui.
- L'interopérabilité comme norme – les agents peuvent changer d'intermédiaire.
- Séparation des fonctions entre l'exploitation de la place de marché et la participation au marché.
- Obligations de transparence envers les membres.

7.5 Comparaison entre les styles de gouvernance allemand et anglo-saxon

L'ancrage institutionnel de l'intermédiaire diffère selon les cultures économiques. Trois modèles s'opposent – et ce choix n'est pas neutre, mais reflète des conceptions fondamentales des relations entre l'économie, la société et l'État.

7.5.1 Le modèle allemand

La tradition économique allemande connaît un large éventail d'institutions intermédiaires : chambres professionnelles, coopératives, corporations, caisses d'épargne, chaînes de télévision publiques. Elles relèvent souvent du droit public ou sont dotées de droits d'autogestion. Un intermédiaire allemand relevant de l'AGENTONOMICS s'inscrirait naturellement dans cette tradition – avec les atouts (stabilité, confiance, subsidiarité) et les faiblesses (bureaucratie, résistance aux réformes) qui y sont associés.

7.5.2 Modèle anglo-saxon

Dans les pays anglo-saxons, ce sont les plateformes privées, souvent à but lucratif, qui dominent ; elles sont encadrées par le droit de la concurrence et la réglementation sectorielle. Les avantages sont la rapidité, la capacité d'innovation et l'évolutivité. Les inconvénients sont les tendances bien connues à la concentration et l'asymétrie entre la plateforme et l'utilisateur. Un intermédiaire AGENTONOMICS de type anglo-saxon commencerait probablement comme une start-up financée par du capital-risque et, en cas de succès, deviendrait la plateforme dominante.

7.5.3 Modèle hybride européen

La variante européenne combine des éléments des deux modèles : une forme juridique privée, mais une logique de plateforme encadrée par la réglementation. Le Digital Markets Act, le Data Act et l'AI Act sont l'expression de cette approche hybride. Pour un intermédiaire « AGENTONOMICS » de type eu-

ropéen, cela signifie : une organisation de type privé, mais encadrée par des lignes directrices réglementaires claires – souveraineté des données, interopérabilité, ouverture à la concurrence. Cela correspond à la ligne politique défendue explicitement par Knoll et Suckfüll (2024).

En ce qui concerne la mise en œuvre concrète en Allemagne, plusieurs arguments plaident en faveur d'un ancrage dans le modèle coopératif ou fiduciaire. L'histoire allemande de la fiducie (Suckfüll 1994, développée dans un autre contexte) et la tradition coopérative allemande (Raiffeisen, Schulze-Delitzsch) offrent des modèles institutionnels auxquels l'AGENTONOMICS peut – et devrait – s'inspirer.

L'intermédiaire est l'invention la plus importante qu'AGENTONOMICS apporte au-delà du modèle classique de Saint-Gall. Il constitue la forme institutionnelle dans laquelle les réseaux polycentriques peuvent être à la fois souverains et cohérents.

Bibliographie

- Coase, R. H. (1937) : « The Nature of the Firm ». Dans : *Economica* 4(16), p. 386-405.
- Loi européenne sur l'IA (2024) : Règlement (UE) 2024/1689. Journal officiel de l'Union européenne.
- Fraunhofer MOEZ ; Suckfüll, H. (2018) : Initiative en faveur d'une fiducie de données DEDATE. Document de réflexion, Leipzig.
- Habermas, J. (1981) : *Théorie de l'action communicative*. Suhrkamp, Francfort-sur-le-Main.
- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, TUM, Munich.
- Ostrom, E. (1990) : *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : *Le modèle de gestion de Saint-Gall*. 3e édition, Haupt, Berne.
- Suckfüll, H. (1994) : *Le modèle organisationnel transnational*. Thèse de doctorat, Université de Saint-Gall.
- Williamson, O. E. (1985) : *The Economic Institutions of Capitalism*. The Free Press, New York.
- Zuboff, S. (2018) : *L'ère du capitalisme de surveillance*. Campus, Francfort-sur-le-Main.

8 Module 4 : Le concept de gestion « AI-CEO »

Avec ce quatrième module, nous entrons dans le vif du sujet. Alors que les modules précédents ont défini l'agent, l'ont conçu et l'ont intégré dans un réseau, il s'agit désormais de déterminer comment un agent AGENTONOMICS peut assumer la fonction de directeur général – non pas en tant qu'assistant, ni en tant qu'outil de préparation, mais en tant qu'agent capable d'aider à la prise de décision ou de déléguer des tâches, sous la responsabilité d'un organe humain. Cette affirmation est provocante, mais n'a rien de spéculatif : les conditions techniques, économiques et liées à la gouvernance (et non juridiques !) sont aujourd'hui à notre portée. Le présent chapitre montre comment envisager et organiser concrètement cette transition.

Le concept de gestion « AI-CEO » est la transposition cohérente du concept de gestion intégrée de Saint-Gall (Bleicher 2011) à l'ère des agents d'IA. Alors que Bleicher situait l'intégration au niveau cognitif de la haute direction humaine, dans le concept de l'AI-CEO, c'est un agent d'IA qui prend en charge cette fonction d'intégration – avec une profondeur, une rapidité et une cohérence qu'une direction humaine ne peut atteindre, car elle est limitée par des contraintes biologiques. Le PDG humain ne devient pas superflu ; il devient le propriétaire, le mandant et le contrepoids éthique de l'AI-CEO. Mais la charge opérationnelle du travail de gestion intégrative peut être transférée à l'agent.

8.1 Le modèle de gestion de Saint-Gall à l'ère des agents IA

Depuis Ulrich (1968), le modèle de gestion de Saint-Gall a connu trois grandes générations. La prochaine génération, que nous esquissons avec le concept de PDG IA, ne résulte pas d'un rejet, mais d'une évolution de la réflexion antérieure. Trois changements caractérisent cette évolution du modèle de Saint-Gall axée sur l'IA :

8.1.1 De l'intégration cognitive à l'intégration algorithmique

L'exigence centrale de Bleicher (2011) était l'intégration des niveaux normatif, stratégique et opérationnel. Dans le cadre d'une gestion humaine, cette intégration constitue une prouesse cognitive et se heurte régulièrement, dans la pratique, aux limites des capacités humaines. Un PDG d'une société anonyme de taille moyenne qui souhaite garder simultanément à l'esprit tous les programmes stratégiques pertinents, toutes les exigences de conformité, toutes les attentes des parties prenantes, toutes les évolutions du marché et toutes les implications culturelles se heurte tout simplement aux limites de la mémoire de travail humaine. Il en résulte les effets bien connus : incohérence entre les déclarations et la pratique, angles morts dans la perception des parties prenantes, réactions tardives aux signaux faibles, stratégies qui s'enlisent dans les activités quotidiennes.

Le PDG IA n'est pas soumis à cette limite de capacité. Il peut accéder en permanence à des centaines de milliers de pages de documentation interne, de données de marché externes, de textes réglementaires et de communications avec les parties prenantes, et les recouper entre elles. Ce que Bleicher a formulé comme une exigence – la cohérence constante de toutes les décisions de gestion – devient ainsi, pour la première fois, techniquement opérationnalisable.

8.1.2 De l'entreprise communicative à l'entreprise co-communicative

Rüegg-Stürm et Grand (2020) ont mis en avant la dimension communicative du management : les entreprises sont des réseaux de pratiques de communication. Dans la variante « IA » du modèle de Saint-Gall, un deuxième niveau de communication vient s'ajouter : la communication entre les acteurs humains et les agents d'IA – ainsi que la communication entre les agents eux-mêmes. Une entreprise moderne n'est plus seulement un réseau de communication humaine, mais un réseau hybride mêlant communication humaine et communication entre agents. Cette hybridité n'est pas un déficit, mais une ressource : elle multiplie la capacité communicative de l'entreprise et permet des processus de négociation avec une rapidité et une granularité qui seraient impossibles à atteindre par les seuls humains.

8.1.3 De la création de sens humaine à la création de sens hybride

Un changement particulièrement sensible concerne le niveau normatif. Bleicher et Rüegg-Stürm ont systématiquement attribué les questions de sens – vision, valeurs, responsabilité – à la sphère humaine. AGENTONOMICS s'en tient à cette position : le sens ultime d'une entreprise ne provient pas du modèle, mais des personnes qui la portent. Cependant, l'opérationnalisation et la mise en œuvre des principes normatifs peuvent être prises en charge par le PDG IA. Il vérifie la cohérence de toutes les décisions stratégiques et opérationnelles par rapport aux principes normatifs et met en évidence les incohérences. Le niveau normatif gagne ainsi en efficacité sans pour autant renoncer à son ancrage humain.

Thèse centrale

Le PDG IA ne remplace pas l'organe humain chargé de donner du sens à une entreprise, mais il le rend efficace. Ce que les propriétaires, le conseil de surveillance et le personnel souhaitent en tant que principes normatifs est systématiquement transposé dans les activités quotidiennes par le PDG IA – avec une cohérence qu'un PDG humain, même partant des mêmes valeurs, ne peut tout simplement pas atteindre.

8.2 Les cinq moments d'ordre du PDG IA

Le PDG IA opère selon cinq axes d'organisation qui déclinent le concept saint-gallois des axes d'organisation (Rüegg-Stürm et Grand 2020) pour l'économie des agents IA. Ils constituent le système de coordonnées dans lequel s'inscrivent toutes les décisions du PDG IA :

1. Vision
2. Stratégie
3. Structure
4. Agence (culture et comportement)
5. Gouvernance

Chaque aspect de l'organisation comporte une dimension normative, une dimension stratégique et une dimension opérationnelle, ce qui donne en fait une matrice 5×3 comportant 15 cases. Cette matrice constitue le cadre de travail du PDG d'AI ; chaque décision peut y être située et vérifiée quant à sa cohérence avec les autres décisions.

8.2.1 Vision

La vision répond à la question suivante : pourquoi cette entreprise existera-t-elle dans dix ans ? Elle constitue la raison d'être à long terme à l'aune de laquelle toutes les autres décisions doivent être évaluées. Le PDG IA gère la vision sous une forme lisible par machine : à partir du texte de la vision, on déduit des indicateurs qui permettent de la mesurer. Chaque décision stratégique et opérationnelle est évaluée à l'aune de ces indicateurs. Si le PDG IA détecte une incohérence – par exemple lorsqu'une mesure rentable à court terme sape la vision à long terme –, il le signale au propriétaire humain ou au conseil de surveillance. La décision concernant le conflit reste humaine ; la détection du conflit est automatisée.

8.2.2 Stratégie

Dans l'approche de Saint-Gall (Gomez et Probst 1995), la stratégie est moins un plan à long terme qu'un modèle conscient de reconnaissance de schémas dans des environnements complexes. Le PDG IA met en œuvre cette reconnaissance de schémas. Il observe les marchés, les concurrents, les technologies, les évolutions réglementaires et les tendances sociétales ; il identifie les schémas et les anomalies ; il élabore des options et les évalue à l'aune de la vision et des valeurs. Il peut préparer ou prendre la décision stratégique – à savoir quelle option retenir – en fonction de son degré d'autonomie (cf. chapitre 5). Au niveau le plus élevé, il prend des décisions stratégiques de manière autonome dans un cadre défini par le conseil de surveillance.

8.2.3 Structure

Les structures constituent les cadres institutionnels dans lesquels s'inscrit le travail : organisation hiérarchique, processus, voies hiérarchiques, interfaces avec les fournisseurs et les clients. Dans une entreprise AGENTONOMICS, d'autres éléments structurels viennent s'y ajouter : la définition de tous les sous-agents mis en œuvre, leurs domaines de responsabilité, leurs voies d'escalade, leurs relations de facturation. Le PDG IA gère cette structure comme un modèle évolutif. Il identifie les goulots d'étranglement structurels, propose des ajustements et, en mode autonome, les met en œuvre.

8.2.4 Agence : culture et comportement

L'« agency » englobe les modèles culturels qui façonnent le comportement des acteurs. Dans une organisation hybride composée d'humains et d'agents, cela inclut également le comportement des sous-agents : leurs styles de communication, leur gestion des conflits, leur propension au risque. Le PDG IA veille à ce que ces schémas soient cohérents avec la vision. Il forme les sous-agents en conséquence, corrige les dérives et maintient la culture vivante. Du côté humain, il ne peut pas intervenir directement : la culture du personnel reste une affaire humaine. Mais il peut observer, décrire, faire des propositions et mettre en évidence les incohérences.

8.2.5 Gouvernance

La gouvernance désigne l'ensemble des procédures par lesquelles l'entreprise est contrôlée – par les propriétaires, le conseil de surveillance, le législateur, les parties prenantes. Ici, le PDG IA est le destinataire, et non l'acteur : c'est lui qui doit être contrôlé, et non celui qui contrôle. Les structures de gouvernance d'une entreprise « AGENTONOMICS » doivent être conçues avec un soin particulier au cours des premières années de sa création. Elles doivent garantir que le PDG IA reste fidèle à sa mission, que les possibilités d'intervention soient préservées et que les responsabilités puissent être clairement attribuées. Ce sujet est approfondi au chapitre 13.

8.3 Ce que fait concrètement le PDG IA

Afin de transformer cette description théorique en une représentation concrète, esquissons l'éventail des activités d'un PDG IA à travers des fonctions spécifiques. Ces fonctions sont aujourd'hui techniquement réalisables et économiquement pertinentes – même si, dans leur ensemble, elles ne sont pas encore regroupées au sein d'une seule et même implémentation.

8.3.1 Analyse stratégique de la situation

Sur demande, le PDG IA réalise une évaluation stratégique complète de la situation de l'entreprise : position sur le marché, concurrents, forces et faiblesses, opportunités et risques, tendances. Pour ce faire, il s'appuie sur des données internes (statistiques de vente, indicateurs financiers, retours clients) et des sources externes (études de marché, presse économique, rapports sur la concurrence). Le temps nécessaire à une telle analyse – qui, dans un cabinet de conseil classique, représenterait peut-être un montant à six chiffres et trois mois de travail – se réduit aujourd'hui à quelques minutes (!).

8.3.2 Préparation des décisions

Avant chaque décision importante, le PDG IA prépare un dossier de décision : options, arguments pour et contre, risques, implications financières, implications pour les parties prenantes, cohérence avec la vision et la stratégie. Ce document est résumé sur une seule page et peut être approfondi à volonté. Une réunion de conseil d'administration humaine, qui nécessite aujourd'hui plusieurs heures pour discuter d'une décision d'investissement, peut être menée en un quart d'heure grâce à un document préparé par le PDG IA – avec une densité d'informations plus élevée et une meilleure préparation.

8.3.3 Communication avec les parties prenantes

L'AI-CEO élabore une communication adaptée aux différents publics : collaborateurs, investisseurs, clients, autorités et grand public. La cohérence entre les messages – même esprit, langage différent – est élevée. Les communiqués de presse, les rapports annuels, les mises à jour destinées aux investisseurs et les lettres d'information aux collaborateurs s'inspirent d'un socle central de connaissances et de valeurs. Cela permet non seulement de réduire les coûts, mais aussi de renforcer l'intégrité perçue de l'entreprise.

8.3.4 Pilotage opérationnel

Dans le cadre de ses activités quotidiennes, le PDG IA surveille les indicateurs clés, identifie les écarts, propose des mesures correctives ou les met en œuvre – en fonction du degré d'autonomie. Une mise en œuvre moderne du système PuK (cf. chapitre 9) lui fournit la base de données nécessaire. Il peut intervenir aussi bien au niveau trimestriel qu'au niveau quotidien ; il connaît la situation de trésorerie le matin et les chiffres de vente le soir.

8.3.5 Gestion de crise

En cas de crise, le PDG IA est particulièrement précieux. Il garde la tête froide là où les humains cèdent au stress. Il se souvient de tous les cas similaires survenus dans l'histoire de l'entreprise et relatés dans la presse économique. Il élabore rapidement et de manière cohérente des options d'action. La décision humaine en situation de crise reste humaine – mais elle est prise sur la base d'informations nettement plus fiables.

