

A V R I L 2 0 2 5



# INNOVER FACE AUX RISQUES

*Rapport de l'Observatoire de l'Innovation*

Préface de Michaël Trabbia, *directeur exécutif, CEO Orange Wholesale*



Institut de  
l'ENTREPRISE



INSTITUT  
POLYTECHNIQUE  
DE PARIS

## À propos de l'Institut de l'Entreprise

Créé en 1975, l'Institut de l'Entreprise est une association à but non lucratif réunissant une centaine d'entreprises de dimension multinationale mais fortement implantées en France. L'Institut travaille à valoriser le rôle et la place de l'entreprise dans notre société à travers différents programmes.

L'**Agora** orchestre un travail collégial entre dirigeants et parties prenantes sur les grandes transformations et mutations de l'entreprise.

L'**IHEE** accompagne et forme des dirigeants issus de l'entreprise et de ses parties prenantes.

**Melchior** créé le dialogue entre le monde de l'éducation et celui de l'entreprise afin d'améliorer l'insertion professionnelle des jeunes.

---

## Mentions légales

*Document conçu et réalisé par l'Institut de l'Entreprise - 29 rue de Lisbonne, 75008 Paris - 302 655 154 | Directrice de la publication : Flora Donsimoni | Création graphique : ©pastekart — Letizia Raugi, [www.pastekart.com](http://www.pastekart.com) | Crédit photos : iStockphoto*

02

## Préface

Michaël Trabbia

06

## Introduction

---



# 01

10

## Le risque pour les entreprises : pénurie des matières premières

12 *Les chaînes de valeur mondiales : une vulnérabilité révélée*

16 *Entretien avec Pilar Acosta*

22 *Enseignements*

24 *En pratique*

---



# 02

26

## La cybersécurité : un risque global

28 *La cybersécurité : une nouvelle priorité stratégique pour les entreprises et les éco-systèmes organisationnels*

32 *Entretien avec Marjory Canonne*

36 *Enseignements*

38 *En pratique*

---



# 03

40

## Manager le quantique : quand la technologie devient un modèle de gestion du risque

42 *Quantique... quèsaco ?*

46 *Entretien avec Michel Kurek*

52 *Enseignements*



# 04

54

## Limiter le risque par l'innovation en écosystème

56 *L'innovation ne vient jamais seule*

60 *Entretien avec Marc Alochet*

66 *Enseignements*

68 *En pratique*

---

70

## Mot de la fin

*Le risque est-il réellement risqué ?*

72

## Liste des séances et intervenants du cycle "Innover face aux risques"

73

## Conseil d'Orientation de l'Institut de l'Entreprise

# Préface

# Comment innover face aux risques

*A première vue, le seul choix de la thématique de ce rapport de l'Observatoire de l'Innovation « Innover face aux risques » semble conforter l'idée d'un fossé toujours plus large entre le nouveau monde et l'ancien continent.*

*Le premier serait caractérisé par une folle course à l'innovation et au gigantisme alors que le second resterait obnubilé par l'illusoire recherche du risque zéro. Les caricatures vont bon train, qui moquent une Europe croulant sous les normes et les régulations, dont l'innovation principale à l'heure de l'intelligence artificielle serait au choix le chargeur unique pour les smartphones ou les bouchons attachés aux bouteilles.*

Et ces représentations ne sont pas près de se dissiper avec l'arrivée au pouvoir de Donald Trump aux États-Unis, secondé par l'innovateur en chef Elon Musk et sa capacité à « disrupter » le secteur de l'automobile,

du spatial et même des réseaux sociaux, pour le meilleur ou pour le pire — l'histoire jugera.

En tant que chef d'entreprise, je sais qu'**innover est un devoir**. Ne pas prendre

de risque serait se condamner à un déclin inexorable. Ma responsabilité — envers nos clients comme nos équipes — est triple : choisir les innovations sur lesquelles nous investissons (c'est-à-dire les risques que

nous prenons...), sélectionner les meilleurs talents pour réussir, et surtout rester agile, en étant prêt à pivoter rapidement, voire mettre un terme à certains projets si nécessaire. Aujourd'hui, je fais un triple pari, celui des investissements massifs dans les routes de l'Internet mondial (sous les mers, sur terre et dans les airs), celui de la softwarisation des réseaux (les réseaux se mettent à l'heure du *cloud*) et enfin celui de l'intelligence artificielle pour tous les salariés.

*Si j'ai choisi de proposer cette thématique de l'innovation face aux risques, c'est parce que je crois que nous devons choisir nos risques plutôt que les subir.*

Aussi, je retiens trois grands enseignements de nos travaux au sein de l'Observatoire de l'Innovation.



## Michaël Trabbia

|  
*Directeur  
exécutif,  
CEO Orange  
Wholesale,  
Président  
du Conseil  
stratégique de  
l'Observatoire  
de l'Innovation*



D'abord, **la puissance de frugalité**. Quand j'étais en école d'ingénieur à la fin des années 1990 et que je travaillais sur des algorithmes génétiques (on n'appelait pas cela « IA » à l'époque) pour résoudre le (fameux) problème du voyageur de commerce, nous savions tous qu'avec la puissance de calcul dont nous disposions, nous ne pourrions jamais avoir le moindre résultat sans penser d'abord à la frugalité de nos algorithmes.

Après trois décennies de loi de Moore, et l'explosion du *cloud computing*, nous semblions avoir relégué ce principe cardinal de la frugalité au second plan. Pourtant, cette exigence n'a jamais été aussi essentielle. Pas seulement parce que nous dépassons allégrement aujourd'hui de plus en plus de limites planétaires en matière de ressources, mais aussi parce qu'aucune innovation ne peut passer à l'échelle sans cela.

L'exemple de DeepSeek, entreprise chinoise poussée à la frugalité car dispo-

sant d'un accès limité aux GPU, ces processeurs ultra-puissants développés par l'entreprise américaine Nvidia, est frappant.

Le 20 janvier 2025, Deepseek dévoile au monde son modèle R1 qui va bouleverser le monde de l'IA en affichant des performances comparables aux meilleurs modèles d'IA générative, pour une consommation en ressource (et donc un coût d'utilisation) au moins dix fois inférieure ! De quoi ouvrir la porte à la généralisation de l'usage de cette technologie...

Ensuite **la force du collectif**. Qu'on parle d'*open source* ou de normalisation, l'innovation en écosystème est clé. Nous sommes des « nains sur les épaules de géants ».

Toute grande avancée s'appuie sur les travaux d'autres grands acteurs et sera amplifiée et améliorée par de nouveaux inventeurs. Et pour compléter Bertrand de Chartres, nous pouvons désormais considérer que

ces nains se donnent la main. L'IA générative, la cybersécurité, la 5G ou le calcul quantique en fournissent aujourd'hui une fantastique illustration.

Enfin, la **question de l'intentionnalité**.

***Je ne crois pas aux entreprises dirigées par des intelligences artificielles, précisément parce qu'il n'y a rien de plus humain que de prendre des risques en situation d'incertitude.***

En revanche, je crois au potentiel de la technologie de simplifier nos vies et d'augmenter nos facultés. Et je crois au concept d'innovation à impact positif. L'innovation est essentielle pour nous aider à affronter nos grands défis planétaires : risque environnemental, défi du vieillissement, risques sanitaires, risque social.

Je rêve par exemple de réseaux sociaux dont le but ne serait pas de maximiser le temps d'audience par des contenus toujours plus choquants et addictifs, mais de maximiser l'épanouissement de l'utilisateur pour une période d'utilisation fixée à l'avance. L'innovation à impact positif se démarque par une intentionnalité résolument engagée pour le bénéfice collectif.

N'est-ce pas là le sens de ce que d'aucuns appelaient le progrès ?

# Introduction

---

*“L’homme n’est pas  
le maître de son destin  
et ne le sera jamais.  
Sa raison même progresse  
toujours en le poussant vers  
l’inconnu et l’imprévisible,  
et c’est là qu’il apprend  
de nouvelles choses.”*

**Friedrich August Hayek**

*Droit, législation et liberté : L’ordre politique d’un peuple libre  
(tome III)*

# QU'EST-CE QU'ENTREPRENDRE SINON DÉFIER L'INCERTITUDE ?

Cette interrogation, au demeurant classique, résonne pourtant d'une tonalité particulièrement singulière en ce début d'année 2025.

Les premières manifestations du changement climatique, la résurgence de conflits, y compris interétatiques et de haute intensité, les ruptures technologiques, notamment dans le domaine de l'intelligence artificielle, ou encore les mutations sociétales révélées lors de la pandémie de Covid-19 n'en finissent ainsi plus de redéfinir les cadres d'action traditionnels des acteurs économiques et, dans cet environnement en perpétuelle reconfiguration, le risque lui-même en est venu à changer de nature.

Il n'est plus, comme il l'était avant-hier, une simple variable à surveiller ou à pondérer. Désormais inscrit

dans le quotidien des entreprises, le risque constitue un facteur à la fois multiforme et omniprésent, dont l'existence menace parfois jusqu'à la viabilité même des organisations.

Connexion, intégration et mise en réseaux sont quant à elles devenues des valeurs cardinales, mais les risques qu'elles génèrent et auxquels les organisations doivent faire face ne sont pas simplement démultipliés. Ils sont également devenus à la fois plus complexes et plus diffus, cette dynamique venant nourrir de nouvelles vulnérabilités, systémiques cette fois.

Ainsi, une perturbation localisée dans une chaîne d'approvisionnement ou une attaque ciblée sur une infrastructure critique présente dorénavant un risque de réaction en chaîne dont les effets sont susceptibles

de s'étendre rapidement à travers l'économie mondiale. L'interconnexion, bien qu'elle ait permis des gains d'efficacité sans précédent, est aussi une interdépendance qui rend les structures économiques et organisationnelles sensibles à de nouveaux scénarios de perturbations jusque-là laissés de côté.

## **Pourtant, chaque risque porte en lui une opportunité**

Ce renouveau de la complexité appelle selon nous à une relecture du rôle même du risque dans la stratégie des entreprises. Longtemps perçu comme un mal à contenir, il s'impose aujourd'hui comme un outil de transformation, un levier à actionner pour anticiper les mutations, identifier des opportunités émergentes, et construire de nouveaux modèles, plus résilients.

Les organisations capables de comprendre cette ambivalence du risque — à la fois menace et opportunité — ne se contentent plus de « réagir ».

Elles adoptent une posture proactive, voire, pour reprendre le mot du Professeur Nassim Nicholas Taleb<sup>1</sup>, « antifragile », c'est-à-dire une posture où chaque défi devient un moteur d'innovation et de différenciation compétitive.

chacune, comme des leaders dans leurs secteurs. Cette démarche repose sur une vision élargie de l'innovation, laquelle ne se limite pas à la seule technologie, mais s'étend à l'organisation, aux modèles économiques et aux relations inter-organisationnelles.

## À CE JOUR, LA GESTION DU RISQUE DÉPASSE DÉJÀ LARGEMENT LES APPROCHES TRADITIONNELLES DE PRÉVENTION

Innover face aux risques demeure cependant un défi multidimensionnel. Chaque type de risque, qu'il soit économique, environnemental, géopolitique ou cyber, présente des spécificités qui nécessitent des approches sur mesure. C'est dans cette logique que se dessine la voie des écosystèmes collaboratifs. Face à la complexité des enjeux, l'entreprise isolée ne peut plus se penser comme une entité autosuffisante.

Elle appelle à repenser les chaînes de valeur, à redéfinir les priorités organisationnelles et à construire des modèles résilients ; en bref, à innover. Cette dynamique transforme dès lors à nouveau la nature du risque : d'un mal à contenir, il devient une potentielle force transformatrice.

Les solutions les plus pertinentes émergent désormais des interfaces – entre secteurs d'activité, entre disciplines académiques et entre sphères publique et privée. La transparence, le partage de données et la mise en commun des expertises deviennent ainsi les piliers d'une réponse

Les entreprises capables de dépasser le paradigme de la gestion réactive pour s'appropriier pleinement cette force se positionnent,

collective aux crises systémiques. En collaborant avec des start-up, des laboratoires de recherche, ou encore des ONG, les entreprises ne se contentent pas de multiplier leurs ressources : elles renforcent leur capacité à innover dans un contexte d'incertitude.

Ce document propose une plongée au cœur des réflexions et actions menées au sein de l'Observatoire de l'Innovation sur cette thématique centrale : Innover face aux risques.

Afin d'approfondir les enseignements de quatre séances consacrées à des enjeux clés — les matières premières, la cybersécurité, l'informatique quantique et les écosystèmes collaboratifs — et en intégrant des perspectives académiques et des *insights* d'experts, ce récit se veut un guide pratique et stratégique pour transformer le risque en moteur d'innovation. Il entend inspirer et outiller les acteurs — dirigeants, décideurs et chercheurs — qui

cherchent à transformer le risque en opportunité.