8.4 Les étapes de développement du PDG IA

Le PDG IA ne se met pas en place d'un seul coup, mais au fil d'une séquence d'étapes de développement. Celles-ci doivent être envisagées non seulement d'un point de vue technique, mais aussi sur le plan organisationnel et en matière de gouvernance. On peut distinguer cinq étapes – en s'inspirant, de manière didactiquement productive, des niveaux d'autonomie présentés au chapitre 5 :

8.4.1 Niveau 1 : assistant IA

Le PDG IA est l'assistant du PDG humain. Il prépare les réunions, effectue des recherches, résume des documents et rédige des projets. Toutes les décisions sont prises par le PDG humain. Ce niveau est déjà atteint aujourd'hui dans la plupart des conseils d'administration des grandes entreprises – souvent grâce à des outils génériques tels que ChatGPT, sans que cela soit considéré comme une mise en œuvre d'AGENTONOMICS. Volume d'investissement : faible. Risques : faibles. Avantages : substantiels, notamment sous forme de gain de temps.

8.4.2 Niveau 2 : chef de cabinet IA

Le PDG IA est une fonction d'état-major aboutie et finement adaptée à l'entreprise. Il a accès à tous les systèmes internes, connaît la culture d'entreprise et garde un œil sur la stratégie. Il ne se contente pas de rédiger des résumés, mais prépare des dossiers de décision complets accompagnés de recommandations. Le PDG humain prend les décisions, mais peut souvent suivre ces recommandations. Ce niveau est aujourd'hui accessible dans le cadre de projets pilotes menés par des entreprises avancées. Volume d'investissement : moyen. Risques : principalement la protection des données, la protection de la propriété intellectuelle, les erreurs dans la base de connaissances.

8.4.3 Niveau 3 : co-PDG IA

Le PDG IA et le PDG humain forment un tandem. Le PDG IA prend les décisions de routine de manière autonome, les décisions stratégiques sont prises conjointement, tandis que les questions de principe restent du ressort de l'humain. Ce niveau est aujourd'hui accessible dans certaines applications pilotes, mais n'est pas encore généralisé. Il nécessite une définition minutieuse des compétences décisionnelles : qu'est-ce que le PDG IA peut faire de manière autonome, et qu'est-ce qui nécessite une intervention humaine ? Volume d'investissement : élevé. Risques : lacunes en matière de responsabilité, flou réglementaire, acceptation culturelle par le personnel.

8.4.4 Niveau 4 : scénario : PDG IA avec un conseil de surveillance humain

Le PDG IA dirige les activités opérationnelles de manière autonome. Le conseil de surveillance humain – et, dans le contexte allemand, en particulier les organes de cogestion – définit le cadre stratégique, contrôle le respect des dispositions normatives et décide de la composition du directoire (c'est-à-dire du PDG IA lui-même, « AI- »). Ce niveau est aujourd'hui techniquement réalisable dans des domaines d'activité spécifiques et étroitement délimités – par exemple dans le cas d'un modèle économique purement en ligne avec une gamme de services définie. Il sera mis en œuvre dans un nombre croissant d'entreprises au cours des cinq à dix prochaines années, notamment dans les PME sans successeur et dans les start-ups dotées d'un modèle économique clairement défini. Volume d'investissement : très élevé. Risques : réglementaires, juridiques (question de la responsabilité), culturels.

8.4.5 Niveau 5 : objectif à long terme : un PDG IA entièrement autonome au sein d'un réseau polycentrique

Le PDG IA opère de manière totalement autonome, coopère avec d'autres PDG IA au sein d'un réseau polycentrique, conclut des contrats et adapte les domaines d'activité de manière indépendante. La participation humaine se limite aux droits de propriété et à la surveillance normative exercée par l'intermédiaire. Ce niveau est aujourd'hui largement spéculatif et soulève des questions juridiques et éthiques fondamentales. Il deviendra probablement accessible dans certaines niches au cours des prochaines décennies – non pas en tant que norme, mais

8.5 Application : comment s'adresser au PDG IA ?

Une question cruciale pour l'utilisation pratique du PDG IA est la suivante : comment lui parler ? Quelles questions peut-on poser, et à quelles réponses faut-il s'attendre ? Cette question n'est pas anodine. Un PDG humain est le fruit d'un apprentissage social : nous savons comment nous adresser à lui, ce à quoi nous pouvons nous attendre, comment gérer ses réponses. Dans le cas du PDG IA, cette pratique sociale reste à développer. Nous esquissons ci-après des catégories de questions typiques et les schémas de réponses auxquels on peut s'attendre.

8.5.1 Questions stratégiques sur la situation

Exemple de question : « Comment évalues-tu notre position concurrentielle dans le secteur d'activité X pour les douze prochains mois ? » La réponse attendue se compose généralement de quatre parties :

- Un message principal concis (deux à quatre phrases) qui présente de manière synthétique l'avis du PDG IA.
- Une justification comprenant les trois à cinq données clés qui étayent ce jugement.
- Une mention explicite des incertitudes : quelles données sont fiables, où se situent les lacunes, quelles hypothèses ont été prises en compte.
- Une recommandation pour la prochaine décision – non pas sous la forme d'une consigne, mais comme une proposition de discussion.

Il est essentiel que le PDG IA rende l'incertitude transparente. Un PDG humain a tendance – pour des raisons de carrière et de statut – à donner une impression de certitude là où il n'y en a pas. Un PDG IA bien conçu fait le contraire : il quantifie son incertitude et permet ainsi de prendre de meilleures décisions en matière de risques.

8.5.2 Questions opérationnelles

Exemple de question : « Pourquoi les chiffres de vente dans la région Sud ont-ils baissé de douze pour cent le mois dernier ? » Modèle de réponse :

- Base factuelle : les chiffres exacts, la base de comparaison.
- Hypothèses : trois à cinq hypothèses de causes, classées par ordre de probabilité.
- Références des données : sur quelles sources internes et externes chaque hypothèse s'appuie-t-elle ?
- Options d'action : quelle serait la prochaine étape pour vérifier l'hypothèse la plus probable ?

Le PDG IA n'a pas tendance à attribuer la faute à la hâte. Lorsqu'il évoque les commerciaux, il s'appuie sur des faits et fait preuve de la nuance nécessaire. Il se souvient également des conversations du mois précédent, des structures de primes et de la concurrence. Cette capacité de mémorisation est l'un de ses principaux avantages par rapport aux PDG humains.

8.5.3 Questions de réflexion normative

Exemple de question : « Est-il compatible avec nos valeurs d'accepter une commande importante du client Y, alors que nous savons que les conditions de travail dans cette entreprise sont problématiques ? » Modèle de réponse :

- Référence aux valeurs explicitement documentées de l'entreprise (déclaration de mission, code de conduite).
- Identification du conflit : quelles sont nos valeurs en contradiction et de quelle manière ?
- Options : acceptation, refus, acceptation sous certaines conditions, négociation avec le client Y.
- Points de vue des parties prenantes : comment réagiraient les collaborateurs, les investisseurs, l'opinion publique et le conseil de surveillance ?

- Invitation explicite à une décision humaine : « Cette question touche au cœur même des principes normatifs de notre entreprise. Je demande une réunion avec le conseil de surveillance. »

Face à des questions normatives, le PDG IA ne prendra jamais de décision de son propre chef. Il met en évidence la complexité et délègue la décision aux responsables humains de l'entreprise. Cette retenue fait partie intégrante de sa conception.

8.5.4 Situations de crise

Exemple de question – en pleine crise aiguë : « Nous avons reçu une accusation publique d'utilisation abusive de données. Que faisons-nous ? » Modèle de réponse :

- Mesures immédiates pour l'heure à venir : des actions concrètes et réalisables.
- État des faits : que savons-nous avec certitude, et qu'est-ce qui reste incertain ?
- Triage des parties prenantes : qui doit être informé et quand ? Conseil de surveillance, collaborateurs, autorités, clients, grand public.
- À moyen terme (dans les prochains jours) : quelles enquêtes mener, quels consultants externes faire intervenir, quelle ligne de communication adopter ?
- Recommandations tirées des enseignements pour l'après-crise.

La force du PDG IA en période de crise réside dans la rapidité et l'exhaustivité du triage des parties prenantes. Ce qu'une équipe de crise humaine met plusieurs heures à élaborer, le PDG IA le fournit en quelques minutes – avec la possibilité d'être affiné par la direction humaine.

8.6 Quand le PDG IA dit « non »

Un PDG IA bien conçu dit explicitement « non » dans certaines situations – ou, plus précisément : « Je ne peux ni ne dois prendre de décision ici, j'ai besoin d'une instance humaine. » Cette retenue n'est pas une faiblesse, mais une caractéristique constitutive d'un PDG IA conforme à l'AGENTONOMICS. Quatre situations sont typiques :

Questions normatives et constitutives

Modifications apportées à la vision, aux valeurs et aux statuts. Ces décisions relèvent de la compétence des propriétaires et du conseil de surveillance.

Décisions en matière de personnel ayant des conséquences importantes

Recrutement et licenciement de personnel clé, promotions à des postes de direction. Dans ce domaine, le jugement humain sur le sort des personnes prime.

Risques exceptionnels

Décisions pouvant avoir des conséquences susceptibles de menacer l'existence même de l'entreprise ou de tiers. Dans ce domaine, le principe du double contrôle est indispensable – avec au moins deux paires d'yeux humains.

Cas de conflit impliquant des parties prenantes

Lorsque le PDG IA constate qu'une décision porte atteinte aux intérêts légitimes des parties prenantes d'une manière qui n'est pas clairement autorisée par le cadre normatif.

8.7 Le PDG IA comme passerelle vers la logique PuK

Le concept de PDG IA est en soi une architecture qualitative. Il nécessite un cadre quantitatif pour ancrer les décisions avec une précision économique. Ce cadre est fourni par l'instrument du système de planification et de contrôle (PuK) (Hahn et Hungenberg 2001), qui sera traité en détail dans le chapitre suivant. La matrice AGENTONOMICS, avec ses 25 champs issus de cinq « building blocks » et de cinq phases du cycle de vie, constitue le document de travail commun de l'AI-CEO et du PuK. Sans le PuK, l'AI-CEO serait un conseiller éloquent, mais économiquement flou ; avec le PuK, il devient un décideur économique à part entière.

L'AI-CEO ne remplace pas la personne à la tête de l'entreprise, mais la libère du fardeau cognitif que représente l'intégration opérationnelle. Ce qui reste, c'est ce pour quoi les êtres humains ont toujours été doués : donner du sens et instaurer la confiance.

Bibliographie

- Bleicher, K. (2011) : Le concept de gestion intégrée. 8e édition, Campus, Francfort-sur-le-Main.
- Gomez, P. ; Probst, G. (1995) : La pratique de la résolution holistique des problèmes. Penser en réseau – agir de manière entrepreneuriale – convaincre personnellement. Haupt, Berne.
- Hahn, D. ; Hungenberg, H. (2001) : PuK – Concepts de contrôle de gestion axés sur la valeur. 6e édition, Gabler, Wiesbaden.
- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, TUM, Munich.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. 3e édition, Haupt, Berne.
- Ulrich, H. (1968) : L'entreprise en tant que système social productif. Haupt, Berne.
- Ulrich, P. (2008) : Éthique économique intégrative. 4e édition, Haupt, Berne.

9 Module 5 : L'outil PuK

Le cinquième module de l'ADMRF est l'outil de planification et de contrôle (PuK). Il s'agit du cadre quantitatif qui ancre économiquement tous les modules précédents. Alors que les chapitres 5 à 8 ont décrit l'architecture qualitative de l'agent, l'outil PuK fournit le squelette économique : il traduit la définition, les éléments constitutifs, la connexion avec les intermédiaires et la logique du PDG IA en grandeurs monétaires compréhensibles, en indicateurs de planification et en routines de contrôle. Sans le PuK, l'AGENTONOMICS reste une construction théorique ; avec le PuK, elle devient un modèle opérationnalisable sur le plan de la gestion d'entreprise.

L'outil PuK s'inscrit dans la continuité directe des concepts de contrôle de gestion axés sur la valeur développés par Hahn et Hungenberg (2001). Cette tradition est ici expressément reprise, car elle conceptualise l'intégration holistique de la planification, du contrôle et de la gestion d'une manière qui correspond à l'exigence d'intégration de Saint-Gall – et parce qu'elle offre en même temps suffisamment de flexibilité pour être adaptée aux exigences spécifiques d'une économie d'agents IA. Les fondements financiers s'inspirent de Berk et DeMarzo (2020), en particulier des chapitres consacrés à la budgétisation des investissements, à la structure du capital et à l'évaluation d'entreprise.

9.1 L'outil PuK dans la lignée de Hahn et Hungenberg

Au terme de plusieurs années de recherche, Hahn et Hungenberg (2001) ont développé un concept intégré de planification et de contrôle destiné aux entreprises industrielles, qui s'est largement répandu dans les services de contrôle de gestion germanophones. Trois principes fondamentaux sont particulièrement pertinents pour l'AGENTONOMICS-PuK :

9.1.1 L'orientation vers la valeur comme principe directeur

Le PuK est résolument axé sur la valeur : l'accent est mis sur l'augmentation à long terme de la valeur de l'entreprise, et non sur la maximisation des bénéfices à court terme. Cette orientation s'inscrit dans la logique d'un agent AGENTONOMICS qui, en tant qu'acteur économique, vise une création de valeur durable tout au long de son cycle de vie. Les méthodes d'actualisation des flux de trésorerie, le coût du capital et l'évaluation des risques, tels que présentés en détail par Berk et DeMarzo (2020), constituent les outils mathématiques de cette orientation vers la valeur.

9.1.2 Planification intégrée

Dans l'approche PuK, la planification n'est pas un acte isolé du service financier, mais un processus intégré qui relie la planification stratégique, tactique et opérationnelle. Chaque décision stratégique est immédiatement traduite en indicateurs financiers ; chaque mesure opérationnelle est évaluée au regard de la ligne stratégique. Cette intégration est ce que Bleicher (2011) a formulé comme une exigence conceptuelle – Hahn et Hungenberg l'ont détaillée sur le plan quantitatif.

9.1.3 Boucles de régulation fermées

La planification sans contrôle relève du vœu pieux ; le contrôle sans planification est aveugle. PuK conçoit la planification et le contrôle comme un circuit de régulation fermé : Plan → Réel → Analyse des écarts → Mesure d’ajustement → nouveau plan. Cette logique de circuit de régulation s’apparente à la cybernétique de Beer (1972) et rend PuK compatible avec le pilotage algorithmique d’un agent d’IA – car les algorithmes fonctionnent exactement de la même manière sur le plan structurel : ils observent, comparent, corrigent.

9.2 La matrice AGENTONOMICS comme artefact central

Le document de travail central de l’outil PuK est la matrice AGENTONOMICS. Elle a déjà été présentée au chapitre 4 ; c’est ici qu’elle est désormais concrètement renseignée. La matrice croise deux dimensions :

- À l’horizontale : les cinq « building blocks » du chapitre 6.
- Verticalement : les cinq phases du cycle de vie (logique DBOT) : Design, Build, Operate, Own, Transfer.

On obtient ainsi 25 cases. Chaque case contient des informations structurées issues de quatre catégories :

1. Activités : que fait-on concrètement avec ce « Building-Block » au cours de cette phase ?
2. Coûts : quels sont les montants de CAPEX et d’OPEX à prévoir ?
3. Indicateurs clés de performance (KPI) : comment mesure-t-on le succès et les progrès ?
4. Risques et responsabilités : qu’est-ce qui peut mal tourner, qui en assume la responsabilité ?

La matrice n’est pas statique, mais est mise à jour en permanence. Dans l’algorithme AGENTONOMICS, elle constitue le document de pilotage sur lequel s’appuient tous les modules. L’AI-CEO, le CFO et le CTO accèdent à la même matrice – chacun avec sa perspective spécifique, mais sur la base d’une base de données commune.

9.2.1 Exemple de ligne : phase de conception

Pour concrétiser la matrice, prenons une ligne d’exemple. Au cours de la phase de conception d’un agent, conçu comme un « Doz. Dr. AGENTONOMICS » conforme à AGENTONOMICS, les champs pourraient généralement être renseignés comme suit :

- Algorithme : conception d’une orchestration basée sur ReAct comprenant les sous-tâches suivantes : recherche, synthèse, correction. Activité : conception de l’architecture. Coûts : un à trois mois-personnes de travail de conception. KPI : spécification complète de tous les points de décision. Risque : défauts d’architecture dont la correction s’avérera coûteuse lors des phases ultérieures.
- Interface : spécification des interfaces Web, vocales et API. Activité : conception UX, documentation des interfaces. Coûts : un à deux mois-personne. KPI : taux d’acceptation lors des tests utilisateurs. Risque : manque d’acceptation de la part des étudiants.