Pour cela, nous vous proposons une grille de lecture stratégique pour faire du risque un catalyseur d'innovation, en identifiant des pistes d'action concrètes adaptées aux spécificités des organisations.

Au fil des pages, nous découvrirons comment les leaders d'aujourd'hui mobilisent la technologie, reconfigurent leurs chaînes de valeur et repensent leur organisation pour faire face à un avenir incertain. Ces discussions nous offrent des outils concrets et des pistes de réflexion qui aspirent à naviguer avec sérénité et responsabilité dans l'instabilité de notre époque.

*Longtemps perçu comme un mal à contenir, le risque s'impose aujourd'hui comme un outil de transformation, un levier à actionner pour anticiper les mutations, identifier des opportunités émergentes, et construire de nouveaux modèles, plus résilients.*

---

<sup>1</sup> Nassim Nicholas Taleb, *Antifragile, Les bienfaits du désordre, Les Belles Lettres, 2013*

01

# Le risque pour les entreprises : pénurie des matières premières





**Dans le tumulte des crises contemporaines, les matières premières se révèlent être bien plus que de simples intrants industriels. Elles incarnent aujourd'hui des enjeux stratégiques majeurs qui redéfinissent les contours de l'économie mondiale et les modèles opérationnels des entreprises.**

**C**es ressources, essentielles à des secteurs aussi divers que la technologie, l'énergie ou l'automobile, sont au centre d'une dynamique où géopolitique, innovation et durabilité s'entrelacent jusqu'à se confondre.

Plus qu'un simple défi économique, elles constituent dès lors une opportunité de réimaginer de manière plus globale nos systèmes de production et de consommation.

# Les chaînes de valeur mondiales : une vulnérabilité révélée

*Pendant des décennies, les chaînes d'approvisionnement globales ont été conçues autour de principes d'efficacité économique. La mondialisation a ainsi permis de rationaliser les coûts et de tirer parti des avantages comparatifs des différentes régions.*

Cependant, cette approche, bien qu'efficace en apparence, a créé de nouvelles vulnérabilités dont le caractère structurel a été révélé par une succession de crises telles que la pandémie de Covid-19, les tensions commerciales sino-américaines ou encore la guerre en Ukraine.

Ces événements ont ainsi démontré l'excessive **dépendance de nombreux secteurs économiques vis-à-vis de certaines matières premières** critiques, à l'image des terres rares ou du lithium, deux ressources indispensables à la transition énergé-

tique. Dans un contexte où des processus d'extraction et de raffinage sont concentrés dans quelques pays seulement, principalement la Chine, les ruptures d'approvisionnement peuvent rapidement déséquilibrer des industries entières.

Face à cette réalité, les entreprises sont appelées à adopter une posture résiliente. Cela passe notamment par :

— **La diversification des sources d'approvisionnement**, pour réduire la dépendance à un seul acteur ou une seule région ;

— **La cartographie des chaînes d'approvisionnement**, qui ne peut plus se limiter aux fournisseurs de premier niveau. Identifier les « fournisseurs nexus » critiques, jusqu'au cinquième ou sixième niveau, devient indispensable pour anticiper les risques ;

— **L'intégration verticale**, une tendance croissante où des entreprises investissent directement dans des infrastructures d'extraction ou de transformation pour sécuriser leurs ressources stratégiques.

**La régionalisation des chaînes de valeur** constitue également une réponse prometteuse.

Bien qu'elle implique des coûts initiaux élevés, elle offre des **avantages stratégiques**, notamment une réduction des délais logistiques et une moindre exposition aux aléas géopolitiques.

### **Un changement de paradigme pour une opportunité de reconstruction**

Dans un contexte d'urgence environnementale couplé à une raréfaction croissante des ressources, **l'économie circulaire s'affirme comme une alternative prometteuse** aux modèles linéaires traditionnels. Son principe fonda-

teur – transformer les déchets en ressources – invite les entreprises à repenser profondément leur approche des matières premières.

Le **recyclage**, bien qu'essentiel, reste une **réponse partielle**. Si des métaux comme le cuivre ou l'aluminium affichent des taux de recyclabilité élevés, d'autres, comme les terres rares ou le gallium, posent des défis techniques considérables. Ces éléments, souvent présents en faibles concentrations dans les produits, nécessitent des **processus coûteux et technologiquement avancés** pour leur récupération.

**L'écoconception**, en revanche, offre une **perspective plus large**. En intégrant des critères de durabilité dès la phase de conception des produits, les entreprises peuvent non seulement prolonger leur durée de vie, mais aussi faciliter leur démontage et leur recyclage. Il en va ainsi dans le secteur des smartphones, où les cycles de remplacement sont souvent dictés par des logiques marketing, l'écoconception pourrait transformer ces appareils en véritables « mines urbaines », où chaque appareil devient une source potentielle de matériaux précieux.



La **souveraineté industrielle**, longtemps reléguée au second plan face à l'optimisation des coûts, revient au centre des préoccupations des décideurs européens. L'Europe, en particulier, souffre d'une dépendance marquée à l'égard de la Chine pour des ressources stratégiques, notamment dans le domaine des terres rares.

Cette dépendance est le fruit de décennies de délocalisation des capacités de raffinage et de transformation, motivées par des considérations économiques à court terme. Il est donc nécessaire de reconstruire une souveraineté industrielle — ce qui ne signifie pas pour autant renoncer à la mondialisation, mais plutôt repenser ses modalités. Cela implique de :

— **Investir dans des infrastructures locales**, pour réduire la dépendance aux importations et regagner un contrôle sur les étapes les plus critiques de la chaîne de valeur ;

— **Favoriser les alliances public/privé**, qui permettent de mutualiser les investissements et de coordonner les efforts entre les gouvernements et les entreprises ;

— **Soutenir l'innovation dans le domaine des technologies de substitution**, qui offrent des alternatives aux matériaux les plus critiques. Attention cependant à ne pas retomber dans d'autres travers, cette réindustrialisation ne pouvant être aveugle aux **impératifs environnementaux**. Les nouvelles infrastructures doivent donc intégrer des normes strictes pour minimiser leur impact écologique, tout en maximisant leur durabilité.

### **Sobriété et optimisation : une nouvelle relation aux ressources**

Face à la tension croissante sur les matières premières, la sobriété s'impose quant à elle comme une réponse incontournable. Contrairement à la décroissance, qui prône une réduction globale de l'activité économique, **la sobriété vise à optimiser l'usage des ressources, en répondant aux besoins réels sans excès**.

Cette approche nécessite un changement de paradigme, tant pour les entreprises que pour les consommateurs. Les

modèles économiques traditionnels, basés sur la consommation rapide et le remplacement fréquent, doivent dans ce cadre céder la place à des **solutions axées sur l'utilisation prolongée des produits et la réduction du gaspillage**. Cela passe notamment par :

— **La location ou la mutualisation des équipements**, qui permettent de maximiser l'utilisation des ressources disponibles ;

— **Les modèles as-a-service<sup>2</sup>**, où les entreprises restent propriétaires des produits tout en les louant aux utilisateurs, favorisant ainsi leur maintenance et leur réutilisation ;

— **La sensibilisation des consommateurs**, qui jouent un rôle clé dans la transition vers des pratiques plus responsables.

La sobriété, bien comprise, ne représente pas une contrainte, mais une **opportunité d'innovation**. Les entreprises qui adoptent cette approche peuvent se différencier sur des marchés de plus en plus sensibles aux enjeux environnementaux, tout en réalisant des économies significatives sur le long terme.

<sup>2</sup> Le software as a service (SaaS) ou logiciel en tant que service est un modèle d'exploitation commerciale des logiciels dans lequel ceux-ci sont installés sur des serveurs distants plutôt que sur la machine de l'utilisateur. Les clients ne paient pas de licence d'utilisation pour une version, mais utilisent librement le service en ligne ou, plus généralement, payent un abonnement. (Source : Wikipédia)

Les matières premières, bien qu'élémentaires en apparence, sont devenues des **catalyseurs de transformations majeures dans l'économie mondiale**. Elles obligent les entreprises à repenser leurs modèles, à innover et à collaborer à une échelle sans précédent. Ces transformations, bien que complexes, offrent des opportunités considérables pour celles qui sauront les saisir.

En adoptant **une approche systémique** — intégrant durabilité, innovation et résilience — les entreprises peuvent non seulement répondre aux défis actuels, mais aussi jouer un rôle de premier plan dans la construction d'une **économie plus équilibrée et plus respectueuse de la planète**.

Le temps n'est plus à l'optimisation à court terme, mais à la vision stratégique.

**Ceux qui  
agiront dès  
aujourd'hui  
seront aussi  
ceux qui  
façonneront  
le monde  
de demain.**



# Le défi posé par les matières premières dans un contexte économique mondialisé dépasse largement les problématiques d'approvisionnement ou de recyclage



## Pilar Acosta

*Professeur et chercheur,  
École polytechnique,  
département Management,  
innovation et entrepreneuriat*

*Il s'agit d'un enjeu systémique qui exige des approches stratégiques innovantes, notamment dans la gestion des émissions de gaz à effet de serre tout au long de la chaîne de valeur. Pilar Acosta, professeure en management à l'École polytechnique, spécialiste des sujets RSE et en particulier des questions liées au scope 3 de l'ADEME, correspondant aux émissions carbone indirectes qui ne sont pas sous le contrôle de l'entreprise, nous éclaire quant aux enjeux spécifiques de ce défi : comment les entreprises, confrontées à la dispersion de leurs chaînes d'approvisionnement et à la complexité des flux internationaux, peuvent-elles transformer un problème souvent perçu comme insurmontable en une opportunité d'innovation et de collaboration ?*



*Ce lien entre la problématique des matières premières et la gestion des émissions de scope 3 met en lumière une vérité essentielle : la durabilité et la résilience ne peuvent être atteintes sans une approche à la fois systémique et collaborative. Les entreprises doivent dépasser les frontières de leurs propres activités pour instaurer des partenariats avec leurs fournisseurs, leurs clients et même leurs concurrents. Pour aborder efficacement les émissions de scope 3, il est nécessaire de repenser la gouvernance des chaînes d'approvisionnement et d'explorer des solutions pragmatiques, telles que l'innovation technologique, l'écoconception et la mutualisation des données. Ainsi, cet entretien permet de prolonger nos réflexions sur les matières premières, en en élargissant la perspective vers une prise en charge des enjeux climatiques à l'échelle globale, mais ancrée dans des actions locales et concrètes.<sup>3</sup>*

Alors que les entreprises font face à une pression croissante pour **atteindre la neutralité carbone**, le scope 3 se distingue par sa complexité, en raison de la dispersion des fournisseurs et de la dilution des responsabilités.

Dans le cadre des objectifs de neutralité carbone, le défi du scope 3 constitue un enjeu complexe. Si les scopes 1 et 2 relèvent principalement des émissions directes d'une organisation et sont relativement aisés à quantifier et à réduire, le scope 3 s'étend bien au-delà des frontières de l'organisation en incluant fournis-

seurs et consommateurs. Ces émissions, générées tout au long de la chaîne de valeur, incarnent non seulement l'empreinte écologique de l'entreprise, mais aussi celle de ses fournisseurs et clients, souvent dispersés mondialement. À ce titre, le scope 3 invite à **repenser la collaboration, l'innovation et la gouvernance des chaînes de valeur**.

Les émissions de scope 3 se distinguent par leur origine : elles sont indirectes, produites en amont ou en aval des activités de l'entreprise. **Ces émissions incluent celles générées par les fournisseurs, les partenaires**

<sup>3</sup> Cet entretien est basé sur des travaux de recherche menés au sein de la Chaire Technology for Change.

### logistiques et les clients finaux

dans leur utilisation ou leur élimination des produits. Selon des estimations récentes, elles peuvent représenter jusqu'à 80 % de l'empreinte carbone totale d'une entreprise high-tech européenne. Cette dispersion géographique rend leur gestion particulièrement difficile. Par exemple, dans le secteur high-tech, moins de 20 % des émissions « amont » proviennent de fournisseurs directs situés en Europe, tandis que 58 % émanent de fournisseurs indirects basés en Asie et dans d'autres régions géographiquement éloignées.

“Dans le cadre des objectifs de neutralité carbone, le scope 3 invite à repenser la collaboration, l'innovation et la gouvernance des chaînes de valeur.”

Deux grands problèmes se dessinent alors dans ces chaînes d'approvisionnement éclatées : un manque de visibilité sur les données et une dilution des responsabilités entre les différents acteurs. Sans un cadre clair pour mesurer et attribuer ces émissions, les entreprises peinent à élaborer des stratégies efficaces.