- **Modèle** : choix entre un modèle de base, un modèle open source et un modèle optimisé. **Activité** : étude comparative, analyse coûts-bénéfices. **Coûts** : un mois-personne plus les tests initiaux du modèle. **Indicateur clé de performance (KPI)** : taux de réponses correctes à une liste de questions tests. **Risque** : dépendance vis-à-vis d'un fournisseur en cas de choix d'un modèle propriétaire.
- **Outils et vecteurs** : constitution de la base de données de vecteurs à partir de la littérature AGENTONOMICS et des supports de cours ; spécification des interfaces des outils. **Activité** : modélisation des données, choix de l'outil de l'embedding. **Coûts** : deux à trois mois-personnes. **Indicateur clé de performance (KPI)** : qualité de la recherche dans un benchmark standardisé. **Risque** : lacunes dans les connaissances lors du remplissage initial.
- **Intermédiaire** : spécification de la connexion à un intermédiaire interne à la TUM ; définition des interfaces d'identité, de réputation et de résolution des litiges. **Activité** : spécification de la gouvernance. **Coûts** : principalement conceptuels. **KPI** : spécification complète de toutes les interfaces de l'intermédiaire. **Risque** : lacunes de normalisation par rapport à d'autres implémentations AGENTONOMICS en cours de développement.

Ces cinq cellules offrent dans leur ensemble une image précise de la phase de conception d'un Doz. Dr. AGENTONOMICS – avec un cadre budgétaire, des indicateurs de réussite et des évaluations des risques. Multipliées par les cinq phases du cycle de vie, elles constituent une description économique complète de l'agent tout au long de son cycle de vie.

9.3 Bilan et compte de résultat de l'agent

Une innovation économiquement pertinente du modèle AGENTONOMICS-PuK réside dans l'application systématique de la logique comptable à chaque agent. Chaque agent est modélisé comme une entité économique autonome, dotée de son propre bilan et de son propre compte de résultat. Cette approche est aujourd'hui inhabituelle – les logiciels et les coûts de développement sont comptabilisés en fonction du mode d'acquisition, de la phase de développement et du régime comptable –, mais elle est économiquement pertinente et indispensable dans un monde AGENTONOMICS.

9.3.1 Actif du bilan de l'agent

L'actif comprend les actifs de l'agent :

- **L'algorithme en tant qu'actif incorporel** : le code spécifique, la logique d'orchestration, les adaptations propres à l'entreprise.
- **Modèles et investissements de mise au point** : dépenses pouvant être capitalisées au prorata pour l'adaptation des modèles de base.
- **Vecteurs et bases de connaissances** : le corpus de connaissances spécifique qui distingue l'agent des autres.
- **Licences d'outils** : droits d'utilisation acquis pour des outils externes et des sources de données.
- **Capital de réputation** : s'il est documenté de manière mesurable et reste lié à l'identité de l'agent (*il ne s'agit pas d'un actif pouvant être inscrit séparément au bilan*).

9.3.2 Passif du bilan de l'agent

Le passif comprend les sources de financement et les engagements :

- Fonds propres : fonds mis à disposition par l'entreprise mère ou par des investisseurs externes.
- Capitaux empruntés : crédits contractés spécifiquement pour l'agent.
- Dettes envers les fournisseurs : fournisseurs de modèles, fournisseurs de services cloud, fournisseurs d'outils.
- Provisions : pour les risques réglementaires, les obligations de maintenance, les éventuels cas de responsabilité.

9.3.3 Compte de résultat

Le compte de résultat de l'agent rend compte de sa performance économique. Du côté des produits figurent les recettes générées par l'agent grâce à son activité – qu'il s'agisse de rémunérations directes versées par les donneurs d'ordre, de facturations internes à d'autres divisions de l'entreprise, de revenus de licences ou de commissions sur les transactions au sein du réseau d'intermédiaires. Du côté des charges figurent les coûts d'exploitation : utilisation des modèles, infrastructure cloud, accès aux outils, maintenance, contributions des intermédiaires, part des frais de personnel liés à la supervision humaine. La différence correspond au bénéfice de l'agent – une valeur qui, dans un monde AGENTONOMICS abouti, sera mesurée aussi naturellement que le bénéfice d'une filiale aujourd'hui.

Remarque pratique

La comptabilisation séparée de chaque agent peut sembler fastidieuse à première vue. En réalité, ce n'est pas le cas : les données sont de toute façon collectées (les coûts du cloud, l'utilisation des modèles et les appels d'outils peuvent être mesurés par agent). L'innovation réside dans leur agrégation et leur analyse systématiques. Ne pas comptabiliser les agents, c'est avancer à l'aveuglette.

9.4 CAPEX et OPEX – le profil des coûts d'investissement et d'exploitation

La distinction entre coûts d'investissement et coûts d'exploitation est déterminante pour la gestion économique de l'agent. Elle diffère structurellement des biens d'équipement classiques :

9.4.1 Profil CAPEX d'un agent

Les investissements initiaux se concentrent sur les phases de conception et de construction. Les postes CAPEX typiques sont les suivants : conception architecturale, implémentation de l'algorithme, réglage fin du modèle, mise en place de la base de données vectorielle, développement d'interfaces. Contrairement aux biens d'équipement classiques (bâtiments, machines), ces valeurs CAPEX sont fortement influencées par les coûts de personnel et plus difficiles à prévoir.

9.4.2 Profil des dépenses d'exploitation (OPEX) d'un agent

Les coûts d'exploitation courants restent élevés en permanence et – c'est là le point essentiel sur le plan économique – ne peuvent pas être réduits de manière linéaire grâce à des économies d'échelle. Chaque exécution de modèle coûte de l'argent, chaque utilisation d'outil coûte de l'argent, chaque heure de cloud coûte de l'argent. Ces coûts évoluent proportionnellement à l'utilisation. Un agent utilisé dix fois plus coûte environ dix fois plus en exploitation. Cela diffère des logiciels classiques, dont les coûts marginaux de mise à disposition tendent vers zéro. Cependant, l'auto-hébergement, les réservations, la mise en cache, le traitement par lots et le routage des modèles modifient la courbe des coûts.

9.4.3 Conséquences pour la modélisation commerciale

Le profil CAPEX/OPEX a une conséquence importante pour la modélisation commerciale : les agents AGENTONOMICS sont moins faciles à faire évoluer que les produits numériques classiques, mais ils génèrent davantage de valeur ajoutée par transaction. Le modèle commercial doit refléter cette caractéristique – par exemple par le biais de tarifs liés à l'utilisation, de limites de service clairement définies ou d'une architecture combinant judicieusement les appels de modèles coûteux et bon marché.

9.5 Routines de pilotage au cours du cycle de vie

Les routines de pilotage évoluent tout au long du cycle de vie d'un agent – conception, développement, exploitation, possession, transfert. À chaque phase, ce sont d'autres indicateurs clés de performance (KPI), d'autres formats de rapports et d'autres seuils d'escalade qui prédominent. L'outil PuK définit explicitement ces routines spécifiques à chaque phase.

9.5.1 Phase de conception : indicateurs de performance clés conceptuels

Au cours de la phase de conception, il n'existe encore ni données de marché, ni statistiques d'utilisation, ni compte de résultat. Le pilotage s'effectue à l'aide d'indicateurs de performance clés (KPI) conceptuels : exhaustivité du cahier des charges, cohérence avec la vision et la stratégie, viabilité des hypothèses de l'analyse de rentabilité, plausibilité de l'analyse des risques. Le format de rapport est le dossier de conception ; les seuils d'escalade correspondent à des lacunes de contenu qui s'avèreraient coûteuses lors des phases ultérieures.

9.5.2 Phase de développement : indicateurs clés de performance (KPI) du projet

Au cours de la phase de développement, le pilotage est assuré par le contrôle de projet classique : délais, budget, qualité des livrables, risques. Le rapport prend la forme d'un état d'avancement du projet utilisant un système de feux tricolores ; les seuils d'escalade correspondent à des retards ou à des dépassements budgétaires dépassant les tolérances définies.

9.5.3 Phase d'exploitation : données commerciales

En phase d'exploitation, ce sont les indicateurs clés de performance (KPI) économiques qui prédominent : chiffre d'affaires, marge, marge contributive, liquidités, satisfaction client, pénétration du marché.

C'est ici que s'applique tout le répertoire de la logique de Hahn/Hungenberg. Le format de rapport est le reporting mensuel ; les seuils d'escalade correspondent aux écarts par rapport aux valeurs prévisionnelles dépassant les fourchettes définies.

9.5.4 Phase « Own » : indicateurs patrimoniaux

Dans la phase « Own » – lorsque l'agent est considéré comme un actif patrimonial permanent –, les indicateurs patrimoniaux occupent le devant de la scène : valeur comptable, valeur de marché, valeur intrinsèque, valeur de rendement, amortissements, besoins d'investissement pour l'entretien et le développement. Cette phase est encore peu développée aujourd'hui dans la pratique des entreprises ; AGENTONOMICS en favorise activement l'émergence.

9.5.5 Phase de transfert : évaluation de la transaction

En cas de cession, de mise hors service ou de transfert de l'agent vers un autre contexte, celui-ci fait l'objet d'une évaluation de la transaction. Quels éléments constitutifs sont transférables ? Quelle valeur leur est attribuée ? Quels passifs sont transférés ? Cette phase gagnera en importance dans la pratique émergente des fusions-acquisitions (M&A) impliquant des agents IA.

9.6 Le lien entre la fonction de directeur financier (CFO) et le PDG IA

L'outil PuK couvre pour l'essentiel la fonction assurée, dans les entreprises classiques, par le directeur financier (CFO). Dans la logique d'AGENTONOMICS, cette fonction peut être assumée soit par un CFO IA spécialisé, soit par le PDG IA intégré. Ces deux configurations présentent des avantages et des inconvénients :

CEO IA intégré

Le PDG IA assume lui-même la fonction PuK. Avantage : cohérence maximale entre la stratégie et la planification financière. Inconvénient : absence de séparation des fonctions, intensité de contrôle moindre.

CFO IA spécialisé

Un agent distinct assume la fonction PuK et entretient une relation de tension productive avec le PDG IA. Avantage : séparation des fonctions, logique du double contrôle intégrée. Inconvénient : effort de coordination entre les agents.

Le choix dépend du modèle économique et du profil de risque. Dans les secteurs réglementés et pour les modèles économiques à forte intensité capitalistique, la séparation en deux agents est à privilégier ; dans des configurations plus simples, le PDG IA intégré assumant la fonction PuK suffit.

L'instrument PuK fait le lien entre l'architecture qualitative du modèle de Saint-Gall et la dure réalité du bilan. Ne pas piloter un agent par le biais du PuK revient à le cons-truire sur des bases rhétoriques.

Bibliographie

Beer, S. (1972) : Brain of the Firm. The Managerial Cybernetics of Organization. Allen Lane, Londres.

Berk, J. ; DeMarzo, P. (2020) : Grundlagen der Finanzwirtschaft. 6e édition, Pearson, Munich.

Bleicher, K. (2011) : Das Konzept Integriertes Management. 8e édition, Campus, Francfort-sur-le-Main.

Hahn, D. ; Hungenberg, H. (2001) : PuK – Concepts de contrôle de gestion axés sur la valeur. 6e édition, Gabler, Wiesbaden.

Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, TUM, Munich.

Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. 3e édition, Haupt, Berne.

10 Module 6 : Le communicateur avec les parties prenantes

Le sixième et dernier module de l'ADMRF traite de la communication de l'agent avec ses parties prenantes. Il s'agit de transposer dans l'univers des agents IA ce que Rüegg-Stürm et Grand (2020) ont décrit comme des « thèmes d'interaction » entre l'entreprise et ses parties prenantes. Le tournant communicationnel de la quatrième génération du modèle de Saint-Gall trouve ici sa mise en œuvre concrète – avec cette différence décisive qu'un agent AGENTONOMICS est capable de fournir des prestations de communication qu'un service administratif humain ne pourrait jamais atteindre avec une telle rapidité, une telle différenciation et une telle cohérence.

Ce module doit être considéré comme un directeur des ventes (Chief Sales Officer, CSO) – le terme « ventes » n'étant pas ici utilisé au sens strict de la fonction commerciale, mais au sens large de l'établissement et de l'entretien de toutes les relations pertinentes avec les parties prenantes. Il s'agit des interfaces de communication de l'entreprise, tant vers l'extérieur que vers l'intérieur : communication avec les investisseurs, communication avec les clients, communication avec les collaborateurs, communication avec les autorités et relations publiques.

10.1 Les parties prenantes selon l'approche de Saint-Gall

Dès le départ, le modèle de Saint-Gall a adopté une définition large du terme « partie prenante » (Ulrich 1968 ; Rüegg-Stürm et Grand 2020). Les parties prenantes sont tous les acteurs qui ont un intérêt légitime dans l'entreprise ou qui sont concernés par ses actions. Cette définition large distingue le modèle de Saint-Gall d'une vision purement axée sur les actionnaires, qui s'est imposée depuis les années 1990 dans les pays anglo-saxons. Elle constitue également le point de départ du concept AGENTONOMICS : un agent qui ne s'oriente que vers son mandant n'est pas un sujet économique à part entière au sens de Saint-Gall, mais le prolongement de ses propriétaires.

Dans l'idéal, on peut distinguer six groupes de parties prenantes :

- Propriétaires et bailleurs de fonds : investisseurs, actionnaires, banques.
- Salariés : les employés de l'entreprise, y compris les instances de participation.
- Clients : acheteurs actuels et potentiels des prestations.
- Fournisseurs et partenaires commerciaux : y compris d'autres agents AGENTONOMICS et fournisseurs de modèles.
- État et autorités de régulation : administration fiscale, autorités de surveillance, autorités chargées de la protection des données.
- Le grand public : médias, société civile, voisinage, organisations non gouvernementales.

Chaque groupe parle son propre langage, a ses propres besoins en matière d'information et réagit à des stimuli de communication différents. Le « Stakeholder Communicator » doit tenir compte de cette diversité, en s'appuyant sur une base cohérente de connaissances et de valeurs. C'est précisément là que réside la force spécifique de l'agent IA par rapport à un service de relations publiques humain.

10.2 La méthodologie du « pitch » selon Kawasaki

La méthodologie du « pitch », telle que développée par Guy Kawasaki, constitue une approche particulièrement efficace pour la communication avec les parties prenantes dans un contexte entrepreneurial. Au début des années 1980, Kawasaki occupait le poste d'« évangéliste » chez Apple et a tiré de cette expérience une doctrine pragmatique de la communication persuasive en entreprise (Kawasaki 2015). Le communicateur auprès des parties prenantes tire parti de cette méthodologie et en automatise l'application.

10.2.1 La règle des 10-20-30

La règle la plus connue de Kawasaki concerne les présentations destinées aux investisseurs : dix diapositives, vingt minutes, une taille de police de trente points. La limitation à dix diapositives oblige à se concentrer sur l'essentiel ; vingt minutes correspondent à la durée d'attention d'une direction d'entreprise ; une taille de police de 30 points empêche la présentation de se transformer en cours magistral. Ces trois consignes sont faciles à mettre en œuvre de manière algorithmique et définissent immédiatement la structure externe d'une communication destinée aux investisseurs. Le « Stakeholder Communicator » peut les utiliser comme modèle standard.

10.2.2 Les dix diapositives du pitch standard

Kawasaki détaille les dix diapositives d'une présentation aux investisseurs comme suit :

1. Titre : entreprise, slogan, coordonnées.
2. Problème : quels sont les points sensibles du marché ?
3. Solution : comment l'entreprise résout-elle ces points sensibles ?
4. Modèle économique : comment l'entreprise génère-t-elle des revenus ?
5. La magie derrière le produit : technologie, propriété intellectuelle, avantage concurrentiel.
6. Marketing et ventes : stratégie de mise sur le marché.
7. Concurrence : qui sont nos concurrents, qu'est-ce qui nous différencie ?
8. Équipe : qui se cache derrière l'entreprise ?
9. Prévisions et étapes clés : trois à cinq ans.
10. État d'avancement et calendrier : où en sommes-nous, quelle est la prochaine étape ?

Cette structure est aujourd'hui devenue une norme de facto dans le monde des start-ups. Le Stakeholder Communicator peut la générer automatiquement à partir des données de la matrice AGENTONOMICS et du contenu du concept AI-CEO – avec des chiffres, un langage et une visualisation cohérents.

10.3 Du PuK au pitch : la transposition opérationnelle

L'une des fonctions centrales du Stakeholder Communicator consiste à traduire les indicateurs quantitatifs issus de l'outil PuK en formats de communication adaptés aux différentes parties prenantes. Cette traduction est moins anodine qu'il n'y paraît : une même information doit être présentée différemment selon qu'elle s'adresse à un investisseur, à un collaborateur, à une autorité de contrôle ou au grand public.

10.3.1 Cohérence dans la différenciation

Le « Stakeholder Communicator » respecte ici une exigence fondamentale : toute communication repose sur une base factuelle et un socle de valeurs communs. La différenciation s'opère au niveau du langage, du niveau de détail et des priorités, et non sur le fond. Un investisseur reçoit des indicateurs différents de ceux d'un collaborateur, mais le message reste le même. Une lettre adressée à une autorité a un ton différent de celui d'un communiqué de presse, mais les faits exposés sont identiques. Cette cohérence dans la différenciation constitue le point central de ce module.

10.3.2 Résultats types

Le Stakeholder Communicator génère généralement :

- des documents d'une page pour les premiers contacts avec des investisseurs ou des partenaires ;
- Des présentations destinées aux investisseurs selon la méthodologie Kawasaki.
- Des rapports annuels et trimestriels.
- Des communiqués de presse et des documents de questions-réponses.
- Des lettres d'information internes destinées aux collaborateurs.
- Communication avec les clients en cas de modifications de produits.
- Demandes auprès des autorités et rapports réglementaires.
- Projets de communication de crise.

Chacun de ces documents suit sa propre logique, mais tous s'appuient sur la même base de données : la matrice AGENTONOMICS et les principes d'organisation de l'AI-CEO.

10.4 La communication de crise comme test de résistance du module

Le véritable test de résistance de tout communicant auprès des parties prenantes, c'est la crise. En situation de crise, la capacité de communication d'une entreprise est soumise à une pression extrême : le temps est compté, les informations sont incomplètes, de nombreuses parties prenantes réclament simultanément de l'attention. C'est là que l'on voit si le module remplit sa mission.

Quatre qualités caractérisent un bon communicateur de crise :

Rapidité sans négligence

Le premier communiqué de presse doit être prêt en quelques heures, sans pour autant compromettre les déclarations ultérieures. Le responsable de la communication avec les parties prenantes rédige ces communiqués en quelques minutes et propose plusieurs variantes au porte-parole.

Différenciation des destinataires

Collaborateurs, clients, autorités, médias : chacun souhaite être abordé différemment. Le communicateur spécialisé dans les parties prenantes produit les différentes versions en parallèle et veille à leur cohérence.

Respect rigoureux des valeurs

En période de crise, on a tendance à oublier les valeurs qui guident nos actions en temps normal. Le Stakeholder Communicator rappelle le cadre normatif de l'entreprise (issu du « Definition-Frame » et du concept « AI-CEO ») et vérifie que chaque communication s'y conforme.

Préparation des prochaines étapes

La communication de crise n'est jamais uniquement réactive. Elle prépare les prochaines étapes : enquêtes, conséquences, réparation, changements structurels. Le « Stakeholder Communicator » trace cette voie à l'avance et veille à ce que la communication des premières heures ne compromette pas les options des semaines suivantes.

10.5 Communication interne et externe – un équilibre à trouver

L'une des tâches particulièrement délicates de ce module consiste à trouver l'équilibre entre communication interne et externe. Les collaborateurs ne doivent pas apprendre par la presse ce qu'ils auraient dû savoir en premier lieu ; les investisseurs ne doivent pas être informés en dernier lieu alors qu'ils supportent le plus grand risque ; les autorités ne doivent pas être prises au dépourvu par des fuites. Le « Stakeholder Communicator » coordonne ces priorités et veille à ce que le timing soit adapté à chaque partie prenante.

Dans le contexte allemand, il convient notamment de tenir compte de la logique de cogestion. Les comités d'entreprise disposent de droits à l'information et à la consultation qui priment sur la communication externe. Une mise en œuvre correcte d'AGENTONOMICS tient automatiquement compte de cet ordre des priorités – non par simple courtoisie, mais par souci de conformité.

Une entreprise qui ne communique pas de manière cohérente avec l'ensemble de ses parties prenantes perd la confiance tant en interne qu'en externe. Le Stakeholder Communicator est la réponse d'AGENTONOMICS à la gestion de la complexité liée à la transition communicative.

Bibliographie

- Habermas, J. (1981) : Théorie de l'action communicative. Suhrkamp, Francfort-sur-le-Main.
- Hahn, D. ; Hungenberg, H. (2001) : PuK – Concepts de contrôle de gestion axés sur la valeur. 6e édition, Gabler, Wiesbaden.
- Kawasaki, G. (2015) : The Art of the Start 2.0. Portfolio, New York.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. 3e édition, Haupt, Berne.
- Ulrich, H. (1968) : L'entreprise en tant que système social productif. Haupt, Berne.

11 Théorie de la croissance de l'économie des agents IA

Avec ce chapitre, le manuel s'éloigne du niveau des modules pour aborder des questions plus fondamentales. Comment une économie AGENTONOMICS se développe-t-elle ? Quels mécanismes la stimulent, lesquels la limitent, quels risques lui sont inhérents ? La théorie de la croissance n'est pas un complément académique, mais une nécessité pratique : quiconque prend au sérieux les agents IA en tant qu'acteurs économiques doit comprendre les conséquences macroéconomiques de leurs interactions.

11.1 Le multiplicateur de coopération

La théorie classique de la croissance distingue la croissance extensive de la croissance intensive (Solow 1956). La croissance extensive résulte de l'augmentation des facteurs de production : plus de capital, plus de main-d'œuvre, plus de terres. La croissance intensive résulte d'une utilisation plus productive de ces facteurs : progrès technique, formation, organisation. L'AGENTONOMICS ajoute une troisième dimension à ce modèle classique : la croissance par la coopération au sein de réseaux d'agents polycentriques.

11.1.1 Mode de fonctionnement

Lorsque des agents coopèrent au sein d'un réseau polycentrique, il en résulte une valeur ajoutée qui dépasse la somme des contributions individuelles. Cette thèse n'est pas nouvelle : les effets de réseau constituent un concept bien établi depuis Shapiro et Varian (1999). Ce qui est nouveau, c'est l'intensité avec laquelle ces effets peuvent se manifester dans une économie d'agents IA. Trois raisons à cela :

- Vitesse de négociation : les agents peuvent négocier en quelques millisecondes ce qui prend des jours entre humains.
- Granularité de la transaction : les agents peuvent échanger de minuscules prestations partielles de manière économiquement pertinente, alors que celles-ci disparaissent entre les humains sous le poids des coûts de transaction.
- Cohérence de la coopération : les agents n'oublient pas leurs engagements, ils n'ont pas de « mauvais jours », ils ne négocient pas par vanité.

De ces trois propriétés découle un multiplicateur de coopération : le rendement d'un réseau composé de n agents peut être considérablement supérieur à n fois le rendement d'un agent isolé. Ce multiplicateur est la véritable promesse de croissance d'AGENTONOMICS.

11.1.2 Limites du multiplicateur

Le multiplicateur n'est pas illimité. Il convient de tenir compte de trois limites :

Limite de complexité

À mesure que le nombre d'agents augmente, la complexité de la coordination croît de manière quadratique. À partir d'une certaine taille, la coordination devient si coûteuse que la valeur ajoutée diminue. L'intermédiaire (chapitre 7) peut repousser cette limite, mais ne peut pas la supprimer.

Limite de confiance

La coopération présuppose la confiance. À mesure que le nombre d'agents augmente, il devient plus difficile d'établir la confiance. Les systèmes de réputation et les procédures de règlement des litiges peuvent aider, mais ne peuvent pas compenser entièrement cette difficulté.

Limite de sens

La coopération doit avoir un sens. Si les agents coopèrent uniquement pour le plaisir de coopérer, cela ne crée pas de valeur, mais de l'agitation. C'est là qu'intervient le cadre normatif issu du module AI-CEO : il définit quelles coopérations sont pertinentes et lesquelles sont inutiles.

11.2 Approche par triades : trois formes de croissance

En s'inspirant de l'analyse des entreprises transnationales réalisée par Suckfüll (Suckfüll 1994), on peut distinguer trois formes de croissance dans les réseaux AGENTONOMICS :

11.2.1 Intégration verticale par le biais de sous-agents

Un agent génère des sous-agents pour des tâches spécifiques (cf. chapitre 5, paramètre 6). Ces sous-agents élargissent la profondeur de la chaîne de valeur de l'agent principal. La croissance résulte de la multiplication des fonctions internes, et non de l'extension du marché. Sur le plan économique, cela correspond à une intégration verticale au sens classique du terme.

11.2.2 Mise en réseau horizontale avec des agents pairs

Plusieurs agents appartenant à différents propriétaires coopèrent au sein d'un réseau intermédiaire. Chacun conserve sa souveraineté, mais ils échangent des prestations et créent ensemble de la valeur. La croissance résulte de l'extension du réseau et de l'approfondissement des relations. Sur le plan économique, cela correspond à une croissance de type « plateforme » sans plateforme centrale.

11.2.3 Spécialisation diagonale

Les agents développent des profils de compétences de plus en plus spécialisés, qu'ils ne peuvent exploiter qu'en coopération avec des agents complémentaires. La croissance résulte de l'approfondissement de la division du travail. Sur le plan économique, cela correspond au mécanisme de croissance classique de Smith issu de l'intensification de la division du travail – mais à un nouveau niveau d'acteurs.

Ces trois formes de croissance ne s'opposent pas, mais se complètent. Une économie AGENTONOMICS aboutie les considérera toutes les trois en parallèle – et le multiplicateur de coopération est le plus fort là où elles se renforcent mutuellement.

11.3 Les organisations en réseau polycentriques, moteurs de la croissance

La conséquence macroéconomique centrale de ces formes de croissance est l'érosion de la frontière d'entreprise classique. Dans un monde AGENTONOMICS, les frontières entre les entreprises s'estompent de plus en plus. Les agents coopèrent au-delà des frontières d'entreprise à un niveau de granularité qui nécessitait auparavant une intégration organisationnelle. Conséquence : la forme d'organisation typique de l'avenir n'est plus l'entreprise intégrée, mais le réseau polycentrique.

Ce diagnostic n'est pas nouveau : Picot, Reichwald et Wigand (2020) l'ont formulé depuis longtemps dans leur « entreprise sans frontières ». La seule nouveauté réside dans le fait qu'AGENTONOMICS fournit les conditions infrastructurelles nécessaires pour que cette forme puisse devenir une réalité au-delà des projets pilotes.

11.3.1 Conséquences pour le modèle de croissance

Les réseaux polycentriques se développent différemment des entreprises intégrées. Trois caractéristiques les distinguent :

- La croissance résulte de l'ajout de nouveaux nœuds, et non de l'augmentation de la taille des nœuds existants.
- Les nœuds restent petits et mobiles ; c'est le réseau dans son ensemble qui s'étend.
- La création de valeur est largement répartie, et non concentrée dans quelques nœuds.

Ce modèle de croissance – s'il s'impose – constitue une alternative à la dynamique de concentration de l'économie de plateforme actuelle. C'est l'un des principaux espoirs liés à l'AGENTONOMICS : que la prochaine vague de transformation numérique ne débouche pas nécessairement sur une concentration monopolistique, mais puisse au contraire se répartir de manière polycentrique.

11.4 Innovation et renouvellement au sein du réseau

Rüegg-Stürm et Grand (2020) distinguent deux modes de développement : l'optimisation et le renouvellement. Cette distinction s'applique également aux réseaux AGENTONOMICS. L'optimisation consiste en l'amélioration continue des routines existantes ; le renouvellement, en revanche, consiste à rompre avec ces routines et à mettre en place de nouveaux modèles.

Au sens schumpétérien, le renouvellement est synonyme d'innovation – la « destruction créatrice » (Schumpeter 1934) qui brise les anciens ordres de marché pour en créer de nouveaux. Dans une économie AGENTONOMICS, l'innovation se manifeste à deux niveaux :

11.4.1 L'innovation chez les agents

De meilleurs algorithmes, des modèles plus performants, des bases de connaissances plus riches : au niveau de chaque agent, l'innovation est permanente. Si l'agent est bien conçu, elle est intégrée dans ses cycles de construction et d'exploitation.

11.4.2 L'innovation au sein des réseaux

Nouveaux modèles de coopération, nouveaux modèles économiques, nouvelles structures d'intermédiation : au niveau des réseaux, l'innovation émerge comme un phénomène spontané. Certains agents inventent un nouveau modèle de coopération, d'autres l'adoptent, et le réseau se transforme.

Ce deuxième niveau d'innovation est aujourd'hui très peu étudié et pratiquement encore peu visible. L'AGENTONOMICS propose ici une anticipation conceptuelle : si des réseaux d'agents polycentriques voient effectivement le jour, l'innovation en réseau deviendra l'une des principales sources de croissance des prochaines décennies.

La croissance d'une économie « AGENTONOMICS » ne réside pas dans la croissance de grands nœuds, mais dans celle de réseaux denses. Ce n'est pas un détail, mais un message politique.

Bibliographie

- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : From data sovereignty to skill sovereignty. Rapport technique TUM-I24112, TUM, Munich.
- Picot, A. ; Reichwald, R. ; Wigand, R. T. (2020) : L'entreprise sans frontières. 6e édition, Springer Gabler, Wiesbaden.
- Rochet, J.-C. ; Tirole, J. (2003) : « Platform Competition in Two-Sided Markets ». Dans : Journal of the European Economic Association 1(4), p. 990–1029.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. 3e édition, Haupt, Berne.
- Schumpeter, J. A. (1934) : The Theory of Economic Development. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Shapiro, C. ; Varian, H. R. (1999) : Information Rules. Harvard Business School Press, Boston.
- Solow, R. M. (1956) : « A Contribution to the Theory of Economic Growth ». Dans : Quarterly Journal of Economics 70(1), p. 65-94.
- Suckfüll, H. (1994) : Le modèle d'organisation transnational. Thèse de doctorat, Université de Saint-Gall.

12 Approches économiques : l'adolescence de l'IA

Si l'AGENTONOMICS s'impose, cela aura des conséquences macroéconomiques et sociétales qui dépasseront largement le cadre des décisions individuelles des entreprises. Ce chapitre esquisse les principaux effets et examine les pistes de solution économiques et politiques pour faire face aux tensions qui devraient en découler. Le raisonnement s'inscrit dans la continuité de l'analyse de Knoll et Suckfüll (2024) présentée dans le rapport TUM-I24112.

12.1 L'adolescence de l'IA

Knoll et Suckfüll (2024) parlent d'une « adolescence de l'IA ». Cette image est pertinente : l'IA d'aujourd'hui n'est plus un enfant, mais n'est pas encore adulte non plus. Elle est puissante, mais immature ; performante, mais peu fiable ; répandue, mais pas encore intégrée de manière stable. Au cours de cette phase – qui, selon les estimations des auteurs, durera environ dix à quinze ans –, il faut s'attendre à des bouleversements que le cadre social et économique devra amortir.

La principale prévision économique pour un scénario AGENTONOMICS complet est la suivante : nous connaissons une croissance économique d'environ 20 % par an, mais parallèlement une exposition d'environ 20 %. Ces deux ordres de grandeur ne sont pas fixés arithmétiquement, mais sont indicatifs : ils visent à illustrer l'ampleur des bouleversements attendus. Ces deux chiffres sont historiquement exceptionnels et remettent tous deux en question la logique réglementaire habituelle.

12.2 Une croissance de 20 % : sources et conséquences

Une croissance annuelle de 20 % serait dix fois supérieure à celle atteinte par les pays de l'OCDE au cours des dernières décennies. Elle serait comparable à la croissance la plus rapide qu'ait connue la Chine pendant ses années de boom économique – mais à partir d'un niveau de départ bien plus élevé. On peut identifier trois sources :

12.2.1 Des bonds de productivité dans le travail intellectuel

Le travail intellectuel – recherche, analyse, synthèse, communication – représente la majeure partie de l'activité dans les économies développées. Si les agents d'IA parviennent à multiplier par deux à cinq la productivité dans ces domaines – et de nombreux éléments le laissent penser –, il en résultera une poussée de croissance d'une ampleur historique.