Pour relever le défi du scope 3, les entreprises doivent adopter une **approche systémique. Une compréhension fine des dynamiques sous-jacentes de leurs chaînes de valeur est nécessaire.** Cela commence par une cartographie détaillée des flux d'émissions, permettant d'identifier les « fournisseurs nexus », ces acteurs situés dans des positions stratégiques de la chaîne et dont les actions ou transformations peuvent avoir un impact important sur l'empreinte globale. Ces analyses permettent aux entreprises de concentrer leurs efforts sur les segments les plus critiques de leurs chaînes d'approvisionnement.

La **transition vers une chaîne d'approvisionnement durable** repose également sur l'**intégration des critères ESG (environnementaux, sociaux et de gouvernance)** dans chaque étape du processus de *sourcing*<sup>4</sup>. Cela implique une sélection rigoureuse des partenaires commerciaux, favorisant ceux qui démontrent un engagement clair en matière de réduction des émissions et de durabilité. Toutefois, cet alignement ne peut se faire sans une **transformation des relations entre entreprises et leurs fournisseurs.** Il est impératif de dépasser les relations basées sur la contractualisation et la

<sup>4</sup> *Sourcing* : expression utilisée pour désigner l'action de recherche, localisation et évaluation d'un fournisseur ad hoc, afin de répondre à un besoin identifié (en matière de biens ou de services) formulé par une entreprise ou par un service ou un département de cette entreprise. (Source : Wikipédia)

## Pilar Acosta

Pilar Acosta a suivi une formation d'ingénieur et a obtenu un doctorat en gestion à l'ESCP et à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Ses recherches portent sur l'évolution de la responsabilité sociale des entreprises (RSE) et des pratiques liées au développement durable dans les pays en développement. Elle s'intéresse en particulier à l'interaction entre les acteurs privés et publics pour faire progresser la durabilité. Elle effectue également des recherches sur les expériences d'apprentissage significatives centrées sur l'étudiant afin de changer les mentalités commerciales conventionnelles.

Ses travaux ont été publiés dans des revues internationales telles que *Organization Studies* et *Journal of Business Ethics*, ainsi que dans des revues d'enseignement de la gestion.

Avant d'intégrer l'École polytechnique, elle a été professeur assistant et associé à l'école de commerce et de sciences économiques de l'Universidad Icesi en Colombie.

**“La dispersion géographique des chaînes d'approvisionnement entraîne un manque de visibilité sur les données et une dilution des responsabilités entre les différents acteurs. Sans un cadre clair pour mesurer et attribuer leurs émissions de carbone, les entreprises peinent à élaborer des stratégies efficaces.”**



coercition pour adopter un rôle de facilitateur et **intégrer plus d'approches collaboratives**. Cela peut passer par des initiatives de formation, des incitations financières et un accompagnement technique, visant à améliorer les capacités des partenaires à adopter des pratiques plus durables.

Par ailleurs, les technologies numériques peuvent jouer un rôle crucial pour améliorer la visibilité et la gestion des émissions de scope 3. Les outils tels que les jumeaux numériques permettent de simuler les flux physiques et les impacts carbone associés, offrant ainsi **une perspective holistique de la chaîne d'approvisionnement**.

**“Les plateformes collaboratives, bien que complexes à organiser, offrent des avantages significatifs en termes de réduction des coûts, d'accélération des progrès et de renforcement de la résilience face aux perturbations.”**

Ces technologies ne se limitent pas à la visualisation : elles permettent également d'**optimiser les processus en temps réel et de modéliser des scénarios prospectifs pour anticiper** les effets des politiques climatiques sur les chaînes de valeur.

Cependant, aucune entreprise ne peut espérer gérer seule l'ampleur du scope 3. La coopération sectorielle émerge comme un levier clé pour relever ce défi. Les **plateformes collaboratives**, où des concurrents partagent des données et des solutions innovantes, permettent de mutualiser les efforts et d'accélérer la décarbonation à l'échelle de l'industrie. Ces collaborations, bien que complexes à organiser, offrent des avantages significatifs en termes de réduction des coûts, d'accélération des progrès et de renforcement de la résilience face aux perturbations.

**L'innovation est essentielle** pour surmonter les défis posés par le scope 3. Penser en termes de cycles de vie des produits, par exemple, implique d'intégrer dès la conception des stratégies visant à maximiser la durabilité, comme l'écoconception et la modularité. Ces approches garantissent que les ressources utilisées dans les produits sont **optimisées tout au long de leur cycle de vie, réduisant ainsi l'empreinte carbone globale. La mutualisation des efforts au sein d'écosystèmes collaboratifs** constitue une autre piste prometteuse, permettant aux entre-

prises de partager les coûts et les bénéfices des investissements dans des infrastructures de recyclage ou des technologies vertes. Les technologies telles que l'intelligence artificielle, apportent également des solutions pour analyser les données massives, anticiper les risques liés aux émissions et optimiser les flux logistiques.

Pour que ces efforts soient couronnés de succès, il est **crucial que les entreprises établissent des objectifs clairs et mesurables** pour leurs émissions de scope 3. La **transparence envers les parties prenantes** — qu'il s'agisse des investisseurs, des clients ou des régulateurs — est une condition *sine qua non* pour garantir leur engagement et leur adhésion. En adoptant une approche intégrée, collaborative et axée sur l'innovation que les entreprises pourront transformer les défis du scope 3 en opportunités stratégiques.

Parmi les conseils à communiquer aux entreprises, il pourrait être pertinent de :

— **Établir une vision systémique** : Réduire les émissions de scope 3 nécessite une approche intégrée qui considère l'ensemble de la chaîne de valeur comme un écosystème interdépendant.

— **Prioriser l'impact** : Concentrer les efforts sur les « points chauds » identifiés dans vos chaînes d'approvisionnement, où des réductions significatives peuvent être obtenues.

**“Penser en termes de cycles de vie des produits implique d'intégrer dès la conception des stratégies visant à maximiser la durabilité, comme l'écoconception et la modularité.”**

— **Adopter une collaboration radiale** : Travailler avec des partenaires, des régulateurs et même des concurrents pour mutualiser les efforts et partager les connaissances.

— **Soutenir les innovations technologiques** : Investir dans des outils numériques avancés et des solutions de traçabilité pour améliorer la visibilité et mesurer les progrès.

— **Transformer les défis en opportunités** : Le scope 3 offre un cadre unique pour aligner les stratégies climatiques sur les priorités d'innovation et de compétitivité.



### Renforcer les capacités dynamiques pour gérer l'incertitude

Inspiré des théories en management stratégique, le concept de capacités dynamiques<sup>5</sup> souligne l'importance de la flexibilité organisationnelle pour s'adapter à un environnement incertain. Les entreprises doivent développer des mécanismes internes pour détecter les changements dans l'approvisionnement des matières premières, évaluer rapidement les impacts et reconfigurer leurs ressources en conséquence. Mettre en place des cellules de veille stratégique ou des outils d'intelligence économique permet, à titre d'exemple, de mieux anticiper les tensions sur les marchés des ressources critiques.



### Coopérer dans des écosystèmes hybrides pour créer de la valeur partagée

Selon les travaux récents sur les écosystèmes d'innovation, les entreprises qui collaborent avec des partenaires divers – fournisseurs, start-up, institutions publiques – sont aussi les mieux armées pour répondre aux défis des matières premières<sup>6,7</sup>. Ces collaborations permettent en effet de mutualiser les investissements dans des projets complexes, comme la création de solutions de recyclage ou l'exploitation de matériaux alternatifs. Ce modèle d'écosystème hybride favorise également l'innovation partagée, accélérant ainsi le développement de technologies de substitution.



### Incorporer une logique de soutenabilité dans la gouvernance

Les théories contemporaines sur la gouvernance suggèrent que les entreprises doivent adopter des cadres de décision qui intègrent les critères ESG dans leurs stratégies<sup>8</sup>. Pour les matières premières, cela signifie développer des politiques internes et externes qui équilibrent les objectifs économiques avec des exigences environnementales. À titre d'illustration, la certification de la chaîne d'approvisionnement ou l'intégration de normes éthiques dans les contrats fournisseurs renforcent non seulement la conformité réglementaire, mais aussi la confiance des parties prenantes.



## Adopter l'approche basée sur les ressources pour une compétitivité durable

Selon la Resource-Based View (RBV), les entreprises peuvent créer un avantage compétitif durable en exploitant leurs ressources uniques et difficiles à imiter<sup>9</sup>. Dans le contexte des matières premières, cela peut inclure la maîtrise de technologies de pointe pour le recyclage, la construction de relations exclusives avec des fournisseurs stratégiques ou le développement d'une expertise unique dans la gestion des ressources critiques. Ces éléments permettent de sécuriser des approvisionnements à long terme tout en différenciant l'entreprise sur son marché.



## Développer une résilience organisationnelle systémique

Les recherches en management de crise et en résilience organisationnelle montrent que les entreprises qui adoptent une approche systémique pour anticiper et répondre aux perturbations sont plus aptes à prospérer dans un environnement incertain<sup>10,11</sup>. Cela implique de former les équipes à identifier les vulnérabilités dans la chaîne d'approvisionnement, d'investir dans des capacités de réponse rapide et de construire des plans de contingence robustes. Par exemple, la création de scénarios prospectifs et la simulation de crises dans le domaine des matières premières permettent de renforcer la préparation organisationnelle face aux imprévus.

<sup>5</sup> Teece, D. J., et al., « Dynamic Capabilities and Strategic Management. », *Strategic Management Journal*, vol. 18, n° 7, 1997, pp. 509-533. JSTOR.

<sup>6</sup> Bouty, I., et al., « Les pratiques de coordination en situation extrême », *Revue Management & Avenir*, n° 41 (1), 2011, pp. 387-393.

<sup>7</sup> Panwar, R., Pinkse, J., & De Marchi, V., « The Future of Global Supply Chains in a Post-COVID-19 World », *California Management Review*, n° 64 (2), 2022, pp. 5-23.

<sup>8</sup> Friede, G., Busch, T., & Bassen, A., « ESG and Financial Performance: Aggregated Evidence from More than 2000 Empirical Studies », *Journal of Sustainable Finance & Investment*, n° 5 (4), 2015, pp. 210-233.

<sup>9</sup> Barney, J., « Firm Resources and Sustained Competitive Advantage », *Journal of Management Scientific Reports*, n° 17 (1), 1991, pp. 99-120.

<sup>10</sup> Laszczuk, A., & Mayer, J. C., « Unpacking Business Model Innovation Through an Attention-Based View », *M@n@gement*, n° 23 (1), 2020, pp 38-60.

<sup>11</sup> Mayer, J., « The "Art" of Framing Risk: The Attentional Process of Risk Framing in Organizations », *Academy of Management Proceedings*, 2019.

# En pratique

*La thèse de Benjamin Astier<sup>12</sup> offre un éclairage précieux sur la manière dont les écosystèmes d'innovation peuvent répondre aux défis posés par la rareté des matières premières, notamment dans le secteur textile*

L'exemple des Hauts-de-France illustre à quel point la collaboration régionale, la mobilisation des acteurs locaux et la réinvention des chaînes de valeur peuvent transformer des contraintes en opportunités.

Dans cette région historiquement marquée par une forte activité textile, la crise des approvisionnements en matières premières, exacerbée par des perturbations géopolitiques et

environnementales, a poussé les acteurs à **repenser leurs modèles économiques**. Le regroupement d'entreprises locales, d'institutions publiques et de centres de

recherche au sein d'un écosystème d'innovation a permis de **mutualiser les ressources et de développer des solutions communes**. Des initiatives telles que le recyclage des

**“La collaboration régionale, la mobilisation des acteurs locaux et la réinvention des chaînes de valeur peuvent transformer des contraintes en opportunités.”**

fibres textiles, l'utilisation de matériaux biosourcés ou encore l'optimisation des processus de production illustrent l'impact de ces collaborations.

Un exemple marquant est le projet mené par Fashion Green Hub<sup>13</sup>, un collectif rassemblant des entreprises et des start-up locales, qui a permis de développer des textiles à partir de fibres recyclées tout en mettant en place des circuits de production courts pour limiter la dépendance aux importations. Ce projet, emblématique d'une démarche d'innovation collaborative, a non seulement renforcé la **résilience des entreprises face aux perturbations**, mais a également **consolidé l'identité économique et sociale de la région**.

Cet exemple illustre parfaitement comment un écosystème d'innovation bien structuré, fondé sur des relations de confiance et un partage de connaissances, peut permettre de surmonter des défis systémiques complexes.

Pour les entreprises, cela met en lumière **l'importance de ne pas agir de manière isolée, mais de s'intégrer dans des réseaux collaboratifs qui favorisent l'émergence de solutions collectives et durables**.