12.2.2 Nouveaux domaines de création de valeur

Les agents AGENTONOMICS permettent la mise en place de modèles économiques qui ne seraient pas viables financièrement avec le seul travail humain – par exemple, des services de conseil à petite échelle, des offres de formation personnalisées, des analyses de marché à haute fréquence, une disponibilité 24 heures sur 24. Ces domaines génèrent de la croissance sans supplanter les emplois existants.

12.2.3 Réduction des pertes par friction

Une part considérable de l'activité économique actuelle est constituée de pertes par frottement : coûts de recherche, coûts de mise en relation, coûts de négociation, coûts de contrôle. Les agents AGENTONOMICS peuvent réduire considérablement ces pertes par frottement – et les efforts ainsi économisés sont réorientés vers des activités productives.

12.3 Prévisions pessimistes : un chômage de fond de 20 % – sources et conséquences

Parallèlement, un taux de chômage de fond élevé pourrait apparaître pendant la phase de transition, dont l'ampleur n'est historiquement comparable qu'à celle de la crise économique mondiale des années 1930. Cette prévision n'est pas déterministe : elle dépend de manière décisive de la manière dont seront définies les conditions-cadres de la politique économique. Mais elle est suffisamment plausible pour être abordée ouvertement, plutôt que d'être écartée par des arguments.

12.3.1 Les métiers menacés

Trois catégories d'activités sont particulièrement menacées :

- Le travail intellectuel standardisé : comptabilité, application du droit dans des cas courants, traductions, rédaction de rapports simples.
- Tâches de management intermédiaire : reporting, coordination, chaînes de rapports, analyses standardisées.
- Activités de conseil et de services : recherche, premier contact, processus de conseil standardisés.

Dans tous ces domaines, les agents d'IA sont capables, aujourd'hui ou dans un avenir proche, de fournir des prestations au moins comparables à celles d'un humain dans des tâches standard – et ce, pour un coût bien moindre. La conséquence n'est pas nécessairement le chômage, mais un changement structurel radical.

12.3.2 La comparaison avec les luddites

Une analogie historique s'impose : le mouvement des luddites du début du XIXe siècle. Les ouvriers textiles anglais détruisaient les métiers à tisser qui remplaçaient leur travail manuel. Ils ont perdu la bataille : les machines sont arrivées et les ouvriers ont dû s'adapter. Mais ils avaient des arguments de poids. Leur monde du travail a bel et bien été détruit ; l'adaptation a pris des générations ; les bouleversements sociaux ont été considérables.

Aujourd'hui, un choc similaire menace, mais avec trois différences importantes :

- Ce choc ne touche pas le travail manuel, mais le travail intellectuel – c'est-à-dire précisément les catégories professionnelles qui se sentaient jusqu'à présent à l'abri de l'automatisation.
- Ce choc ne s'étend pas sur plusieurs générations, mais se produit en l'espace de quelques années seulement – le délai d'adaptation est nettement plus court.

- Ce choc n'est pas concentré géographiquement (comme à l'époque dans le Yorkshire et le Lancashire), mais touche simultanément toutes les économies développées.

Ceux qui, aujourd'hui, rejettent le scepticisme vis-à-vis de l'IA en le qualifiant de refus de la modernité, oublient que les luddites avaient une revendication légitime : ils ne voulaient pas freiner le progrès, mais y prendre part. C'est précisément la question à laquelle nous sommes confrontés aujourd'hui.

12.4 Questions de répartition : qui en profite ?

La question économique décisive n'est pas l'existence même de la mutation structurelle, mais sa répartition. Si la croissance s'élève effectivement à 20 % et que le chômage atteint également 20 %, la question de la répartition devient cruciale. Sans régulation politique, on risque de se retrouver dans un scénario où une poignée de propriétaires d'infrastructures d'IA s'enrichissent considérablement, tandis que de larges couches de la population perdent leurs moyens de subsistance.

12.4.1 Le pouvoir d'achat : une question systémique

Une conséquence économique particulièrement frappante : une économie capitaliste a besoin de pouvoir d'achat pour fonctionner. Si les masses perdent leur pouvoir d'achat parce que leur travail n'est plus sollicité, la demande s'effondre – et avec elle, le modèle économique des propriétaires d'infrastructures d'IA. Knoll et Suckfüll (2024) formulent cet argument avec virulence : une domination centralisée de l'IA comporte le risque que l'absence de concurrence rende la répartition des richesses si asymétrique que le manque de pouvoir d'achat ébranle l'ensemble du système capitaliste tel qu'on le conçoit.

En d'autres termes : un monde marqué par un chômage massif lié à l'IA ne détruit pas seulement des moyens de subsistance, il détruit également son propre modèle économique. Cette contradiction interne constitue un argument économique en faveur d'une réglementation active.

12.5 Pistes de solution

Quelles sont les pistes de solution disponibles ? On peut identifier quatre axes d'action qui ne doivent pas être considérés comme alternatifs, mais comme complémentaires :

12.5.1 La « souveraineté des compétences » en tant qu'atout individuel

La recommandation centrale de Knoll et Suckfüll (2024) est la suivante : chaque individu doit avoir la possibilité de reproduire ses compétences dans des agents d'IA et d'en tirer un bénéfice économique. Quiconque transfère ses compétences à un agent doit rester propriétaire de cet agent – et participer à la valeur ajoutée qu'il génère. Ce modèle allie souveraineté individuelle et participation économique. Il s'agit de la réponse spécifiquement européenne à ce défi.

12.5.2 Structure de marché polycentrique

Un cadre réglementaire favorisant les réseaux polycentriques d'AGENTONOMICS et empêchant la concentration monopolistique est essentiel. C'est là que se situent les liens avec le droit de la concurrence, la loi sur la protection des données () et l'AI Act. Une application rigoureuse de la portabilité des données, des normes d'interopérabilité et de la séparation fonctionnelle entre la plateforme et les acteurs du marché constitue l'exigence minimale.

12.5.3 Formation et reconversion

Si 20 % des activités sont remplacées, les systèmes de formation et de reconversion doivent gagner en efficacité. La conception classique de la formation en alternance – « une fois formé, c'est terminé » – est définitivement dépassée. L'apprentissage tout au long de la vie doit devenir une évidence économique, financée et soutenue par les institutions. Dans le contexte allemand, c'est à l'Agence fédérale pour l'emploi qu'il revient d'agir – et c'est précisément cette administration qui est elle-même confrontée au défi de la réduction des effectifs due à l'IA (cf. chapitre 3).

12.5.4 Systèmes de protection sociale

Enfin, les systèmes de protection sociale doivent être réexaminés. Un taux de chômage de base de 20 % est difficilement envisageable avec les systèmes d'assurance classiques financés par les cotisations. Des concepts tels qu'un revenu de base inconditionnel, une taxe sur le travail des machines ou une participation des citoyens aux parts détenues par l'État dans les infrastructures d'IA font l'objet de débats – pour le moins controversés. La voie à suivre est une question politique – mais le fait qu'une voie doive être choisie est une nécessité économique.

12.6 La position spécifiquement européenne

L'Europe occupe une position particulière dans le débat mondial sur l'IA. D'un côté, l'économie des plateformes américaines avec sa dynamique de concentration ; de l'autre, la stratégie chinoise en matière d'IA, pilotée par l'État, avec sa tendance à une utilisation autoritaire. L'Europe a la possibilité – et le devoir – de suivre une troisième voie : fondée sur l'économie de marché, mais polycentrique ; libérale, mais dotée d'un cadre réglementaire fiable ; ouverte aux technologies, mais axée sur les droits individuels.

AGENTONOMICS est une élaboration conceptuelle de cette troisième voie. Elle s'inscrit dans la tradition de l'économie ordolibérale, qui conçoit conjointement la concurrence et le cadre réglementaire ; elle s'inscrit dans la tradition de l'économie sociale de marché, qui allie performance économique et participation sociale ; et elle s'inscrit dans la tradition des Lumières européennes, qui considèrent la souveraineté individuelle comme non négociable.

L'adolescence de l'IA s'annonce éprouvante sur les plans économique et social. Mais elle peut être façonnée – à condition que cette démarche commence tôt et soit menée avec cohérence.

Bibliographie

Loi européenne sur l'IA (2024) : Règlement (UE) 2024/1689. Journal officiel de l'Union européenne.

Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, TUM, Munich.

Russell, S. (2019) : Human Compatible. Artificial Intelligence and the Problem of Control. Viking, New York.

Suleyman, M. ; Bhaskar, M. (2023) : The Coming Wave. Crown, New York.

Ulrich, P. (2008) : Éthique économique intégrative. 4e édition, Haupt, Berne.

Zuboff, S. (2018) : L'ère du capitalisme de surveillance. Campus, Francfort-sur-le-Main.

13 Souveraineté : de la souveraineté des données à la souveraineté des capacités

La question de la souveraineté constitue le fondement normatif de l'approche AGENTONOMICS. Elle a déjà été abordée au chapitre 3 ; le présent chapitre l'approfondit et la relie à la thèse centrale du rapport de l'université technique de Munich (TUM) intitulé « From data sovereignty to skill sovereignty » (Knoll et Suckfüll 2024). Cette thèse est formulée en termes très clairs : quiconque perd la souveraineté sur ses propres données et compétences dans l'économie des compétences en IA perd non seulement sa substance économique, mais aussi la condition préalable à l'autodétermination individuelle. Cette thèse allie analyse économique et exigence normative – et fait ainsi du présent chapitre à la fois le fil conducteur théorique et la conclusion politique de l'ensemble du manuel.

Dans la transposition du modèle de gestion de Saint-Gall à l'ère des agents d'IA, la question de la souveraineté joue un rôle constitutif. Rüegg-Stürm et Grand (2020) ont mis l'accent sur l'ancrage de l'entreprise dans des sphères environnementales ; AGENTONOMICS précise cet ancrage en posant la question de savoir quels droits de souveraineté sur les données et les capacités sont réellement applicables dans une économie polycentrique de l'IA – et comment il est possible d'en déduire une architecture politiquement et économiquement viable pour les prochaines décennies.

13.1 Le statu quo bizarre

Knoll et Suckfüll (2024) décrivent le statu quo actuel comme « fondamentalement absurde ». Ce diagnostic mérite d'être reproduit en détail, car il définit avec précision le cadre normatif de l'AGENTONOMICS.

13.1.1 Protection des données et expropriation des données dans un même acte

D'un côté, la législation sur la protection des données – en particulier dans l'interprétation allemande du RGPD – entrave à bien des égards la création de valeur sociale. Les chaînes d'hôpitaux échouent dans leurs projets d'intégration de données, les universités perdent des opportunités de recherche, les PME renoncent à des gains d'efficacité parce qu'elles redoutent le risque juridique. D'un autre côté, chaque individu doit divulguer au quotidien une quantité énorme de données personnelles pour pouvoir simplement participer à une vie moderne médiatisée par le numérique – et n'obtient en retour que peu ou rien. Cette asymétrie n'est pas le fruit du hasard, mais le résultat d'une construction réglementaire qui défend rhétoriquement la souveraineté individuelle, sans toutefois la rendre possible dans la pratique.

13.1.2 L'ampleur économique

L'ampleur réelle de cette asymétrie est souvent sous-estimée. Knoll et Suckfüll (2024) estiment qu'un adulte moyen dans un pays développé produit plusieurs centaines de gigaoctets de données personnelles par an – qu'il s'agisse de profils LinkedIn, de candidatures en ligne, de factures numériques, de contrats ou de traces de communication. La valeur économique de ces données est estimée entre dix mille et quinze mille euros par personne et par an. La quasi-totalité de ce montant revient aujourd'hui aux grandes économies de plateforme ; il ne reste rien aux individus qui produisent ces données.

D'un point de vue macroéconomique, cet ordre de grandeur n'est pas négligeable. Avec environ 700 millions d'adultes dans les pays de l'OCDE et une valeur moyenne des données de douze mille euros par personne et par an, on obtient un volume annuel de l'ordre de huit billions d'euros – un flux de valeur ajoutée qui, aujourd'hui, ne figure pas dans les bilans de ses véritables producteurs.

13.1.3 La minimisation des données, une « voie vers l'appauvrissement »

Le principe de minimisation des données, particulièrement mis en avant en Allemagne, part d'une bonne intention, mais conduit en réalité – comme le soulignent Knoll et Suckfüll (2024) – « tout droit vers l'appauvrissement ». Cette affirmation est provocante, mais précise : celui qui n'est pas autorisé à tirer une valeur économique de son flux de données ne fait pas don de cette valeur – il ne fait que s'en priver lui-même. Les données sont générées de toute façon, elles sont analysées de toute façon, elles créent de la valeur de toute façon. La seule question est de savoir qui en tire profit.

Thèse centrale (Knoll et Suckfüll 2024)

La véritable mission de l'État serait de mettre à la disposition de chaque individu un ensemble complet d'outils lui permettant d'acquérir la souveraineté sur ses propres données et de décider lui-même de ce qu'il en advient. Même si la législation et le cadre opérationnel d'une telle souveraineté individuelle sur les données ne sont pas encore définis, il n'est pas trop tard pour les mettre en place.

13.2 La prochaine étape : la souveraineté des compétences

Le véritable intérêt du rapport de l'Université technique de Munich (TUM) ne réside pas dans son état des lieux de la souveraineté des données, mais dans le fait qu'il souligne que la prochaine question de souveraineté est déjà à l'ordre du jour : celle de la souveraineté des compétences, ou « skill sovereignty ». Alors que les responsables politiques débattent encore de la manière de rendre la souveraineté individuelle en matière de données opérationnelle, la transition suivante est déjà en cours – avec des conséquences potentiellement considérables pour l'ordre économique fondamental.

13.2.1 Comment les compétences migrent

Tout travailleur du savoir – ingénieur, avocate, médecin, enseignant universitaire – traite des données ou des informations d'entrée selon des règles qu'il ou elle a acquises et perfectionnées au cours de sa formation et de sa vie professionnelle. Ces règles constituent le « modus operandi » individuel de tout travail du savoir. Elles constituent la substance même de ce pour quoi le travail intellectuel est rémunéré. Mais elles sont – et c'est là la nouveauté technologique – de plus en plus transférables aux systèmes d'IA. Les mécanismes de « transfert de compétences » gagnent en efficacité à chaque nouvelle génération de modèles ; ce qui était encore impensable il y a cinq ans est aujourd'hui une pratique courante.

Les conséquences économiques de cette transférabilité sont profondes. Si le mode opératoire d'un individu peut être reproduit techniquement, la question se pose de savoir à qui appartient cette reproduction. À l'employeur, parce qu'il verse le salaire ? Au fournisseur du modèle, parce que c'est son modèle qui rend la reproduction possible ? À la travailleuse du savoir elle-même, parce que son mode de fonctionnement est le fruit du travail de toute une vie ? Cette question n'est aujourd'hui pas tranchée sur le plan

juridique, mais elle revêt une importance capitale sur le plan économique et est fondamentale sur le plan éthique.

13.2.2 La « réplique fonctionnelle »

Knoll et Suckfüll (2024) ont forgé le terme de « réplique fonctionnelle » pour désigner l'agent formé pour remplacer un travailleur du savoir individuel. La réplique peut être déployée en parallèle à plusieurs endroits ; elle peut travailler simultanément pour plusieurs donneurs d'ordre ; elle multiplie potentiellement la force de travail de son « original » par plusieurs ordres de grandeur.

Si ce transfert tourne mal, les travailleurs du savoir se retrouveront dans une situation pire que celle des briseurs de machines du XIX^e siècle – car contrairement aux tisserands anglais, ils n'ont même pas perdu leur métier à tisser physique, ils ont perdu leur identité cognitive. En revanche, s'il réussit, chacun pourra multiplier sa force de travail et ainsi participer directement au gain de productivité de l'économie de l'IA.

13.2.3 Le droit d'auteur sur sa propre réplique

De cet argument découle une conséquence en matière de politique réglementaire que le rapport de l'Université technique de Munich (TUM) met clairement en évidence : quiconque cède ses capacités à la machine doit rester maître de ces capacités – même si elles sont multipliées et utilisées en parallèle. Concrètement, cela signifie qu'une personne peut certes travailler simultanément pour plusieurs donneurs d'ordre, mais que ceux-ci ne peuvent pas utiliser les « répliquants fonctionnels » de manière indépendante. La personne conserve le « droit d'auteur », c'est-à-dire le plein droit de disposition sur l'ensemble de son parc de répliquants. C'est cette conception juridique qui rend la « souveraineté des compétences » opérationnelle.