**“Un écosystème d'innovation bien structuré, fondé sur des relations de confiance et un partage de connaissances, peut permettre de surmonter des défis systémiques complexes.”**

<sup>12</sup> Astier B., « Écosystème d'innovation et processus info-communicationnels : enjeux du textile dans les Hauts-de-France », *Sciences de l'information et de la communication*. Université Polytechnique Hauts-de-France, 2021. [https://theses.hal.science/tel-03463293v1/file/ASTIER\\_Benjamin2.pdf](https://theses.hal.science/tel-03463293v1/file/ASTIER_Benjamin2.pdf)

<sup>13</sup> <https://www.fashiongreenhub.org/>

02

# La cybersécurité : un risque global





**Le terme cybersécurité est en réalité la rencontre de deux termes : celui de « cyber » dérivant du grec κυβερνητική (*kybernêtikê*) signifiant « l'art de gouverner » et celui de « sécurité » faisant référence à un rapport minimal face à un risque, à un danger.**

**L**es risques liés à la cybersécurité suscitent de plus en plus l'attention des acteurs publics et privés (mais malheureusement pas encore suffisamment). Les dernières cyberattaques ont en effet entraîné des pertes financières, des atteintes à la réputation, des interruptions de service et des violations de données sensibles. Il est donc urgent pour les entreprises et les gouvernements d'adopter des mesures de sécurité robustes pour se protéger contre ces menaces. Dans le prolongement du risque cyber, nous évoquons également la problématique de la souveraineté numérique, dans un moment où les pouvoirs publics commencent à affirmer plus fermement leur ambition de contrôler leurs infrastructures numériques

et de protéger leurs données des tentatives d'ingérences étrangères. La dépendance à

l'égard de technologies ou de services étrangers fragilise néanmoins cette ébauche de

souveraineté en exposant les acteurs concernés à des risques accrus.

# La cybersécurité : une nouvelle priorité stratégique pour les entreprises et les écosystèmes organisationnels

*Les interdépendances numériques structurant chaque aspect des activités économiques et organisationnelles, la cybersécurité s'impose dès lors comme une priorité stratégique, bien au-delà de ses seules dimensions techniques.*

Elle n'est ainsi plus seulement une affaire de systèmes et de protocoles, mais un **enjeu central pour la gouvernance, la résilience organisationnelle et l'innovation**. Alors même que les cyberattaques se multiplient et que leur sophistication va croissant, la question n'est dorénavant plus de savoir si une organisation sera ciblée, mais **quand et surtout comment elle réagira face à cette attaque**.

Cette évolution place les dirigeants face à des défis de plus en plus complexes. Il ne suffit plus de sécuriser des infrastructures informatiques, il faut aussi repenser la façon dont les organisations conçoivent la confiance, gèrent l'incertitude et interagissent avec leurs écosystèmes — un aspect sur lequel nous reviendrons plus avant dans la partie 4 de cet ouvrage. La cybersécurité devient alors un

**levier de transformation stratégique**, nécessitant un changement de paradigme dans les approches traditionnelles du management et de la stratégie.

Les entreprises qui adoptent une **posture proactive** en matière de cybersécurité peuvent non seulement se protéger contre les risques, mais aussi capitaliser sur cette résilience pour renforcer leur

avantage concurrentiel et leur crédibilité sur le marché.

## De la sécurisation des systèmes à la résilience organisationnelle

L'un des premiers enseignements de la cybersécurité moderne est qu'elle ne peut plus être envisagée comme une couche technique isolée. L'ère des pare-feux et des antivirus a cédé la place à une **approche beaucoup plus holistique, où la sécurité est intégrée au cœur des stratégies organisationnelles**. Ce passage d'une logique de protection à une logique de résilience implique de repenser les structures, les processus et les priorités des entreprises.

La résilience suppose de comprendre que **la menace cyber n'est jamais totalement évitable**. En effet, les systèmes d'information sont par nature interdépendants, et cette interconnexion, si elle est essentielle à l'efficacité des opérations, ouvre également des **brèches exploitables par d'éventuels assaillants**. Les organisations doivent donc accepter l'idée que des incidents

surviendront inévitablement pour se concentrer sur leur capacité à en **minimiser l'impact**. Cela implique une planification en profondeur, incluant des simulations de crises, des plans de reprise d'activité et des mécanismes d'apprentissage organisationnel post-incident. Ces outils, souvent négligés, deviennent à présent des atouts chaque jour plus décisifs dans un environnement où la confiance des parties prenantes reste pour sa part fragile et largement conditionnée à la capacité d'une organisation à maintenir, dans la durée, la continuité de son activité.

Cette résilience dépasse ainsi le seul cadre technique pour inclure **des dimensions humaines et culturelles**. L'un des maillons les plus faibles de toute stratégie de cybersécurité reste traditionnellement le **comportement des collaborateurs**. *Phishing*<sup>14</sup>, mots de passe faibles ou négligences dans la gestion des données : voilà autant de **vulnérabilités qui ne peuvent être corrigées que par un effort continu de sensibilisation et de formation**. Les entreprises doivent donc instaurer au sein

de leurs équipes une véritable culture de la cybersécurité, où chaque individu se considère et se comporte comme un acteur clé dans la protection des actifs de l'organisation. Ce changement culturel, s'il est souvent difficile à mettre en œuvre, est pourtant indispensable pour permettre aux investissements technologiques d'atteindre leur plein potentiel d'efficacité.

## La cybersécurité comme levier d'innovation et d'avantage concurrentiel

Bien que perçue avant tout comme une réponse à une menace, la cybersécurité peut également être envisagée comme **une opportunité d'innovation et de différenciation stratégique**. Les entreprises qui intègrent pleinement la sécurité dans leur proposition de valeur peuvent se positionner comme des **partenaires de confiance**, un critère de plus en plus décisif dans les relations à la fois *B2B* et *B2C*. Dans un moment où les consommateurs comme les partenaires commerciaux sont de plus en plus préoccupés

<sup>14</sup> L'hameçonnage ou phishing en anglais est une technique frauduleuse destinée à leurrer l'internaute pour l'inciter à communiquer des données personnelles (comptes d'accès, mots de passe, etc.) et/ou bancaires en se faisant passer pour un tiers de confiance. (Source : Wikipédia)

par la gestion des données personnelles et la protection des systèmes, une posture proactive en matière de cybersécurité peut devenir un avantage concurrentiel significatif.

Cette opportunité stratégique est particulièrement visible dans les secteurs où la gestion des données est critique, comme la santé, les services financiers ou encore les technologies de pointe. Dans ces industries, **les organisations qui démontrent leur capacité à gérer les risques numériques de manière transparente et efficace renforcent leur crédibilité**. Par exemple, les entreprises qui se conforment aux normes et réglementations les plus strictes en matière de cybersécurité (comme le RGPD<sup>15</sup> en Europe) ne se contentent pas d'éviter des sanctions : elles signalent à leurs clients et partenaires qu'elles prennent leurs responsabilités au sérieux. Cette capacité à transformer une contrainte réglementaire en un levier de différenciation est à la fois **une preuve de maturité organisationnelle et une pratique à encourager**.

En outre, la cybersécurité ouvre la voie à de nouvelles formes d'innovation organisationnelle. L'intégration de la sécurité dès les premières

étapes de la conception des produits et services, une approche connue sous le nom de *security by design*<sup>16</sup>, permet non seulement de réduire les risques, mais aussi d'optimiser les performances. À titre d'illustration, les systèmes conçus avec une architecture sécurisée dès leur origine sont souvent plus robustes, plus fiables et mieux adaptés aux évolutions technologiques futures. Il s'agit là du parfait exemple de l'harmonie avec laquelle une vision proactive de la cybersécurité peut s'intégrer dans des dynamiques d'innovation et de création de valeur.

### **Repenser les écosystèmes organisationnels : vers une approche collaborative de la cybersécurité**

La cybersécurité, par essence, ne peut être isolée de son contexte écosystémique. À l'heure de l'interconnexion, une faille chez un fournisseur, un partenaire ou un client peut rapidement devenir un problème systémique. Cette interdépendance impose de repenser les relations entre les organisations pour intégrer la sécurité comme un **pilier fondamental de la collaboration**.



Un premier pas dans cette direction consiste à développer des mécanismes de partage d'information entre les acteurs d'un même écosystème. Les initiatives comme les CERT (*Computer Emergency Response Teams*<sup>17</sup>) ou les ISAC (*Information Sharing and Analysis Centers*<sup>18</sup>) illustrent bien cette dynamique. Ces plateformes permettent aux entreprises de **partager des informations critiques sur les menaces émergentes, renforçant ainsi la résilience collective**.

Toutefois, ce partage d'information nécessite aussi une gouvernance claire, notamment pour protéger la confidentialité des données échangées et éviter des utilisations abusives.



## La cybersécurité comme vecteur de transformation organisationnelle

La cybersécurité, cela a été dit, dépasse de loin la simple fonction de réponse à des menaces externes : elle est un catalyseur de transformation pour les entreprises et leurs écosystèmes.

En repensant leurs stratégies, leurs processus et leurs collaborations, les organisations peuvent non seulement renforcer leur résilience, mais aussi capitaliser sur ces efforts pour en **dégager des éléments d'innovation et de différenciation**. Cette transformation exige cependant **une vision systémique et un engagement à long terme**. Il ne s'agit pas simplement d'investir dans des technologies ou des infrastructures, mais bien plus de **cultiver une posture organisationnelle axée sur la confiance, la transparence et l'agilité**.

Alors que les menaces numériques sont désormais omniprésentes, les entreprises qui parviennent à adopter cette vision proactive de la cybersécurité ne se contentent pas de limiter un risque : elles ouvrent la voie à une nouvelle génération de modèles organisationnels, adaptés aux défis de l'ère numérique.

Les entreprises doivent, quant à elles, **établir des critères communs** en matière de cybersécurité **au sein de leurs réseaux de partenaires**. Cela peut prendre la forme d'accords contractuels, de certifications ou d'audits réguliers. Ces démarches, bien qu'exigeantes, sont indispensables pour garantir une cohérence dans la gestion des risques. En ce sens, la cybersécurité devient aussi un **outil de stabilisation des relations commerciales**, en posant des bases claires et transparentes à toute forme de collaboration.

Enfin, il est crucial de souligner le rôle que peuvent jouer pouvoirs publics et régulateurs dans la sécurisation des écosystèmes numériques. Les cadres législatifs et réglementaires ont ainsi naturellement vocation à offrir une base solide à la coopération entre les acteurs privés et publics. Pour les meilleurs d'entre eux, ils peuvent également constituer autant de leviers pour stimuler l'innovation, notamment en fixant des standards ambitieux qui poussent les entreprises à dépasser le simple respect des règles pour explorer de nouvelles solutions.

<sup>15</sup> Règlement général sur la protection des données.

<sup>16</sup> Security by design ou Sécurisé dès la conception, en ingénierie logicielle, signifie que les produits et fonctionnalités logiciels ont été conçus pour être fondamentalement sécurisés. (Source : Wikipédia)

<sup>17</sup> <https://www.cert.ssi.gov.fr/a-propos/>

<sup>18</sup> <https://www.nationalisacs.org/about-isacs>

# La cybersécurité s'est imposée comme un enjeu stratégique qui transcende largement les simples considérations techniques



**Marjorie  
Canonne**

*Membre de l'advisory board  
& co-animatrice de l'IA'Gora,  
Innovation Makers Alliance*

*La cybersécurité s'est imposée comme un enjeu stratégique qui transcende largement les simples considérations techniques. Elle exige des organisations qu'elles repensent leur manière de collaborer, d'innover et de se protéger. La gestion des cyberrisques, notamment dans des écosystèmes interconnectés, nécessite une approche systémique où la coopération entre acteurs devient primordiale pour garantir une résilience collective. Marjorie Canonne, experte en intelligence artificielle, met en lumière l'importance d'adopter une posture proactive et de considérer la cybersécurité comme un levier de transformation culturelle et organisationnelle.*



*Au-delà des solutions technologiques, la cybersécurité suppose une gouvernance adaptée, une acculturation des collaborateurs et une intégration harmonieuse des outils innovants dans les processus. Marjory Canonne illustre également comment les entreprises peuvent tirer parti des outils émergents – comme l’intelligence artificielle – tout en naviguant dans les complexités inhérentes à leur adoption. Ce lien entre stratégie, innovation et culture organisationnelle fait écho aux principes évoqués précédemment, en soulignant que la cybersécurité, loin d’être une contrainte, peut devenir une force motrice pour renforcer la résilience, stimuler l’innovation et transformer les modèles organisationnels.*

L’intelligence artificielle, et plus particulièrement l’IA générative, a transformé la manière dont les entreprises envisagent l’innovation et la compétitivité. Néanmoins, l’intégration de cette technologie ne peut intervenir sans une **réflexion rigoureuse sur ses implications stratégiques, éthiques et organisationnelles**. L’enthousiasme autour de l’IA ne doit pas faire oublier que toute adoption précipitée ou mal cadrée peut conduire à des résultats décevants, voire à des risques importants pour les organisations.