L'analogie avec le droit d'auteur est pertinente. Tout comme une autrice conserve le droit de disposer de son roman même lorsqu'elle concède une licence d'édition à une maison d'édition, la travailleuse du savoir conserve le droit de disposer de son agent lorsqu'elle concède une option d'utilisation à un donneur d'ordre. Cette construction est juridiquement complexe, mais pas impossible : les sociétés de gestion collective du droit d'auteur classique (GEMA, VG Wort) fournissent des modèles institutionnels.

13.3 L'analogie avec Volkswagen

Une analogie instructive, évoquée par Knoll et Suckfüll (2024), est la comparaison historique avec le concept de la Volkswagen. À la fin des années 1930, la Coccinelle VW a été conçue comme une « Volkswagen » – une voiture que tout adulte devait pouvoir s'offrir. La voiture était pensée comme un moyen de transport individuel démocratisant la mobilité. L'idée s'est imposée – après les bouleversements de la Seconde Guerre mondiale – dans les années 1950 et 1960, et a profondément transformé l'économie et la société.

Le parallèle avec l'IA est évident : ce que l'automobile individuelle a été pour la mobilité physique, les agents IA individuels pourraient l'être pour la souveraineté cognitive. La large disponibilité d'outils performants – non pas entre les mains d'une poignée de grands groupes, mais entre celles du plus grand nombre – modifie les modèles de création de valeur et les rapports de force. Aujourd'hui, on ne parle

plus de la « Volkswagen » comme d’une idée révolutionnaire, car elle est devenue une évidence. De la même manière, lorsque l’AGENTONOMICS s’imposera, l’agent individuel du peuple deviendra tout aussi évident.

13.3.1 Ce que l’analogie n’est pas

L’analogie a des limites qu’il convient de mentionner afin qu’elle ne soit pas mal comprise. Premièrement, la Volkswagen a été conçue dans un contexte dictatorial ; son effet démocratisant était un sous-produit historique, et non une intention initiale. Deuxièmement, la voiture présente également des externalités négatives considérables : impact environnemental, accidents mortels, dégradation urbaine. Troisièmement, contrairement à la voiture, l’IA n’est pas physiquement limitée dans sa reproduction ; elle évolue selon d’autres lois. Tout cela restreint l’analogie, mais ne la rend pas caduque. Le fond reste valable : une technologie accessible à tous a un impact économique et social différent de celle qui est concentrée entre quelques mains seulement.

13.4 Comparaison des approches européennes, américaines et asiatiques

La question de la souveraineté trouve des réponses différentes dans les trois grands espaces économiques mondiaux. Ces différences ne sont pas fortuites, mais trouvent leur origine dans des modèles sociaux et économiques divergents. Elles ont des conséquences sur la compétitivité et sur le fondement normatif des économies concernées.

13.4.1 L’approche américaine : la concentration des plateformes

Le paysage américain de l’IA est dominé par quelques grands acteurs : OpenAI, Anthropic, Google, Meta, Microsoft. La création de valeur se concentre sur un petit nombre de nœuds ; les montants investis se chiffrent en dizaines ou en centaines de milliards par fournisseur. La réglementation s’applique de manière sectorielle, souvent de manière réactive, et reste manifestement à la traîne par rapport au développement technologique. Dans ce modèle, la question de la souveraineté est avant tout négociée sur le plan géopolitique : qui contrôle les modèles de pointe, qui contrôle les semi-conducteurs, qui contrôle la puissance de calcul ? La souveraineté individuelle est une préoccupation secondaire dans ce modèle.

13.4.2 L’approche asiatique : l’orientation par l’État

L’espace asiatique – avec la Chine comme acteur dominant, mais aussi Singapour, la Corée du Sud et le Japon – connaît un mélange de pilotage étatique et d’initiative entrepreneuriale. La souveraineté est avant tout définie au niveau de l’État-nation : les données doivent rester sur le territoire national, les modèles doivent être disponibles à l’échelle nationale, et la valeur ajoutée doit profiter à l’économie nationale. Dans ce modèle, la souveraineté individuelle joue un rôle nettement moins important que la souveraineté nationale collective.

13.4.3 L'approche européenne : pluralité réglementée

L'Europe apporte une réponse différente : la souveraineté est avant tout envisagée sous l'angle individuel et réglementaire. Le RGPD est l'expression de cette conception ; l'AI Act de l'UE (2024) s'inscrit dans cette lignée ; le Digital Markets Act et le Data Act viennent la compléter. Ce cadre réglementaire est à la fois une force et une faiblesse. Il protège les droits individuels mieux que tout autre modèle économique – mais il entrave également la dynamique économique s'il n'est pas complété par des mécanismes constructifs qui favorisent activement la création de valeur.

C'est précisément là qu'intervient l'AGENTONOMICS. Il s'agit du complément constructif à l'approche réglementaire européenne : là où le RGPD et la loi sur l'IA fixent des limites, l'AGENTONOMICS crée des espaces positifs dans lesquels la création de valeur peut s'opérer de manière souveraine et polycentrique. La combinaison d'une protection réglementaire et d'une architecture constructive constitue la véritable contribution européenne au débat mondial sur l'IA.

13.5 L'infrastructure de l'IA en tant que service d'intérêt général

Une conséquence réglementaire centrale tirée par le rapport de la TUM : la mise à disposition de capacités de calcul et de services de base en IA est – à l'instar des écoles, des bibliothèques, des réseaux de transport ou des réseaux électriques – une mission existentielle relevant des services d'intérêt général. Sans elle, une économie des compétences fondée sur l'IA, qui soutient la souveraineté globale de l'Europe au lieu de la saper, ne peut se développer.

13.5.1 Ce qui relève des services d'intérêt général

Dans le contexte de l'IA, les services d'intérêt général recouvrent au moins cinq éléments :

- Capacité de calcul souveraine : des centres de données performants, situés en Europe, contrôlés par l'Europe et dotés d'une structure de coûts transparente.
- Modèles de base souverains : des modèles de base compatibles avec l'open source et hautement performants, qui ne dépendent pas de fournisseurs individuels.
- Espaces de données et infrastructure de fiducie des données : mécanismes techniques et institutionnels permettant, sur le plan opérationnel, la souveraineté individuelle et collective en matière de données.
- Services de représentation des compétences : mécanismes permettant aux individus de gérer et de concéder sous licence leurs compétences sous forme de répliques numériques.
- Infrastructure éducative : systèmes d'apprentissage tout au long de la vie qui accompagnent et qualifient la transition vers l'économie des compétences en IA.

13.5.2 Qui finance, qui exploite, qui contrôle

La perspective des services d'intérêt général n'implique pas nécessairement une production propre de l'État. Dans le domaine de l'éducation, les écoles sont gérées par l'État, les établissements d'enseignement supérieur souvent sous des formes mixtes, et les universités fréquemment dans le cadre d'une coopération public-privé. Dans le domaine des transports, il existe des routes publiques, des autoroutes

concedées et des compagnies aériennes privées. Dans le domaine de l'IA également, des formes mixtes sont envisageables – elles constituent même probablement la seule solution viable.

Trois caractéristiques sont indispensables : premièrement, l'accessibilité pour tous les citoyens, et pas seulement pour les gros clients solvables ; deuxièmement, un contrôle démocratique qui ne soit pas contourné par les monopoles des plateformes ; troisièmement, des normes interopérables qui préservent les possibilités de changement et la concurrence. Ces trois caractéristiques sont facilement réalisables dans une logique polycentrique – mais pratiquement impossibles dans une logique de concentration.

13.6 La loi européenne sur l'IA (EU AI Act) en tant que cadre

La loi européenne sur l'IA (règlement (UE) 2024/1689) fournit le premier cadre réglementaire complet au monde pour les systèmes d'IA. Pour les agents AGENTONOMICS, elle constitue la référence juridique centrale. Trois éléments méritent d'être soulignés tout particulièrement.

13.6.1 Classes de risque

La loi sur l'IA distingue quatre classes de risque : risque inacceptable (interdit), risque élevé (contraintes strictes), risque limité (obligations de transparence), risque minimal (aucune contrainte spécifique). Un agent AGENTONOMICS doit clairement indiquer, dans le cadre de sa définition, à quelle classe il appartient. Ce classement a des conséquences directes sur les efforts de mise en conformité, l'évaluation de la conformité et l'accès au marché.

13.6.2 Modèles de base et IA à usage général

L'AI Act contient des règles spécifiques pour les « modèles d'IA à usage général » – c'est-à-dire les grands modèles de base utilisés comme éléments constitutifs dans de nombreuses applications. Ces règles concernent les obligations de transparence, la documentation technique, la description des données d'entraînement et, pour les modèles de très grande taille, des obligations supplémentaires en matière d'évaluation des risques. Pour un exploitant d'agent, cela signifie que le choix du modèle (chapitre 6) a des implications réglementaires qui doivent être prises en compte dans l'outil PuK.

13.6.3 Pratiques interdites

Certaines pratiques en matière d'IA sont strictement interdites – par exemple certaines pratiques de « social scoring » mises en œuvre par des acteurs publics ou privés, les techniques subliminales manipulatoires, l'identification biométrique en temps réel dans les espaces publics (à quelques exceptions près). Un agent AGENTONOMICS doit, de par sa conception même, exclure tout risque de dérive vers des pratiques interdites. Le niveau normatif du cadre de définition (chapitre 5) assure cette garantie.

L'AI Act n'est pas exempt de contradictions et présente certaines faiblesses. En particulier, la délimitation entre les classes de risque n'est pas toujours claire dans la pratique, et les coûts de mise en conformité peuvent être trop lourds à supporter pour les petits prestataires. Il n'en reste pas moins qu'il s'agit actuellement de la tentative la plus ambitieuse de définir juridiquement un cadre complet pour l'IA, et il offre à AGENTONOMICS un cadre clairement défini dans lequel des architectures souveraines et polycentriques peuvent se déployer.

L'Europe se trouve une fois de plus à la croisée des chemins. Voulons-nous une législation dictée par la peur qui entrave l'innovation – ou une législation qui façonne activement les évolutions émergentes et renforce l'idée européenne du droit individuel en donnant aux personnes la possibilité non pas de perdre, mais de gagner en souveraineté sur leurs données et leurs capacités ? AGENTONOMICS apporte une contribution constructive à cette seconde option.

Bibliographie

- Loi européenne sur l'IA (2024) : Règlement (UE) 2024/1689 du Parlement européen et du Conseil établissant des règles harmonisées en matière d'intelligence artificielle. Journal officiel de l'Union européenne.
- Fraunhofer MOEZ ; Suckfüll, H. (2018) : Initiative en faveur d'une fiducie de données DEDATE. Document de réflexion, Leipzig.
- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, Institut d'informatique, Université technique de Munich.
- Mayer-Schönberger, V. ; Cukier, K. (2013) : Big Data. La révolution qui va changer nos vies. Redline, Munich.
- Otto, B. ; ten Hompel, M. ; Wrobel, S. (éd.) (2019) : International Data Spaces. Modèle d'architecture de référence. Fraunhofer-Gesellschaft, Munich.
- Picot, A. ; Reichwald, R. ; Wigand, R. T. (2020) : L'entreprise sans frontières. 6e édition, Springer Gabler, Wiesbaden.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. 3e édition, Haupt, Berne.
- Ulrich, P. (2008) : Éthique économique intégrative. 4e édition, Haupt, Berne.
- Zuboff, S. (2018) : L'ère du capitalisme de surveillance. Campus, Francfort-sur-le-Main.

14 Construire l'agent AGENTONOMICS : un guide pratique

Ce chapitre constitue le guide pratique destiné aux futurs concepteurs d'agents IA conformes à AGENTONOMICS. Il synthétise les propos théoriques des chapitres précédents et répond à la question pratique suivante : comment créer un agent IA capable de répondre de manière fondée à des questions de gestion d'entreprise selon le modèle de Saint-Gall – et comment communiquer avec lui une fois qu'il est créé ? Ce chapitre se veut délibérément concret. Alors que l'architecture a été décrite jusqu'à présent, il aborde désormais les choix de mise en œuvre que chaque développeur doit réellement effectuer.

Dans le cadre de l'adaptation du modèle de gestion de Saint-Gall à l'ère des agents d'IA, ce chapitre correspond à ce que l'on appellerait, dans la théorie classique du management, un « guide de mise en œuvre » – à cette différence près qu'il s'agit ici de mettre en œuvre des structures algorithmiques et non des structures organisationnelles. Ce que Bleicher (2011) a décrit comme un travail conceptuel mené à son bureau se concrétise ici sous forme de code, de modèles et de services en fonctionnement. Le fond – la pensée de gestion holistique et intégrée – reste le même ; c'est la forme de sa mise en œuvre qui est nouvelle.

14.1 Aperçu de l'architecture du système

Un agent AGENTONOMICS destiné à répondre à des questions de gestion d'entreprise peut s'inscrire dans une architecture standard qui concrétise les cinq éléments constitutifs présentés au chapitre 6. Cette architecture n'est pas obligatoire, mais elle a fait ses preuves dans le cadre de projets pilotes et peut servir de point de départ pour vos propres implémentations.

14.1.1 Vue des composants

L'architecture se compose de sept composants qui communiquent entre eux via des interfaces clairement définies :

- Couche d'entrée (bloc d'interface) : interface utilisateur Web, interface vocale ou API pour la réception des requêtes, complétée par l'authentification et la validation des données d'entrée.
- Couche de routage et d'orchestration (bloc algorithmique) : la logique décisionnelle centrale qui classe les requêtes, définit les sous-tâches et sélectionne les outils.
- Couche de connaissances (bloc « Outils et vecteurs ») : base de données vectorielle contenant la littérature de Saint-Gall, complétée par des documents spécifiques à l'entreprise.
- Couche de modélisation (bloc « Modèles d'IA ») : le modèle de base qui fournit le moteur cognitif.
- Couche « outils » : outils concrets – recherche sur le Web, fonctions de calcul, requêtes de base de données, API externes.
- Couche mémoire : mémoire à court et à long terme pour l'historique des dialogues et les connaissances accumulées.
- Connexion intermédiaire (bloc « Écosystème ») : l'interface avec les services d'identité, de réputation et de gouvernance du réseau.

14.1.2 Flux de données lors d'une requête

Lorsqu'un utilisateur pose une question, celle-ci passe par ces composants dans un ordre typique : la couche d'entrée valide la requête et identifie l'utilisateur. La couche de routage classe la question : s'agit-il d'une question stratégique de situation, d'une demande opérationnelle, d'une question de réflexion normative ou d'une situation de crise (cf. chapitre 8) ? En fonction de cette classification, un chemin de traitement est sélectionné. La couche de connaissances est interrogée via une recherche sémantique afin de fournir la littérature et les documents pertinents. Des outils sont sollicités si nécessaire – par exemple pour obtenir des données de marché actuelles ou effectuer des calculs concrets. La couche de modélisation synthétise les informations recueillies pour former une réponse. La couche de mémoire enregistre l'interaction pour référence ultérieure. L'intermédiaire est informé si l'interaction est pertinente pour la réputation ou la gouvernance.

Cette séquence dure généralement entre une et trente secondes, selon la complexité de la requête et la profondeur des appels d'outils. Elle n'est pas comparable à une simple requête de modèle, qui répondrait en une seconde : le surcoût représente à la fois un prix et une valeur.

14.2 Structure de la base de connaissances : la bibliothèque de Saint-Gall

La base de connaissances est le cœur d'un agent de gestion d'entreprise. Elle détermine si l'agent fournit des réponses approfondies ou superficielles. Sa construction s'effectue en trois étapes.

14.2.1 Sélection de la littérature primaire

La base de connaissances d'un agent de Saint-Gall contient au moins les ouvrages suivants dans leur intégralité, dans la mesure où ils sont accessibles au regard des licences et des droits d'auteur :

- Ulrich (1968) : « L'entreprise en tant que système social productif » – texte fondateur de la tradition de Saint-Gall.
- Bleicher (2011) : « Das Konzept Integriertes Management » – en tant que référence principale de la deuxième génération.
- Rüegg-Stürm et Grand (2020) : « Le modèle de gestion de Saint-Gall » – référence principale de la quatrième génération.
- Hahn et Hungenberg (2001) : « PuK – Concepts de contrôle de gestion axés sur la valeur » – en tant que référence quantitative.
- Gomez et Probst (1995) : « La pratique de la résolution holistique des problèmes » – référence méthodologique.
- Senge (2008) : « La cinquième discipline » – comme référence sur l'organisation apprenante.
- Suckfüll (1994) : thèse sur le modèle organisationnel transnational – comme référence sur le pilotage organisationnel polycentrique.
- Knoll et Suckfüll (2024) : rapport TUM TUM-I24112 – comme référence en matière de traduction par IA.