L’un des premiers principes fondamentaux consiste à ne jamais se lancer dans un projet d’IA pour le simple plaisir d’expérimenter une technologie « à la mode ». **L’IA doit être un outil, jamais une fin en soi**. Chaque initiative doit partir d’un cas d’usage concret, défini de manière

précise et aligné sur des objectifs stratégiques mesurables.

**“L’IA générative a transformé la manière dont les entreprises envisagent l’innovation et la compétitivité.”**

Trop souvent, les entreprises s’engagent dans des projets parce qu’ils sont perçus comme des signaux de modernité, sans que les enjeux ou les bénéfices réels soient clairement identifiés. Cette approche non cadrée peut rapidement devenir une source de frustration, car les résultats obtenus, bien que parfois innovants, ne répondent pas aux attentes initiales.

**La gestion des données** est un autre pilier incontournable de tout projet IA.

Les fondamentaux de la confidentialité, de la qualité et de la gouvernance des données doivent être solidement établis avant même d'envisager une quelconque application d'IA. Les données biaisées ou mal protégées peuvent non seulement compromettre les résultats des projets, mais aussi exposer l'entreprise à des risques juridiques, financiers et éthiques. Ces enjeux ne concernent pas uniquement les grandes organisations ; ils sont encore plus cruciaux pour **les PME et ETI, qui peuvent être particulièrement vulnérables face à des pratiques de gestion des données inappropriées.**

## “La cybersécurité ne peut être pleinement efficace sans une évolution culturelle au sein des organisations.”

**L'un des risques souvent négligés** dans l'adoption des technologies d'IA est **la dépendance technologique.** Avec l'essor de solutions comme ChatGPT ou d'autres plateformes d'IA générative, certaines entreprises ont adopté des outils sans évaluer dans la durée la viabilité à long terme de leurs choix. À plus ou moins long terme, les coûts de ces technologies peuvent exploser ou les fournisseurs se révéler défaillants. Une stratégie d'adoption intelligente repose dès lors sur la diversification des fournisseurs, l'utilisation de solutions *open source* lorsque c'est possible et, dans certains cas, le développement interne de technologies adaptées aux besoins spécifiques de l'entreprise.

La question de l'acculturation des collaborateurs est tout aussi centrale, la cybersécurité ne peut être pleinement efficace sans une évolution culturelle au sein des organisations. L'accessibilité croissante des outils d'IA générative est une force, mais elle représente également un risque si ces outils sont utilisés sans formation adéquate.

Les collaborateurs doivent comprendre non seulement les bases techniques des solutions qu'ils utilisent, mais aussi leurs limites et leurs implications. Des erreurs comme le partage de données sensibles sur des plateformes non sécurisées peuvent ainsi avoir des conséquences graves. **Une sensibilisation méthodique, couplée à des formations régulières,** permet quant à elle de réduire ces risques tout en favorisant une adoption plus efficace et responsable des technologies.

Enfin, les attentes autour des retours sur investissement des projets IA doivent être réalistes. De nombreuses entreprises, notamment dans les PME et ETI, abordent l'IA avec l'espoir d'une transformation rapide et peu coûteuse. Cependant, **les projets IA exigeants en temps, en argent et en efforts organisationnels.** Les bénéfices, bien qu'indéniables, ne se mesurent pas toujours de manière immédiate ou simple. Il est crucial d'adopter une approche itérative, où chaque projet est à la fois une source de résultats concrets et une opportunité d'apprentissage.

## Marjory Canonne

Forte d'une carrière marquée par des responsabilités stratégiques, notamment au sein de la Gendarmerie nationale où elle a créé et dirigé un DataLab innovant, Marjory Canonne a piloté de nombreux projets complexes dans le domaine de la *data* et de l'intelligence artificielle, en France et à l'international. Ingénieure diplômée de l'École de l'air et de l'espace, de Télécom ParisTech<sup>19</sup> et d'un Executive Master de l'École polytechnique, elle a une solide expérience dans la gestion d'équipes pluridisciplinaires et le management de projets ambitieux. Elle conseille les entreprises sur les sujets liés à l'intelligence artificielle, avec une approche pragmatique et une attention constante portée à l'impact concret et à la durabilité des projets.

<sup>19</sup> Aujourd'hui Télécom Paris



Pour concrétiser cette réflexion, voici quatre recommandations clés :

**1 — Ne partez jamais de la technologie, partez du problème :** L'IA n'est pertinente que si elle résout un problème spécifique et critique pour votre organisation. Identifiez vos cas d'usage avant de sélectionner une solution technologique. Évitez de « faire de l'IA pour faire de l'IA » ;

**2 — Sécurisez vos données avant tout :** Les données sont le socle de toute application IA. Assurez-vous qu'elles soient bien structurées, protégées et pertinentes. Une gouvernance rigoureuse des données n'est pas un luxe, mais une condition préalable à tout projet IA crédible et efficace ;

**3 — Minimisez les dépendances et diversifiez vos options technologiques :** Ne vous enfermez pas dans une technologie ou un fournisseur unique. Évaluez les alternatives, notamment les solutions *open source*, et préparez-vous à des ajustements stratégiques si le contexte technologique évolue rapidement ;

**4 — Investissez dans la formation et l'acculturation :** Vos collaborateurs sont les acteurs clés de l'adoption réussie de l'IA. Formez-les à comprendre les bases techniques, les implications éthiques et les limites des outils qu'ils utilisent. Cela renforce leur efficacité et réduit les risques liés à des usages imprudents ou mal informés.

Ces principes ne sont pas simplement des recommandations techniques : ils constituent **une posture stratégique et intellectuelle essentielle** pour garantir que l'IA devienne **un levier de transformation durable** et non une source de complexité supplémentaire.



### Faire de la cybersécurité une priorité stratégique intégrée

La cybersécurité ne peut plus être cantonnée à une fonction technique isolée. Elle doit devenir un pilier stratégique, intégrant toutes les dimensions de l'organisation, de la gouvernance aux opérations quotidiennes<sup>20</sup>. Cette approche nécessite l'implication active de la direction générale et des départements clés pour aligner les initiatives de cybersécurité sur les objectifs globaux de l'entreprise. En adoptant une vision holistique, les organisations peuvent renforcer leur posture de défense tout en créant un environnement sécurisé pour l'innovation.



### Adopter une posture proactive face aux menaces évolutives

Les cybermenaces évoluent rapidement, ce qui impose aux entreprises d'anticiper les attaques potentielles plutôt que de simplement réagir. Cela passe par l'utilisation d'outils avancés de détection des anomalies, d'intelligence artificielle et d'analyse des signaux faibles pour surveiller en temps réel les systèmes critiques. Une posture proactive inclut également des scénarios de crise simulés régulièrement, afin de tester la robustesse des systèmes et de former les équipes à des réponses rapides et coordonnées<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> Teece, D. J., « Business Models, Business Strategy and Innovation », *Long Range Planning*, vol. 43 (2-3), 2010, pp. 172-194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>.

<sup>21</sup> Hausken, K., « Cyber Resilience in Firms, Organizations and Societies », *Internet of Things*, vol. 11, 2020, 100204. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100204>.



## Cultiver une culture organisationnelle de la cybersécurité

La technologie seule ne suffit pas à protéger une organisation. Les comportements des collaborateurs, souvent perçus comme des points faibles, peuvent au contraire constituer une ligne de défense supplémentaire si une culture de la cybersécurité est efficacement implantée<sup>22</sup>. Cela exige des campagnes de sensibilisation continues, des formations adaptées aux risques spécifiques de chaque poste et la mise en place de processus simples et intuitifs pour encourager l'adhésion des employés. Une culture organisationnelle forte permet de transformer chaque collaborateur en acteur clé de la défense cybernétique.



## Renforcer les écosystèmes collaboratifs pour une cybersécurité collective

La cybersécurité dépasse les frontières organisationnelles et nécessite une coopération entre acteurs privés, institutions publiques et chercheurs. Les entreprises doivent s'impliquer dans des initiatives sectorielles et intersectorielles pour partager des informations sur les menaces, mutualiser les ressources et coconstruire des standards de sécurité<sup>23</sup>. Des plateformes collaboratives, soutenues par des régulateurs, permettent de répondre aux cybermenaces de manière systématique, renforçant ainsi la résilience collective.

<sup>22</sup> Gold, A. H., Malhotra, A., & Segars, A. H., « Knowledge Management : An Organizational Capabilities Perspective », *Journal of Management Information Systems*, n° 18 (1), 2001, pp. 185-214. <https://doi.org/10.1080/07421222.2001.11045669>.

<sup>23</sup> Adner, R., « Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem », *Harvard Business Review*, April 2006. <https://hbr.org/2006/04/match-your-innovation-strategy-to-your-innovation-ecosystem>.

# En pratique

*L'adoption des technologies de cloud computing<sup>24</sup> par les entreprises suisses constitue un exemple marquant d'adaptation et de résilience face à des environnements incertains*

**L**e passage au *cloud*, bien qu'**attractif en termes de flexibilité et de réduction des coûts**, s'accompagne de **risques notables**, notamment en matière de sécurité des données, de conformité réglementaire et de continuité des opérations. Cet exemple développé par Nathalie Brender et Iliya Markov<sup>25</sup> démontre que, face à ces défis, les entreprises suisses ont su adopter une position pragmatique, axée sur la gestion proactive des risques et une approche contextualisée.

Un des exemples étudiés montre ainsi comment une banque suisse, opérant une salle de marché connectée à des bourses mondiales, a exploré l'externalisation complète de son infrastructure IT vers un fournisseur de *cloud*.

Consciente des contraintes imposées par la régulation locale et des exigences élevées en matière de sécurité et de disponibilité, la banque a conduit une analyse approfondie des risques. Cette démarche a permis d'identifier des me-

**“L’adaptation à des technologies complexes repose sur une compréhension des risques, une collaboration étroite avec son écosystème, et une prise de décision éclairée.”**

sures de mitigation spécifiques, telles que la mise en place d'accords de niveau de service (SLA<sup>26</sup>) robustes et le choix d'un fournisseur avec des centres de données exclusivement localisés en Suisse. Bien que la solution *cloud* ait été jugée techniquement viable, l'analyse de retour sur investissement (ROI) a cependant révélé que le projet n'était pas économiquement justifiable dans l'immédiat, démontrant **l'importance d'un bon équilibre entre innovation et pragmatisme.**

Ce cas vient également illustrer la valeur d'une stratégie proactive dans le cadre d'un écosystème interconnecté. En collaborant

**“En plaçant la résilience au cœur de leur stratégie, les entreprises peuvent atténuer leurs vulnérabilités et tirer parti des opportunités qu’offrent les nouvelles technologies.”**

étroitement avec des fournisseurs locaux, des régulateurs et des experts en cybersécurité, ces entreprises ont non seulement renforcé leur résilience face aux menaces, mais ont également développé des solutions adaptées aux particularités du contexte suisse. Ce pragmatisme a permis de garantir la continuité opérationnelle tout en naviguant dans un cadre réglementaire exigeant.

L'adaptation à des technologies complexes, comme le *cloud computing*, repose sur une compréhension fine des risques, sur une collaboration étroite avec son écosystème, et *in fine* sur une prise de décision éclairée. En plaçant la résilience au cœur de leur stratégie, les entreprises peuvent non seulement atténuer leurs vulnérabilités, mais aussi tirer parti des opportunités qu'offrent les nouvelles technologies.