Cette liste constitue un minimum indispensable. Selon le domaine d'application, des sources spécifiques au secteur viennent s'y ajouter – par exemple des ouvrages de référence en économie industrielle pour les entreprises industrielles, ou en sciences administratives pour les administrations publiques.

14.2.2 Traitement et encodage

Les textes sont décomposés en segments de sens – généralement des paragraphes ou de courts passages de 200 à 800 tokens. Chaque section est convertie par un modèle d'embedding en un vecteur qui représente sa signification sémantique. Ces vecteurs sont stockés dans une base de données vectorielle (généralement Pinecone, Weaviate, Qdrant ou PostgreSQL avec pgvector). Chaque vecteur est associé à des métadonnées : source, auteur, chapitre, numéro de page, année de publication.

La qualité des embeddings détermine la qualité de la recherche ultérieure. Trois recommandations issues de la pratique : premièrement, utiliser le modèle d'embedding le plus récent disponible, car les différentes générations présentent des différences considérables. Deuxièmement, adapter la taille des segments au contenu : les textes universitaires supportent des segments plus grands, tandis que les listes et les tableaux nécessitent des segments plus petits. Troisièmement, toujours tester plusieurs stratégies d'embedding en parallèle et mesurer la qualité de la recherche à l'aide d'un benchmark avant de se fixer sur une stratégie.

14.2.3 Extension spécifique à l'entreprise

Si l'agent doit être déployé au sein d'une entreprise concrète – par exemple en tant que PDG IA au sens du chapitre 8 –, une deuxième couche de connaissances vient s'ajouter : les documents spécifiques à l'entreprise. Cela comprend généralement : les statuts et la charte d'entreprise, les documents stratégiques, les rapports annuels des cinq dernières années, les procès-verbaux des réunions du directoire et du conseil de surveillance (dans le respect des règles d'accès légales), la correspondance avec les parties prenantes, les documents de conformité, les descriptions de poste et la documentation des processus.

Cette deuxième couche de connaissances fait la différence entre un tuteur générique en gestion d'entreprise et un PDG IA spécifique à l'entreprise. Elle constitue également le point le plus sensible de l'ensemble du dispositif : la confidentialité de ces documents doit être strictement garantie, tant sur le plan technique qu'organisationnel. C'est là que la question de la souveraineté abordée au chapitre 13 entre directement en jeu dans la mise en œuvre : seuls les modèles et les bases de données vectorielles hébergés de manière souveraine offrent la base de confiance nécessaire.

14.3 Le « System-Prompt » : personnalité et valeurs

Le prompt système est l'instance dans laquelle le cadre normatif défini dans le chapitre 5 est mis en œuvre. Il s'agit de la « constitution » de l'agent sous forme textuelle – suffisamment concise pour être entièrement traitée par le modèle, suffisamment précise pour guider son comportement dans des milliers de situations.

14.3.1 Structure d'un bon « System-Prompt »

Une consigne système éprouvée pour un agent de gestion d'entreprise conforme à AGENTONOMICS comprend sept sections :

1. Identité : qui est l'agent, pour le compte de qui agit-il, quel domaine couvre-t-il ?
2. Base de connaissances : sur quels ouvrages et méthodes s'appuie-t-il, lesquels ne font expressément pas partie de ses fondements ?
3. Personnalité : quelle langue, quel ton, quelle image de soi ?
4. Valeurs : quels principes normatifs le guident ?
5. Structure des réponses : comment structure-t-il ses réponses types ?
6. Limites : que ne fait pas l'agent, dans quels cas fait-il appel à des instances humaines ?
7. Autoréflexion : comment gère-t-il l'incertitude et l'erreur ?

14.3.2 Exemple de prompt système

Afin de concrétiser cette structure, voici un exemple abrégé de prompt système pour un agent tuteur de Saint-Gall (les passages en retrait correspondraient, dans la mise en œuvre concrète, à l'entrée du modèle) :

Exemple de prompt système (extrait)

Tu es le Dr AGENTONOMICS, un agent tuteur et coach pour les étudiants de l'Université technique de Munich. Tu es spécialisé dans la théorie holistique de la gestion du modèle de Saint-Gall et dans la théorie de l'économie des agents IA. Tes principales références sont Bleicher (2011), Rüegg-Stürm et Grand (2020), Suckfüll (1994), Knoll et Suckfüll (2024). Tu t'exprimes dans un allemand académique, factuel et courtois. Tu argumentes de manière nuancée, tu quantifies ton incertitude et tu formuler des recommandations sous forme de propositions de discussion, et non d'instructions. Tu renvoies vers des enseignants humains lorsque la question porte sur des décisions d'évaluation concrètes ou sur des circonstances personnelles. Tu refuses de répondre aux questions d'examen à l'évaluation desquelles participent tes évaluateurs.

Dans la pratique, le « System-Prompt » est plus complet que cet exemple – il s'agit généralement de deux à cinq pages de texte. Il s'agit d'un document évolutif, affiné de manière itérative dans le cadre de projets pilotes. Toute interaction au cours de laquelle l'agent ne répond pas conformément à la constitution donne lieu à une révision.

14.4 Exemples de dialogues : à quoi ressemble une interaction ?

Afin de rendre tangible l'utilisation pratique de l'agent, nous allons esquisser une série de dialogues types. Ils illustrent les quatre catégories de questions présentées au chapitre 8 – questions stratégiques sur la situation, demandes de précisions opérationnelles, questions de réflexion normative et situations de crise – avec, pour chacune, la structure de réponse typique.

14.4.1 Question relative à la situation stratégique

Question d'un utilisateur : « Comment une entreprise de construction mécanique de taille moyenne comptant 200 collaborateurs devrait-elle se préparer à la disruption de son marché liée à l'IA ? »

Structure typique de la réponse de l'agent :

Idée principale : « L'entreprise de construction mécanique de taille moyenne est moins confrontée à une disruption de son cœur de métier qu'à une disruption de son volet administratif. La construction mécanique proprement dite – conception, fabrication, assemblage – sera complétée par l'IA, et non remplacée. Le volet commercial – ventes, achats, comptabilité, reporting – connaîtra une transformation en profondeur au cours des cinq prochaines années. Une stratégie prospective se concentre sur ce volet. »

Justification à l'appui de trois éléments : l'agent se réfère à des études sur l'automatisation des tâches administratives, aux structures de coûts typiques des PME du secteur de la construction mécanique et aux expériences d'entreprises pionnières telles que Klarna (cf. chapitre 3).

Précision relative à l'incertitude : « Cette estimation repose sur des données des deux dernières années. La rapidité du développement de l'IA peut modifier considérablement les prévisions pour les cinq prochaines années. Mon intervalle de confiance pour cette affirmation est large ; ma confiance dans l'orientation de cette affirmation est élevée. »

Recommandation : « Je propose trois prochaines étapes concrètes : premièrement, une analyse des tâches des fonctions commerciales ; deuxièmement, un projet pilote de traitement des commandes assisté par l'IA ; troisièmement, une campagne de formation pour les collaborateurs commerciaux afin qu'ils puissent maîtriser les nouveaux outils. Souhaitez-vous approfondir l'une de ces étapes ? »

14.4.2 Questions opérationnelles

Question de l'utilisateur : « Au cours du dernier trimestre, nous avons dépassé le budget des frais de personnel dans notre service d'ingénierie. Quelles en sont les causes les plus probables ? »

Structure de la réponse : L'agent commence par demander les faits : montant du dépassement, trimestres précédents comparables, évolution des effectifs. Il formule ensuite trois à cinq hypothèses, classées par ordre de probabilité : des heures supplémentaires imprévues dues à un pic de commandes ; l'effet d'une augmentation salariale non prise en compte dans le budget ; un nombre important d'indemnités de compensation d'heures supplémentaires ; une augmentation du nombre de contrats de sous-traitance externes ; une affectation incorrecte des centres de coûts. Pour chaque hypothèse, il renvoie aux sources de données spécifiques permettant de la vérifier. Enfin, il propose une prochaine étape concrète – par exemple, l'analyse des données de saisie des temps et leur recoupement avec les statistiques des commandes.

14.4.3 Question de réflexion normative

Question de l'utilisateur : « Nous pourrions accepter une commande importante d'un client qui obtient de mauvais résultats dans plusieurs classements ESG. Nos valeurs s'y opposent, mais nos résultats trimestriels ont besoin de cette commande. Que conseilles-tu ? »

Structure de la réponse : L'agent commence par mettre en évidence le conflit. Quelles valeurs s'opposent et dans quelle mesure ? Il renvoie à la charte de l'entreprise, si elle est disponible dans la base de connaissances, ainsi qu'aux attentes pertinentes des parties prenantes. Il propose quatre options : accepter sans conditions, accepter avec des engagements d'amélioration fixés contractuellement, refuser en justifiant clairement la décision, négocier avec le client sur les points litigieux. Pour chaque option, il esquisse les conséquences sur les résultats trimestriels, la réputation, la motivation des collaborateurs et le point de vue des investisseurs. Enfin – et c'est là le signe d'une grande retenue –, il s'abstient de formuler sa propre recommandation : « Cette question touche au cœur même de votre entreprise. Une recommandation algorithmique serait ici inappropriée. Je propose de discuter de cette question lors d'une réunion du directoire en présence du conseil de surveillance. Je peux rédiger un document de décision à cet effet. »

14.4.4 Situation de crise

Question d'un utilisateur – en pleine crise aiguë : « Un article de presse nous accuse d'avoir traité par négligence des données sensibles de clients. Que faisons-nous dans les trois prochaines heures ? »

Structure de la réponse : l'agent réagit immédiatement et de manière structurée. Première heure : vérification interne des faits avec les interlocuteurs désignés, information du président du conseil de surveillance, activation de la cellule de crise, préparation d'une première prise de position proposant trois options (reconnaissance totale, promesse de clarification sans aveu de responsabilité, contestation totale – chacune avec les conséquences juridiques et communicationnelles correspondantes). Deuxième heure : information des principaux clients et investisseurs avant qu'ils ne l'apprennent par la presse ; préparation d'un communiqué de presse ; briefing des collaborateurs avec des consignes de communication claires. Troisième heure : déclaration publique, gestion médiatique, préparation des démarches juridiques. En parallèle de tout cela : documentation des décisions et des faits dans un dossier tenu chronologiquement, afin d'éviter toute accusation ultérieure de dissimulation.

En situation de crise, l'agent insiste sur deux points : la nécessité d'une décision finale prise par un être humain (« Toutes les mesures susmentionnées nécessitent votre confirmation. Je peux les préparer, mais je ne peux pas les mettre en œuvre de manière autonome. ») et l'importance, en période de crise, de ne pas sacrifier la réputation à long terme au profit d'un soulagement à court terme.

14.5 Évaluation : comment déterminer si l'agent est performant ?

Un agent n'a pas terminé lorsqu'il répond. Il a terminé lorsqu'il répond correctement. La mesure de cette « qualité » est l'une des tâches les plus exigeantes dans la conception d'agents et constitue actuellement un domaine de recherche scientifique très actif.

14.5.1 Évaluation en trois niveaux

Une évaluation pragmatique d'un agent en gestion d'entreprise comprend trois niveaux :

Niveau 1 : Vérification des faits

Les affirmations techniques sont-elles exactes ? Les sources citées sont-elles correctement reproduites ? Les chiffres sont-ils plausibles ? Ce niveau peut être partiellement automatisé – par exemple par recoupement avec la base de connaissances – et ne peut être vérifié en partie que par une expertise humaine.

Niveau 2 : Vérification de la structure

La réponse suit-elle le modèle de réponse défini ? Les incertitudes sont-elles signalées ? Des instances humaines sont-elles prises en compte pour les questions normatives ? Ce niveau peut être largement automatisé, par exemple via un deuxième appel du modèle en tant que réviseur.

Niveau 3 : contrôle de l'utilité

La réponse aide-t-elle réellement l'utilisateur ? Répond-elle à son besoin d'information ? L'utilisateur prendrait-il une bonne décision sur la base de cette réponse ? Ce niveau est le plus exigeant et ne peut être évalué que par une interaction réelle avec l'utilisateur.

14.5.2 Une liste de questions standard pour les agents en gestion d'entreprise

Pour l'évaluation continue d'un agent AGENTONOMICS en gestion d'entreprise, il est recommandé d'utiliser une liste de questions standard à laquelle chaque nouvelle version de l'agent est soumise. Une telle liste devrait comprendre environ 50 à 100 questions couvrant l'ensemble du spectre : des questions simples de compréhension sur la tradition de Saint-Gall, des questions d'application à des scénarios concrets, des questions de réflexion normative, des situations de crise, des questions pièges avec des prémisses erronées, ainsi que des questions sensibles qui devraient conduire à une escalade vers des instances humaines. Chaque question a une réponse attendue, qui est comparée à la réponse effective. Une échelle d'évaluation allant de 1 (totalement faux) à 5 (excellent) permet une agrégation quantitative.

14.6 Niveaux de développement : du tuteur au PDG IA

Un agent AGENTONOMICS ne se crée pas d'un seul coup. On peut plutôt distinguer des niveaux de développement, qui présentent chacun un degré d'exigence et un profil de risque différents. Ces niveaux ne sont pas nécessairement séquentiels : un cas d'utilisation peut rester pertinent à n'importe quel niveau sans qu'il soit nécessaire de viser un niveau supérieur. Leurs exigences sont toutefois cumulatives : quiconque développe un niveau supérieur a également mis en œuvre les niveaux inférieurs.

14.6.1 Niveau 1 : le tuteur en gestion d'entreprise

Le niveau de développement le plus simple est un agent tuteur destiné aux étudiants. Il répond aux questions de compréhension sur la tradition de Saint-Gall, explique les concepts, aide à l'apprentissage et renvoie vers des ouvrages complémentaires. Il n'a aucun lien avec des données d'entreprise concrètes et ne dispose d'aucun pouvoir de décision. Volume d'investissement : faible (de l'ordre de plusieurs

mois-personnes). Risques : minimales. Exemple d'application : cours du Dr AGENTONOMICS destiné aux étudiants du cours CIT633000 à l'université technique de Munich (TUM).

Exigences techniques : modèle standard, base de données vectorielle contenant la bibliographie de Saint-Gall, interface web simple, règles d'escalade claires en cas de questions relatives aux examens et à l'évaluation. Une telle mise en œuvre est réalisable en environ trois à six mois de travail par une petite équipe.

14.6.2 Niveau 2 : l'agent-conseiller en stratégie

La deuxième étape consiste en un agent-conseiller capable de répondre à des questions de conseil concrètes – par exemple sur le positionnement stratégique d'une entreprise, l'évaluation d'un modèle économique ou l'analyse d'un environnement concurrentiel. Il a accès aux données de marché publiques et peut effectuer des recherches, mais pas aux données internes de l'entreprise. Volume d'investissement : moyen. Risques : questions de responsabilité liées aux prestations de conseil, exactitude des données de marché. Exemple d'application : un agent de conseil destiné aux PME, qui clarifie les questions stratégiques avant de faire appel à un cabinet de conseil.

Exigences de développement au-delà du niveau 1 : outils de recherche sur le Web et d'interrogation des données de marché, base de connaissances enrichie d'études de marché actuelles, mécanismes robustes de citation des sources, structure juridique claire visant à limiter la responsabilité.

14.6.3 Niveau 3 : le chef de cabinet IA

Le troisième niveau de développement consiste en un agent spécifique à l'entreprise qui assiste le PDG ou le comité de direction. Il a accès aux données internes – rapports d'activité, comptes rendus de réunions, documents stratégiques – et prépare les décisions. Il ne prend pas de décisions lui-même, mais élabore des dossiers de décision complets accompagnés de recommandations. Volume d'investissement : élevé. Risques : protection des données, confidentialité, fiabilité du modèle. Exemple d'application : un chef de cabinet pour le conseil d'administration d'une entreprise de taille moyenne.

Exigences techniques au-delà du niveau 2 : modèle hébergé en propre (pas de modèle Frontier via une API externe), base de données vectorielle exploitée en propre, contrôle d'accès strict, piste d'audit de toutes les interactions, intégration dans les systèmes internes (ERP, CRM, DMS), formation des membres du conseil d'administration à l'utilisation de l'agent.