<sup>24</sup> Pratique consistant à utiliser des serveurs informatiques à distance, hébergés dans des centres de données connectés à Internet pour stocker, gérer et traiter des données, plutôt qu'un serveur local ou un ordinateur personnel. (Source : Wikipédia)

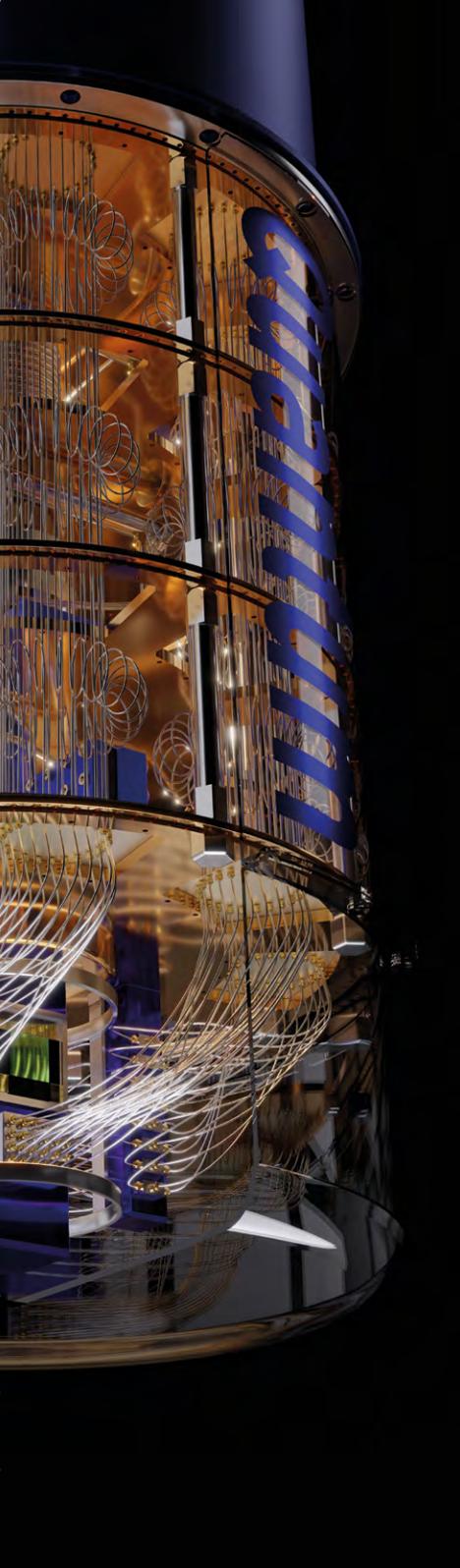
<sup>25</sup> Brender N., Markov I., « Risk Perception and Risk Management in Cloud Computing : Results from a Case Study of Swiss Companies », International Journal of Information Management, vol. 33 (5), 2013, pp. 726-733. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.05.004>.

<sup>26</sup> Le service-level agreement (SLA) est un document qui définit la qualité de service, prestation prescrite entre un fournisseur de service et un client. Sous la forme de clauses contractuelles, il précise les objectifs attendus et le niveau de service souhaité par un client de la part du prestataire et fixe les responsabilités. (Source : Wikipédia)

03

# Manager le quantique : quand la technologie devient un modèle de gestion du risque





**L'ordinateur quantique, longtemps cantonné aux laboratoires et à la spéculation théorique, amorce désormais une transition vers des applications concrètes, suscitant autant d'enthousiasme que de questionnements.**

Cette technologie, capable de défier les limites des architectures classiques grâce à des calculs exponentiellement plus rapides, représente un saut qualitatif sans précédent dans l'histoire de l'informatique. Au-delà de la prouesse technologique, elle redéfinit les cadres de notre compréhension du traitement de l'information et ouvre des horizons jusque-là inexplorés dans des domaines aussi variés que la cryptographie, l'optimisation ou la modélisation des systèmes complexes.

Pour saisir pleinement les implications de cette révolution naissante, il est impératif de comprendre ses fondements. Les principes qui sous-tendent l'informatique quantique — superposition, intrication et décohérence — ne sont

pas seulement des concepts scientifiques : ils constituent la clé pour entrevoir les possibilités qu'offre cette nouvelle

ère du calcul. Ces bases, fascinantes autant qu'abstraites, nécessitent un éclairage précis pour appréhender les trans-

formations qu'elles annoncent dans nos systèmes économiques, technologiques et sociaux.

# Quantique... quèsaco ?

*L'ordinateur quantique, souvent perçu à travers le prisme technique et scientifique, soulève des questions fondamentales pour les disciplines du management, de la stratégie et de l'innovation.*

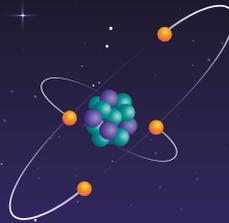
Bien que la technologie elle-même reste en phase de maturation, ses implications pour les organisations et leurs dynamiques stratégiques commencent déjà à émerger, nécessitant une réflexion en profondeur sur nos cadres conceptuels traditionnels.

## Le paradigme quantique en tant qu'analogie

Les principes fondamentaux du calcul quantique — superposition, intrication et décohérence — offrent une analogie puissante

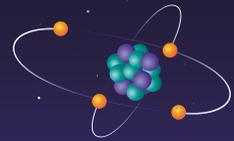
### L'intrication quantique

permet aux particules d'interagir instantanément, de n'importe quelle distance



### La superposition quantique

permet aux particules de conserver simultanément deux états



*Schéma explicatif des principes de bases de la physique quantique*

pour **repenser les pratiques managériales** face à un monde de plus en plus complexe et incertain. Loin de se limiter à une révolution technologique, **le quantique redéfinit nos cadres de réflexion et d'action, et propose un nouveau paradigme pour aborder la stratégie, la prise de décision et l'innovation.**

### **Superposition : l'art de maintenir des possibilités ouvertes**

La superposition, qui permet à une particule d'exister dans plusieurs états simultanément, constitue également, pour le manager une invitation à adopter **une posture d'exploration multiple face aux décisions stratégiques.** Contrairement à une approche linéaire où l'on choisit une option unique en écartant les autres, le management quantique valorise la **coexistence temporaire de plusieurs scénarios.** Cela permet aux organisations de **s'adapter plus rapidement** lorsque les incertitudes se résolvent.

Prenons l'exemple d'une entreprise confrontée à des transitions technologiques. Celle-ci peut simultanément développer des solutions internes, explorer des partenariats externes, et investir dans des

start-up prometteuses, sans exclure prématurément l'une de ces voies. Cette **flexibilité stratégique** reflète directement l'esprit du calcul quantique, où toutes les options sont préservées jusqu'à leur « observation » finale.

### **Intrication : valoriser l'interdépendance**

L'intrication, ce phénomène par lequel deux particules restent corrélées quelles que soient les distances qui les séparent, trouve une résonance évidente dans la vie des organisations.

Les entreprises évoluent désormais au sein d'écosystèmes complexes, où chaque décision emporte des conséquences systémiques.

Cette **interdépendance** exige de nouveaux modes de collaboration et de gouvernance. Les chaînes de valeur linéaires laissent place à des réseaux où transparence, partage des données et alignement stratégique deviennent essentiels. L'adoption, par exemple, de **l'économie circulaire** dans certaines industries repose sur une **coordination fine entre entreprises, fournisseurs et régulateurs, qui reflète en réalité la dynamique quantique d'interconnexion.**

### **Décohérence : gérer les disruptions**

La décohérence, phénomène où un système quantique est perturbé par son environnement, offre une analogie pour comprendre les disruptions auxquelles font face les organisations.

**Les chaînes de valeur linéaires laissent place à des réseaux où transparence, partage des données et alignement stratégique deviennent essentiels.**

Crises économiques, bouleversements technologiques ou tensions géopolitiques agissent comme des forces de décohérence, obligeant les entreprises à réagir et à se redéfinir. Plutôt que de craindre ces disruptions, les managers doivent au contraire les considérer comme des **catalyseurs d'innovation.**

Une organisation résiliente — ou « antifragile » — transforme les perturbations en opportunités pour pivoter, expérimenter de nouvelles approches et renforcer ses avantages compétitifs. C'est dans cette **capacité à prospérer dans l'incertain** que réside l'essence du management quantique.

Au-delà des concepts spécifiques, le calcul quantique ins-

pire une transition vers une pensée systémique. Les organisations doivent désormais aborder leurs défis comme des **systèmes dynamiques et interconnectés, où chaque action et décision influence l'ensemble**. Cela implique d'adopter une vision holistique, capable de **relier technologie, ressources humaines, stratégie économique et objectifs environ-**

**nementaux**. Cette posture, bien qu'exigeante, ouvre des perspectives inédites pour naviguer dans la complexité. Par exemple, les grandes transitions — qu'elles soient numériques, énergétiques ou sociétales — ne peuvent être abordées isolément. Elles nécessitent une approche intégrée, où chaque dimension est analysée à travers le prisme des interdépendances.

## Le risque : anticiper l'impact des usages quantiques

L'intégration du calcul quantique dans les stratégies organisationnelles repose sur une **démarche proactive** qui dépasse la simple adoption technologique. Pour le management, cela signifie identifier les secteurs où l'impact sera le plus significatif, tout en restant vigilant face aux limites actuelles de la technologie. En effet, l'ordinateur quantique, bien que prometteur, est encore loin d'une exploitation commerciale à grande échelle. Cette **phase exploratoire** impose une gestion équilibrée entre anticipation et prudence. Pour les entreprises, il s'agit de s'enga-

ger dans des projets pilotes et des collaborations stratégiques, tout en maintenant une flexibilité pour adapter leurs choix en fonction des avancées scientifiques.

La nature probabiliste du calcul quantique reflète l'incertitude inhérente aux environnements économiques actuels. Les organisations, pour naviguer dans ces contextes, doivent adopter des structures plus agiles et développer des compétences en gestion de l'ambiguïté. Cela implique **une gouvernance adaptable**, capable de tirer parti des *insights* fournis par les diffé-

rents acteurs de l'écosystème, tout en anticipant les implications éthiques et stratégiques. L'intégration de ces technologies implique une approche fondée sur l'expérimentation continue. Les entreprises doivent non seulement **développer des capacités internes**, mais aussi **s'appuyer sur des partenariats stratégiques pour combler les lacunes en matière de connaissances**.

Ces dynamiques renforcent **l'importance des laboratoires d'innovation et des structures dédiées à l'apprentissage exploratoire**.

## Vers un nouveau paradigme managérial : de la rupture technologique à la transformation culturelle

La complexité des technologies quantiques incite les entreprises à adopter **des modèles d'innovation ouverte**. Cela nécessite de mobiliser des acteurs diversifiés et de partager les données, les outils et les méthodologies de manière transparente. Ces collaborations, bien que porteuses de risques, sont essentielles pour surmonter les obstacles techniques et maximiser l'impact économique.

L'innovation quantique soulève des **questions éthiques fondamentales**. Par exemple, les avancées en cryptographie quantique pourraient menacer la **sécurité des systèmes actuels**, tandis que les nouvelles capacités d'analyse posent des enjeux de **confidentialité**. Ces problématiques exigent une réflexion collective entre acteurs publics et privés pour **encadrer l'usage de ces technologies de manière responsable**.

L'ordinateur quantique offre un prisme fascinant pour revisiter les pratiques managé-

riales et stratégiques. Il ne s'agit pas simplement d'une technologie en devenir, mais d'un catalyseur pour repenser les dynamiques organisationnelles et les interactions au sein des écosystèmes d'innovation.

**“L’ordinateur quantique est un catalyseur pour repenser les dynamiques organisationnelles et les interactions au sein des écosystèmes d’innovation.”**

En effet, la conséquence majeure est que cette technologie **redéfinit les chaînes de valeur dans des domaines aussi nombreux que différents comme l'optimisation logistique, la finance, la cybersécurité ou encore la recherche pharmaceutique** et qui pourraient connaître des transformations radicales.

Cette reconfiguration impose aux entreprises de repenser leurs modèles économiques et d'intégrer les technologies quantiques dans leurs propositions de valeur.

Pour les managers, intégrer cette rupture implique d'adopter **une posture proactive** : explorer les potentialités tout en s'armant de résilience face aux incertitudes.

Pour les chercheurs, le défi est d'articuler les implications techniques avec des cadres conceptuels robustes, capables de guider les organisations dans cette nouvelle ère.

Cette transition ne sera pas linéaire. Elle exige **un équilibre délicat entre exploration et structuration, entre flexibilité et gouvernance**. Mais c'est précisément dans cette tension que réside le potentiel du calcul quantique : **transformer la complexité en opportunité, et l'incertitude en source d'innovation**.

**L'ordinateur quantique  
représente une  
avancée technologique  
majeure, capable  
de transformer  
profondément des  
domaines aussi variés  
que la cryptographie,  
la logistique  
ou encore la recherche  
scientifique**



**Michel  
Kurek**  
CEO France,  
Multiverse Computing

*Cependant, son potentiel ne peut être pleinement réalisé qu'en adoptant une posture managériale proactive et en intégrant ces technologies dans des écosystèmes d'innovation élargis. Michel Kurek, directeur de Multiverse Computing, met en évidence l'importance pour les entreprises de naviguer dans cette phase exploratoire en investissant dans des partenariats stratégiques, en développant des capacités internes et en adoptant des approches expérimentales. Ces réflexions démontrent comment cette rupture technologique, lorsqu'elle est anticipée avec stratégie et résilience, peut devenir un levier de différenciation et de transformation organisationnelle.*



**L**es technologies quantiques constituent l'une des avancées technologiques les plus prometteuses du XXI<sup>e</sup> siècle. Elles s'inscrivent dans le prolongement de travaux entamés il y a plusieurs décennies et sont aujourd'hui au cœur de la deuxième révolution quantique. Celle-ci s'articule autour de **trois axes principaux : les capteurs quantiques (métrologie), les communications quantiques (y compris la cryptographie) et l'informatique quantique.**

Bien que partageant des principes scientifiques communs, ces technologies sont à des stades de maturité très différents, certaines étant déjà proches d'applications industrielles concrètes, tandis que d'autres sont encore au stade de la recherche et du développement. Récemment, on observe une attention particulièrement importante portée sur ces technologies, notamment par la publication de rapports à destination du grand public et des décideurs pour mesurer l'impact de ces dernières dans des domaines aussi divers que la recherche fondamentale, la communication, l'énergie, et la sécurité.

Parmi les applications les plus prometteuses, les **capteurs quantiques ultra-sensibles** occupent une place particulière. Ces capteurs peuvent **mesurer des paramètres environ-**

**nementaux, tels que la température, la pression ou encore les vibrations à l'échelle atomique, avec une précision inégalée.** Ils offrent des opportunités intéressantes, allant de la localisation dans des environnements sans GPS à la détection de variations géophysiques, ce qui les rend utiles pour des usages tant civils que militaires.

Par exemple, des capteurs gravitationnels ont été utilisés pour suivre les couches magmatiques en mouvement avec une grande précision, permettant de **surveiller l'activité volcanique et d'anticiper des éruptions.** Ces capteurs représentent une technologie stratégique pour l'avenir, avec des **applications dans la navigation (géodésie), la géophysique, et même la médecine,** comme l'utilisation de nanodiamants pour des mesures non invasives de paramètres biologiques.

**“Les technologies quantiques constituent l'une des avancées technologiques les plus prometteuses du XXI<sup>e</sup> siècle.”**

Un autre enjeu majeur est celui de la **cryptographie et de la sécurité des communications**. L'avènement de l'informatique quantique remet en question les schémas de chiffrement asymétriques traditionnels, tels que RSA<sup>27</sup>. L'algorithme de Shor, conçu en 1994, est capable de casser ces systèmes de cryptographie asymétrique, menaçant ainsi la sécurité des communications numériques actuelles.

**“Les ordinateurs quantiques peuvent résoudre des problèmes d’une complexité inatteignable pour les machines classiques, notamment en optimisation, en simulation de systèmes moléculaires ou encore en cryptanalyse.”**

Bien que l'ordinateur quantique nécessaire pour exécuter cet algorithme à grande échelle n'existe pas encore, le développement rapide de ces technologies a incité la communauté scientifique à développer des proto-

coles de cryptographie post-quantique (PQC), **capables de résister aux futures attaques quantiques**. Des initiatives telles que la normalisation des protocoles PQC par le National Institute of Standards and Technology (NIST) visent à garantir la sécurité des systèmes de communication face à ces nouvelles menaces.

En parallèle, les communications quantiques sécurisées (*Quantum Key Distribution ou QKD*) constituent un autre domaine clé. En utilisant les principes de l'intrication, il est possible de **détecter immédiatement toute tentative d'interception d'un message**.

Cette sécurité inconditionnelle repose sur les lois de la mécanique quantique, en particulier le **principe de non-clonage**, qui empêche la copie d'un état quantique sans le perturber. Des initiatives, comme celles de la Chine avec des satellites quantiques permettant la transmission de clés de chiffrement inviolables, montrent que des avancées concrètes sont déjà en cours. Ces systèmes de communication sont envisagés comme une solution viable pour garantir des **transmissions de données totalement sûres**, tant pour les usages civils que militaires.

<sup>27</sup> Le chiffrement RSA (nommé par les initiales de ses trois inventeurs) est un algorithme de cryptographie asymétrique, très utilisé dans le commerce électronique, et plus généralement pour échanger des données confidentielles sur Internet. (Source : Wikipédia)

<sup>28</sup> Système quantique à deux niveaux, qui représente la plus petite unité de stockage d'information quantique. (Source : Wikipédia)

## *Michel Kurek*

Michel Kurek est directeur général de Multiverse Computing, leader européen dans le développement d'applications logicielles quantiques. Après une carrière de vingt-cinq ans au sein des banques d'investissement des groupes Crédit Agricole puis Société Générale, il s'est passionné pour les technologies quantiques depuis quatre ans.

Michel Kurek est diplômé de l'École polytechnique, de l'ENSIMAG et de l'ESSEC.



Enfin, l'informatique quantique représente un troisième domaine majeur, avec le potentiel de révolutionner le traitement de l'information. En exploitant des phénomènes tels que la superposition et l'intrication, les ordinateurs quantiques peuvent, en théorie, résoudre des problèmes d'une complexité inatteignable pour les machines classiques, notamment en optimisation, en simulation de systèmes moléculaires ou encore en cryptanalyse.

Le développement de l'informatique quantique est **freiné par plusieurs défis techniques, notamment la correction d'erreurs**. Les qubits<sup>28</sup>, en raison de leur grande sensibilité, sont sujets à des erreurs causées par des phénomènes de décohérence. Pour maintenir un état quantique stable, les ordinateurs quantiques doivent être maintenus à des températures extrêmement basses, proches du zéro absolu, ce qui rend leur **utilisation coûteuse et difficile à généraliser**. Pourtant, la correction d'erreurs est essentielle pour **assurer la fiabilité des systèmes**.

Actuellement, les technologies de capteurs quantiques ou liées aux communications quantiques sont davantage avancées sur l'échelle de maturité technologique que les ordinateurs quantiques eux-mêmes.

Un autre axe de recherche particulièrement prometteur est **l'intégration de l'intelligence artificielle avec le quantique**.

Les **algorithmes d'apprentissage automatique** pourraient tirer parti des capacités de calcul massivement parallèles des qubits, grâce à la superposition et à l'intrication, pour améliorer leur rapidité et leur efficacité dans la résolution de problèmes complexes.

**“L'enjeu est de parvenir à une synergie entre les approches classiques et quantiques pour exploiter pleinement leurs capacités respectives.”**

Cependant, il reste nécessaire de prouver un avantage quantique clair, c'est-à-dire de démontrer que l'ordinateur quantique est capable d'obtenir des résultats meilleurs ou plus rapidement qu'un système classique, et ce, de manière économiquement viable. **L'enjeu est de parvenir à une synergie entre les approches classiques et quantiques pour exploiter pleinement leurs capacités respectives.**

Enfin, il est essentiel de souligner que **l'informatique quantique ne remplacera pas les technologies classiques, mais complétera.** Les systèmes quantiques coexisteront avec les systèmes traditionnels pour traiter des problèmes jusqu'ici insolubles, tels que la modélisation moléculaire en chimie, l'optimisation de

chaînes logistiques ou la résolution de problèmes mathématiques à grande échelle. Cette complémentarité entre l'informatique classique et quantique est la clé de l'avenir de l'innovation. Pour garantir le succès de cette transformation, il est nécessaire de développer des technologies robustes et accessibles, tout en veillant à leur adoption sécurisée et à leur intégration dans des environnements industriels diversifiés.

Les technologies quantiques, avec leurs applications en cryptographie, communication et capteur et informatique représentent une véritable révolution dans la gestion de l'information.

**“Cette complémentarité entre l'informatique classique et quantique est la clé de l'avenir de l'innovation.”**

Cependant, son développement exige **une coopération accrue entre les secteurs académique, industriel et gouvernemental**, ainsi qu'une anticipation des défis de sécurité et de scalabilité, afin d'assurer un avenir où ces technologies bénéficieront à la société dans son ensemble.



## Enseignements \_\_\_\_\_



### Créer un accès privilégié aux écosystèmes d'innovation quantique

Le quantique est un domaine où les compétences et les ressources sont concentrées. Engagez des partenariats stratégiques avec des start-up, des laboratoires de recherche et des grands acteurs technologiques pour mutualiser l'accès à ces innovations. La participation active à des consortiums et programmes sectoriels est essentielle pour ne pas rester à la traîne.



### Protéger votre organisation contre les ruptures cryptographiques

Adoptez une posture de défense proactive en cybersécurité. Évaluez votre exposition aux vulnérabilités futures liées au quantique et engagez dès maintenant un plan de migration vers de futures solutions cryptographiques résistantes au calcul quantique. La cybersécurité sera l'un des premiers champs d'application disrupté.



## Aligner la gouvernance technologique avec les ambitions stratégiques

La mise en œuvre du quantique nécessite un alignement clair entre la direction générale, les équipes technologiques et les parties prenantes externes. Placez le calcul quantique sous une gouvernance stratégique qui garantit des choix alignés sur vos priorités à moyen et long terme, tout en contrôlant les risques d'investissement excessif ou mal orienté.



## Définir une posture proactive sur les régulations émergentes

Prenez part aux discussions réglementaires dès aujourd'hui pour anticiper les normes à venir et influencer leur formulation. Votre engagement dans ces débats, que ce soit au niveau local ou international, vous permettra de transformer les contraintes en opportunités et d'éviter des adaptations coûteuses à la dernière minute.

04

# Limiter le risque par l'innovation en éco- système





**L'innovation en écosystème constitue un concept dont l'essor contribue à redéfinir la manière dont les entreprises conçoivent leurs modèles économiques et collaborent avec leurs partenaires.**

**F**ace à la complexité croissante des risques et des menaces auxquels elles se trouvent exposées, les organisations ne peuvent plus se contenter de fonctionner en silos.

L'émergence des écosystèmes d'innovation, qui rassemblent des acteurs variés autour d'un objectif commun, permet dès lors de résoudre des problématiques complexes en associant compétences, technologies et ressources.

# L'innovation ne vient jamais seule

*Alors même que les frontières entre les disciplines, les secteurs et les approches tendent à s'estomper, la notion d'écosystème d'innovation s'impose comme un modèle clé pour comprendre et transformer les processus de création de valeur.*

Ce cadre d'analyse, qui dépasse les logiques traditionnelles de filière ou de chaîne de valeur, invite à **repenser les dynamiques collaboratives, les structures organisationnelles et les mécanismes de gouvernance**. Il est alors nécessaire d'adopter une posture à la fois itérative et exploratoire pour la construction de ces écosystèmes.

Car, c'est une évidence, les écosystèmes ne se décrètent pas, ils émergent par une combinaison de volontés partagées, d'expérimentations concrètes et de convergences progressives entre des acteurs hétérogènes. Ces acteurs, souvent éloignés des chaînes

de valeur traditionnelles, se retrouvent autour d'une proposition de valeur commune, qui peut être une technologie de rupture, un usage inédit ou encore un modèle économique novateur.

## Comment aligner des organisations aux regards divergents ?

L'un des défis fondamentaux réside dans la **coordination des parties prenantes**. La **gouvernance** joue ici un rôle essentiel. Si certains écosystèmes s'organisent autour d'un acteur dominant, d'autres privilégient une approche plus horizontale, où la coopération prime sur la compétition. Ce choix n'est jamais neutre : il

façonne la manière dont les ressources, les responsabilités et la valeur sont distribuées. L'innovation en écosystème nécessite également **une transparence accrue dans les échanges**, notamment autour des données. Ces dernières, perçues non plus comme des actifs stratégiques individuels mais comme des **leviers de connaissance collective**, deviennent essentielles pour établir la confiance et faciliter l'engagement des acteurs.

Cette dynamique est particulièrement visible dans des secteurs comme l'hydrogène ou la *blockchain*<sup>29</sup>, où les données servent autant à valider les hypothèses qu'à nourrir les processus d'apprentissage.

## Penser au-delà des silos : vers une organisation renouvelée

Les entreprises engagées dans des dynamiques écosystémiques doivent souvent revoir leurs propres structures internes. Le désilotage des fonctions et l'**intégration des logiques collaboratives à tous les niveaux** sont devenus des impératifs. Ce processus ne se limite pas à des ajustements organisationnels, mais suppose une **transformation culturelle profonde**, où l'apprentissage, l'expérimentation et la flexibilité deviennent les maîtres-mots.

Le rôle des directions générales est ici crucial : ce sont elles qui orchestrent ces transformations, en mobilisant non seulement des ressources internes, mais aussi des partenaires extérieurs, comme les start-up.

Ces dernières, bien qu'innovantes, se heurtent souvent à des difficultés lors du passage à l'échelle, notamment en raison des contraintes réglementaires ou des incompatibilités avec les processus internes des grandes entreprises. L'accompagnement de ces start-up, dès le début de leur collaboration, est essentiel pour

maximiser leur potentiel et assurer leur intégration dans l'écosystème.

## La technologie comme catalyseur et défi

Certaines technologies disruptives redessinent les contours de l'innovation en écosystème. Elles introduisent de nouveaux modèles de gouvernance, plus horizontaux, et favorisent un partage de la valeur plus équitable.

Cependant, ces technologies bouleversent aussi les équilibres établis, en remettant en question les logiques de pouvoir traditionnelles et en exigeant des **adaptations rapides** de la part des acteurs impliqués.