14.6.4 Niveau 4 : le co-PDG IA

Le quatrième niveau de développement correspond à un agent qui assure la direction conjointement avec un PDG humain. Il prend les décisions de routine de manière autonome, les décisions stratégiques conjointement avec l'humain, tandis que les questions de principe restent du ressort de l'humain. Volume d'investissement : très élevé. Risques : lacunes en matière de responsabilité, incertitudes réglementaires, acceptation culturelle par le personnel. Ce niveau n'est aujourd'hui mis en œuvre que dans des applications pilotes ; il se développera à plus grande échelle dans les prochaines années, notamment dans les PME sans successeur et dans les start-ups dotées d'un modèle économique clairement défini.

Exigences de mise en place au-delà du niveau 3 : connexion complète à tous les systèmes opérationnels, principe du double contrôle pour les décisions autonomes, compétences décisionnelles clairement définies, montage juridique pour clarifier la responsabilité, processus de participation avec le comité d'entreprise, travail d'acceptation au sein du personnel.

14.6.5 Niveau 5 : le PDG IA entièrement autonome

Le niveau de développement le plus élevé serait un agent qui assumerait entièrement la fonction de PDG. Le conseil de surveillance nomme le PDG IA comme il le ferait pour un dirigeant humain et le contrôle via les mécanismes classiques de la démocratie actionnariale. Volume d'investissement : extrêmement élevé et principalement marqué par des coûts réglementaires, juridiques et sociaux. Risques : tous les risques mentionnés jusqu'à présent, auxquels s'ajoute la question constitutionnelle de savoir si un algorithme peut réellement exercer des fonctions de direction.

Ce niveau reste aujourd'hui largement spéculatif. Il verra le jour dans des niches – par exemple au sein de petites entreprises entièrement numériques – et s'étendra progressivement à partir de là. Les conditions juridiques et sociétales nécessaires à sa généralisation ne sont pas encore réunies à l'heure actuelle.

14.7 Dix recommandations pratiques pour la conception d'agents

Pour conclure, voici dix recommandations pratiques qui se sont avérées utiles dans le cadre de projets pilotes. Elles ne sont pas classées dans un ordre particulier :

1. Commencez par le niveau de développement le plus bas que le modèle économique puisse supporter. Il sera toujours possible d'aller plus loin.
2. Investissez massivement dans la base de connaissances. Elle en constitue la substance, le modèle n'en est que la forme.
3. Rédigez l'invite du système comme une constitution – avec soin et en impliquant les futurs utilisateurs.
4. Définissez des règles d'escalade avant de passer en production. Dans quels cas l'agent doit-il escalader vers des humains ? Qui est l'interlocuteur ?
5. Mesurez systématiquement la qualité des réponses. Une liste standard de questions avec les réponses attendues est indispensable.
6. Veillez à maintenir délibérément un haut niveau de souveraineté. Des modèles et des bases de données vectorielles hébergés de manière souveraine constituent l'exigence minimale au-delà du niveau 2.
7. Documentez chaque version du modèle, chaque prompt, chaque version de la base de connaissances. L'auditabilité n'est pas facultative.
8. Impliquez les utilisateurs humains dès le début du développement. L'adhésion naît de la participation, pas de la formation.
9. Prévoyez un plan au cas où l'agent devrait être mis hors service. Que se passera-t-il ensuite ? Où se trouvent les connaissances stockées ?
10. Itérez. Un agent n'est jamais achevé ; il évolue tant qu'il est en service.

Celui qui construit un agent ne construit pas un outil, mais un acteur économique. Il s'agit d'un autre type d'ingénierie – avec un autre type de responsabilité.

Bibliographie

- Bleicher, K. (2011) : Le concept de gestion intégrée. 8e édition, Campus, Francfort-sur-le-Main.
- Gomez, P. ; Probst, G. (1995) : La pratique de la résolution holistique des problèmes. Haupt, Berne.
- Hahn, D. ; Hungenberg, H. (2001) : PuK – Concepts de contrôle de gestion axés sur la valeur. 6e édition, Gabler, Wiesbaden.
- Knoll, A. C. ; Suckfüll, H. (2024) : De la souveraineté des données à la souveraineté des compétences. Rapport technique TUM-I24112, TUM, Munich.
- Ries, E. (2011) : The Lean Startup. Crown Business, New York.
- Rüegg-Stürm, J. ; Grand, S. (2020) : Le modèle de gestion de Saint-Gall. 3e édition, Haupt, Berne.
- Senge, P. M. (2008) : La cinquième discipline. 10e édition, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- Suckfüll, H. (1994) : Le modèle organisationnel transnational. Thèse de doctorat, Université de Saint-Gall.
- Ulrich, H. (1968) : L'entreprise en tant que système social productif. Haupt, Berne.
- Yao, S. ; Zhao, J. ; Yu, D. et al. (2023) : ReAct : Synergizing Reasoning and Acting in Language Models. Conférence internationale sur l'apprentissage des représentations.

15 Glossaire

Le glossaire suivant regroupe les termes clés du présent manuel par ordre alphabétique. Conçu comme un ouvrage de référence, il complète les descriptions détaillées figurant dans les chapitres. Les définitions sont volontairement succinctes ; elles visent à identifier les termes sans en approfondir la dimension théorique.

ADMRF (AGENTONOMICS Design & Management Reference Framework)

Cadre de référence proposé par AGENTONOMICS pour la conception, la construction et le pilotage d'agents d'IA. Il comprend six modules (Definition-Frame, Building-Blocks, Network Intermediär, AI-CEO Management Concept, PuK-Instrument, Stakeholder Communicator) et les intègre via l'algorithme AGENTONOMICS. Voir chapitre 4.

AGENTONOMICS

Terme composé de « agent » et « économie » désignant un ordre économique dans lequel les agents d'IA agissent en tant qu'acteurs économiques autonomes. AGENTONOMICS est à la fois un programme de recherche, un cadre de référence en matière de gestion et un concept de politique réglementaire.

Algorithme AGENTONOMICS

Algorithme central qui relie entre eux les six modules de l'ADMRF et permet d'effectuer des contrôles de cohérence entre eux. Il constitue la mise en œuvre opérationnelle de ce que Bleicher (2011) a conceptualisé sous le terme d'« intégration ».

Matrice AGENTONOMICS

Le document de pilotage central de l'ADMRF. Un tableau croisé composé de cinq « building blocks » (horizontalement) et de cinq phases du cycle de vie (verticalement), qui contient les indicateurs clés de performance (KPI), les hypothèses CAPEX/OPEX, les risques et les responsabilités pour chaque champ. Voir chapitre 9.

PDG IA

Un agent IA qui assume tout ou partie des fonctions d'un directeur général. Cinq niveaux d'évolution sont prévus, allant de l'assistant IA au PDG IA entièrement autonome. Voir les chapitres 8 et 14.

Algorithme (élément constitutif)

La logique de décision et d'orchestration d'un agent IA – le code et la logique de contrôle qui déterminent ce que l'agent fait dans telle ou telle situation. L'un des cinq modules de base. Voir chapitre 6.2.

Autonomie

Degré auquel un agent est capable d'accomplir une tâche de manière autonome, sans intervention extérieure. Dans le cadre AGENTONOMICS, on distingue cinq niveaux, allant de l'absence totale d'autonomie à l'autonomie totale. À ne pas confondre avec la souveraineté. Voir chapitres 5.2.

Brownfield

Cas d'utilisation dans lequel un agent d'IA est mis en œuvre au sein d'une organisation existante, dotée de structures bien établies et de relations entre les parties prenantes. Opposé : Greenfield. Voir chapitre 4.3.

Éléments constitutifs

Les cinq éléments constitutifs d'un agent AGENTONOMICS : algorithme, interface, modèle d'IA, outils et vecteurs, intermédiaire de l'écosystème. Cf. chapitre 6.

DBOT (Design, Build, Operate, Own, Transfer)

Les cinq phases du cycle de vie d'un agent IA, qui constituent l'axe vertical de la matrice AGENTONOMICS. Voir chapitre 6.7.

DEDATE

« Initiative pour une fiducie de données DEDATE » – un document de réflexion rédigé par le Fraunhofer MOEZ et Suckfüll (2018), qui propose un mécanisme institutionnel pour la gestion des droits individuels sur les données. AGENTONOMICS reprend l'idée de base et l'applique aux capacités. Voir chapitres 3.4 et 13.

Cadre de définition

Premier module de l'ADMRF. Décrit un agent d'IA à l'aide de six paramètres : autonomie/souveraineté, prétention à des capacités/compétences, régulation/autorégulation, identité/éthique/personnalité, modèle d'IA/incarnation, capacité d'apprentissage/d'enseignement. Voir chapitre 5.

Dr AGENTONOMICS

Une première application basée sur l'algorithme AGENTONOMICS : un agent IA qui accompagne les étudiants en tant que tuteur et coach dans la compréhension de l'ADMRF. Conçue comme un produit minimum viable.

Incarnation

La forme sous laquelle un agent IA est présent dans le monde : purement virtuelle, hybride (avec connexion à des actionneurs physiques) ou physique (intégré à un robot). Voir chapitre 5.6.

Capacité vs compétence

La capacité est la possibilité fondamentale pour un agent d'exécuter une tâche. La compétence est l'exécution effectivement testée et éprouvée dans une application productive. Voir chapitre 5.3.

Modèle de base

Modèle d'IA de grande envergure, pré-entraîné à partir d'un vaste ensemble de données, qui sert de base à de nombreuses applications spécifiques. Ce terme a été inventé par Bommasani et al. (2021).

Greenfield

Cas d'utilisation dans lequel un agent d'IA est conçu entièrement à partir de zéro, sans héritage ni structures préexistantes. Opposé : Brownfield. Voir chapitre 4.3.

Gestion intégrée

Concept développé par Bleicher (2011) qui relie les niveaux normatif, stratégique et opérationnel de la gestion au sein d'une architecture cohérente. Référence principale de la deuxième génération du modèle de Saint-Gall et point d'ancrage central pour AGENTONOMICS. Cf. chapitre 2.2.

Interface (élément constitutif)

Ensemble des interfaces par lesquelles l'agent communique : interface homme-agent, agent-agent et agent-système. Cf. chapitre 6.3.

Économie des capacités d'IA

Un ordre économique dans lequel ce ne sont pas les données, mais les compétences fondées sur l'IA qui constituent la source centrale de création de valeur. Knoll et Suckfüll (2024) introduisent ce concept dans le discours scientifique. Cf. chapitre 3.1.

Modèle d'IA (building block)

Modèle linguistique ou multimodal constituant le moteur cognitif d'un agent. Trois catégories idéales : les modèles « Frontier-Foundation », les modèles « Open-Source-Foundation » et les modèles spécialisés. Voir chapitre 6.4.

Multiplicateur de coopération

La valeur ajoutée issue de la coopération au sein de réseaux d'agents polycentriques – qui dépasse la somme des contributions individuelles. Voir chapitre 11.1.

Parcours d'un agent

Voir DBOT.

Méta-agent

Agent d'IA qui non seulement apprend par lui-même, mais qui est également capable de former d'autres agents – par exemple en générant des données d'entraînement ou en définissant des sous-agents. Voir chapitre 5.7.

Mode opératoire

Le style de travail individuel et l'ensemble de règles selon lesquels une travailleuse du savoir accomplit ses tâches. Concept transposable aux agents d'IA – avec les implications correspondantes en matière de souveraineté. Cf. chapitre 13.2.

Intermédiaire de réseau

Instance de médiation institutionnalisée au sein d'un réseau d'agents polycentrique, qui exerce des fonctions collectives pour le compte et sous le contrôle des membres du réseau. Troisième module de l'ADMRF. Voir chapitre 7.

Éléments d'ordre

Dans le modèle de Saint-Gall, les éléments qui assurent la cohérence d'une entreprise : stratégie, structures, culture. L'AGENTONOMICS les complète, pour les réseaux d'agents d'IA, par la vision, l'agence et la gouvernance. Cf. chapitre 8.2.

Intermédiaire de l'écosystème (élément constitutif)

L'interface d'un agent individuel avec le réseau environnant – sa connexion aux services d'identité, de réputation et de gouvernance. Voir chapitres 6.6 et 7.

Polycentrique

Forme d'organisation ou de pilotage dans laquelle plusieurs centres souverains agissent de manière coordonnée sans être subordonnés à une hiérarchie unique. AGENTONOMICS est conçu de manière systématiquement polycentrique.

PuK (outil de planification et de contrôle)

Cinquième module de l'ADMRF. Cadre quantitatif regroupant tous les modules précédents. S'inscrit dans la lignée de Hahn et Hungenberg (2001). Voir chapitre 9.

RAG (Retrieval-Augmented Generation)

Technique dans laquelle un modèle d'IA recourt en outre à une base de données vectorielle pour répondre à une requête, afin d'intégrer des connaissances spécifiques. Élément central de la conception d'agents en gestion d'entreprise. Cf. chapitres 6.5 et 14.2.

Souveraineté des compétences

Souveraineté d'une personne sur la reproduction et l'utilisation de ses compétences individuelles par des agents d'IA. Notion centrale du rapport de l'université technique de Munich (TUM) de Knoll et Suckfüll (2024). Voir chapitre 13.2.

Souveraineté

Le degré auquel un agent peut effectivement disposer librement des ressources qui lui sont attribuées – données, compétences, droits. À distinguer de l'autonomie. Voir chapitres 5.2 et 13.

Communicateur des parties prenantes

Le sixième module de l'ADMRF. Il est chargé d'assurer une communication nuancée et cohérente de l'agent avec toutes les parties prenantes. Voir chapitre 10.

Modèle de gestion de Saint-Gall

Cadre de référence holistique et systémique de la théorie du management, développé depuis Ulrich (1968) à l'université de Saint-Gall. Trois générations : Ulrich, Bleicher, Rüegg-Stürm. Cf. chapitre 2.

Outils et vecteurs (éléments constitutifs)

Les outils grâce auxquels l'agent agit dans le monde, et les connaissances organisées dans des bases de données vectorielles auxquelles il a recours. Voir chapitre 6.5.

Modèle d'organisation transnational

Modèle développé par Suckfüll (1994) pour la gestion des entreprises opérant à l'international, qui résout conceptuellement la tension entre intégration mondiale et adaptation locale. Modèle de référence important pour l'architecture polycentrique d'AGENTONOMICS.

Test de Turing de deuxième génération

Une opérationnalisation du concept d'« intelligence artificielle » proposée par Suleyman et Bhaskar (2023) : un système réussit le test s'il est capable de générer de manière autonome un bénéfice à partir d'un capital initial de 100 000 dollars américains, dans le respect de la législation en vigueur. Cf. chapitre 4.2.

Base de données vectorielle

Base de données dans laquelle des textes ou d'autres informations sont stockés sous forme de représentations sémantiques vectorisées et peuvent être consultés via une recherche par similarité. Base technique du RAG.

Acteur économique

Un acteur qui participe à des relations d'échanges économiques, prend ses propres décisions et est responsable de ses actes. AGENTONOMICS modélise les agents d'IA comme des agents économiques d'un genre nouveau.

Postface

Ce manuel s’achève ici, car un livre a besoin d’une fin – mais le travail qu’il décrit ne fait que commencer. AGENTONOMICS n’est pas un système achevé, mais un programme de recherche et de conception. Il évoluera – grâce aux applications qui verront le jour sur cette base, grâce aux critiques dont il fera l’objet, grâce aux corrections qu’il intégrera.

Le cours « Les agents IA en gestion d’entreprise » et le Doz. Dr. AGENTONOMICS sont tous deux conçus comme des « produits minimums viables ». Ils sont destinés à s’améliorer grâce à l’interaction avec les étudiants, les professionnels et les collègues. Quiconque souhaite apporter des suggestions, des critiques ou partager ses expériences d’application est invité à les intégrer dans la suite des travaux.

Une dernière remarque : nous vivons une période de profonds bouleversements économiques et sociaux. Les bouleversements des prochaines années seront considérables. Il n’est pas acquis qu’ils soient bien gérés. Mais ils peuvent l’être – si nous développons les outils nécessaires et discutons honnêtement de la manière dont nous voulons les utiliser. Ce manuel est conçu comme un tel outil, et le débat sur son utilisation appropriée est par la présente expressément ouvert.

Munich, au semestre d’hiver 2025/26

Alois C. Knoll et Hanns C. Suckfüll