L'exemple des approches fondées sur la *blockchain* illustre bien cette dualité. D'une part, ces technologies permettent une meilleure transparence et une gouvernance décentralisée. D'autre part, elles introduisent des défis complexes, notamment en termes de régulation et d'alignement des pratiques.



<sup>29</sup> Une blockchain, ou « chaîne de blocs » en français, est une technologie numérique de stockage et de transmission d'informations sans autorité centrale, mise au point pour le système Bitcoin puis élargie à d'autres usages. (Source : Wikipédia)

## Pour une réflexion collective

L'innovation en écosystème dépasse les considérations sectorielles. Elle engage **une réflexion globale sur les relations entre entreprises, chercheurs et autres parties prenantes**. En ce sens, elle constitue un espace de convergence entre des visions théoriques et des pratiques concrètes, entre des dynamiques locales et des perspectives globales.

Dans ce cadre, il ne s'agit pas seulement de relater des expériences ou des rencontres, mais d'en extraire des enseignements qui résonnent au-delà des contextes spécifiques. Ce positionnement invite à **transformer les idées en leviers d'action, tout en favorisant un dialogue permanent entre les mondes de l'entreprise et de la recherche**.

La richesse de ces enseignements ne réside pas uniquement dans les solutions identifiées, mais dans les questionnements qu'ils suscitent : Comment concilier flexibilité et structuration ? Quels rôles pour les différents acteurs dans la gouvernance des écosystèmes ? Et, surtout, comment

transformer ces dynamiques en moteurs durables d'innovation et de création de valeur ?

L'innovation en écosystème représente une évolution majeure dans la manière de gérer l'innovation et de relever les défis complexes de notre époque. En s'appuyant sur des modèles collaboratifs, les écosystèmes permettent de **mutualiser les ressources et les compétences tout en créant des solutions novatrices** adaptées à des contextes variés. Cependant, leur succès repose sur des conditions clés : une gouvernance claire, une transparence dans le par-

tage des données, une phase exploratoire bien structurée et une intégration efficace des partenaires dans un cadre réglementaire adapté.

Ce modèle d'innovation collaborative n'est pas exempt de défis, mais il constitue une réponse pertinente aux exigences d'un monde en mutation rapide. En réussissant à aligner les intérêts des différents acteurs et à favoriser un environnement propice à l'expérimentation et à l'apprentissage, les écosystèmes d'innovation peuvent devenir un vecteur puissant de transformation économique et sociale.

**Les écosystèmes ne se décrètent pas, ils émergent par une combinaison de volontés partagées, d'expérimentations concrètes et de convergences progressives entre des acteurs hétérogènes.**





**L'innovation  
en écosystème,  
par nature,  
repose sur une  
coordination fine  
entre les différents  
acteurs impliqués,  
qu'ils soient  
industriels,  
technologiques  
ou institutionnels**



**Marc  
Alochet**

*Chercheur en sciences de gestion,  
École polytechnique*

*Cette réflexion prend tout son sens dans le secteur automobile, où la transition vers une mobilité durable suppose une réinvention complète des chaînes de valeur et des modèles d'innovation. Marc Alochet, chercheur à l'École polytechnique, illustre ces dynamiques à travers les défis liés à l'électrification, à la connectivité et à la mobilité as-a-service.*

*Ces transformations ne peuvent se limiter à des initiatives isolées. Elles nécessitent une approche systémique et collaborative où les entreprises doivent dépasser leurs logiques de silos pour s'aligner sur des objectifs communs, comme la réduction de l'empreinte environnementale et l'amélioration de l'accès à la mobilité.*



*Dans ce cadre, l'écosystème automobile devient un laboratoire d'expérimentation unique, démontrant que l'innovation collaborative, bien qu'exigeante, constitue une réponse pragmatique et résiliente aux enjeux d'aujourd'hui.*

L'industrie automobile est un parfait exemple de l'importance de l'innovation en écosystème. Dans la nécessité de sélectrifier, l'ensemble des acteurs de la mobilité s'organisent afin de répondre au **défi climatique**. Pour cela, l'industrie doit faire face à trois challenges : l'électrification des véhicules (connectivité), le véhicule autonome et la mobilité *as-a-service*. La contrainte environnementale implique une reconsidération du paradigme de la mobilité vers un écosystème où la voiture n'est plus l'acteur central.

Cependant la **transition vers une mobilité décarbonée** n'est pas encore performante, de nombreux obstacles se dressent comme la technicité, la rareté des matières premières ou encore la législation. Si nous prenons l'exemple du moteur, le moteur thermique est particulièrement maîtrisé par les pays occidentaux puisque le processus de production et d'innovation suit une chaîne de valeur traditionnelle.

Pour le moteur électrique cela se complique, car même si ce dernier ressemble fortement à un moteur thermique, l'utilisation ou la réutilisation de la chaîne de valeur traditionnelle a pour conséquence de mettre en tension les acteurs de cet écosystème.

**“Les entreprises doivent dépasser leurs logiques de silos pour s'aligner sur des objectifs communs.”**

Face à ce défi, certains équipementiers automobiles peinent à se repositionner, ou alors le font de manière très risquée en s'engageant dans des technologies qui n'ont pas encore démontré leur efficacité, comme l'hydrogène par exemple. La chaîne de valeur traditionnelle est particulièrement secouée puisque le véhicule électrique n'implique pas uniquement

un changement de produit, mais bien un **renversement systémique qui entraîne, par conséquent, une évolution des usages.**

Nous retrouvons, dans ce cas, trois types d'acteurs fondamentaux :

**1 — La charge** : avec des énergéticiens et des opérateurs de postes de recharge ;

**2 — La chaîne de traction** : le véhicule électrique suppose de revoir la conception du châssis des véhicules ;

**3 — Le fournisseur de batterie** : qui fait appel à des électrochimistes.

## “Face aux innovations touchant au composant crucial qu’est la batterie, le secteur de la mobilité est obligé de revoir sa stratégie.”

Même si les véhicules thermiques étaient déjà équipés de moteurs électriques (lave-glace, vitres, etc.), la composition des véhicules électriques implique d'emporter un nombre important de convertisseurs,

de chargeurs, de connecteurs et d'onduleurs. Ces acteurs spécifiques à l'électrique n'étaient absolument pas présents initialement dans l'écosystème de la voiture. La question qui se pose est donc de savoir comment les intégrer dans cet écosystème ? Est-ce qu'il faut réaliser une chaîne de valeur étendue, c'est-à-dire garder l'écosystème actuel mais le prolonger pour y intégrer les nouveaux acteurs (ce qui d'ailleurs soulève une autre question de la place hiérarchique que nous leur donnons) ? Ou est-ce que l'on revoit complètement notre écosystème en abolissant toute valeur hiérarchique puisque chaque production mise en commun produit de la valeur ?

Face aux innovations touchant au composant crucial qu'est la batterie, le secteur de la mobilité est obligé de revoir sa stratégie. Initialement, les acteurs installés de longue date dans l'écosystème prévoyaient que le pack batterie soit directement intégré et géré par le constructeur. Néanmoins, la Chine a privilégié une autre stratégie, se reposant sur des acteurs qui maîtrisaient déjà la technologie en proposant de dépasser **l'un des inconvénients de l'électrique : la recharge**. Le *battery swapping*<sup>30</sup> est né de ces constructeurs de batteries

<sup>30</sup> Ou échange de batterie. Processus de remplacement de batterie utilisé pour les véhicules électriques. Au lieu de recharger la batterie à l'intérieur du véhicule, elle est retirée et remplacée par une batterie complètement chargée. (Source : E-GAP)

## Marc Alochet

Ingénieur de formation, Marc Alochet a fait toute sa carrière dans l'industrie et la majeure partie de celle-ci s'est déroulée au sein de l'ingénierie d'un constructeur automobile. En 2017, il a rejoint le Centre de recherche en gestion de l'École polytechnique pour y réaliser une thèse en sciences de gestion qu'il a soutenue fin 2020 (« Rupture technologique et dynamique d'une industrie : la transition vers l'électromobilité »). Depuis, il poursuit des travaux centrés sur les grandes évolutions de l'industrie automobile mondiale liées aux effets combinés de la transition vers une mobilité décarbonée, aux nouveaux usages de la mobilité et à l'apparition des véhicules autonomes rendus possibles par le développement rapide de la digitalisation et de l'intelligence artificielle.



qui ont la particularité d'être spécificateurs de la manière dont on intègre leur produit dans le véhicule. Ces derniers ont donc partagé leur rôle d'intégrateur avec un autre acteur qui crée de la valeur dans une **logique écosystémique qui invite naturellement à revoir le business model** (notamment par la location de batterie).

**“Le battery swapping a la particularité d'être spécificateur de la manière dont on intègre le produit dans le véhicule.”**

La mobilité *as-a-service* semble être une porte de sortie pour les acteurs traditionnels puisque cette logique requiert des acteurs locaux qui sont déjà maîtres d'ouvrage selon une logique de système de mobilité à isoproduits (produit caractérisé par un isocoût). L'idée est de fédérer une communauté autour de l'usage, pour cela nous pouvons prendre l'exemple du *car sharing*. L'autopartage, ou *car sharing*, implique la mise en commun de véhicules par un organisme gestionnaire de véhicules moyennant un coût. L'une des difficultés inhérentes au *car sharing* touche à l'équipement nécessaire à cet usage. En effet, il faut équiper le véhicule d'un système de déverrouillage des portes personnalisé, d'un système de mesure des données, de transmission, etc.

Afin de répondre à cette problématique, les constructeurs disposent de deux solutions :

— Soit le constructeur réalise ces modifications et supporte le coût à lui seul dans un circuit fermé ;

— Soit le système est ouvert permettant à l'ensemble des opérateurs de supporter les coûts de ce service.

Dans le premier cas, l'investissement est lourd mais la marge sera plus importante tandis que dans le second cas le coût est divisé ainsi que les revenus mais le système est résilient, car les acteurs se seront organisés pour faire face à la demande actuelle et seront avertis pour toute adaptation future.

**“L’aspect législatif entre en jeu en faisant des autorités locales une partie prenante incontournable mais aussi pour apporter encore plus de valeur au service en proposant des places de stationnement privilégiées pour les véhicules d’autopartage par exemple.”**

Cela est d'autant plus important que l'aspect législatif entre en jeu en faisant des autorités locales une partie prenante incontournable — ne serait-ce que pour autoriser les pratiques, mais aussi pour apporter encore plus de valeur au service en proposant des places de stationnement privilégiées pour les véhicules d'autopartage par exemple.

**L'intégration des données constitue aujourd'hui un levier stratégique fondamental pour transformer les systèmes de mobilité.** Les solutions embarquées, conçues pour collecter et analyser des informations en temps réel, permettent une gestion optimisée des flottes, une meilleure anticipation des zones de forte demande et une personnalisation accrue des services offerts aux usagers. Ces avancées technologiques transforment l'approche des opérateurs, qui peuvent désormais adapter dynamiquement leurs ressources aux besoins spécifiques des utilisateurs.

Toutefois, cette évolution s'accompagne de **choix stratégiques majeurs pour les constructeurs**. Certains privilégient une **stratégie propriétaire**, développant des systèmes technologiques internes qui garantissent un contrôle exclusif sur leurs données et services. D'autres adoptent **une approche ouverte**, misant sur des standards partagés pour **favoriser l'interopérabilité** et permettre une **collaboration élargie**

**entre les acteurs**, au sein de nouveaux écosystèmes résilients et adaptatifs.

Parallèlement à cette transformation technologique, **les autorités locales jouent un rôle déterminant dans l'émergence et le succès des nouveaux modèles de mobilité.**

En tant que régulateurs et facilitateurs, elles participent à structurer ces écosystèmes en favorisant leur acceptabilité et leur déploiement. Les municipalités, par exemple, peuvent intégrer ces solutions dans leurs **stratégies urbaines** en attribuant des

espaces de stationnement dédiés aux véhicules partagés ou en adaptant les infrastructures pour mieux répondre aux besoins des usagers. Cette **dynamique collaborative entre les secteurs public et privé** reflète une transition systémique, où les modèles fermés cèdent la place à des architectures collaboratives. Ce changement dépasse les simples enjeux opérationnels : il **redéfinit les rapports entre les acteurs économiques et institutionnels, plaçant la coopération et l'innovation partagée au cœur de la durabilité et de l'efficacité des systèmes de mobilité modernes.**

**“Les solutions embarquées, conçues pour collecter et analyser des informations en temps réel, transforment l’approche des opérateurs, qui peuvent désormais adapter dynamiquement leurs ressources aux besoins spécifiques des utilisateurs.”**



### Penser l'entreprise comme un acteur au sein d'un écosystème

L'entreprise ne peut plus se concevoir comme une entité autonome et isolée. Elle doit se positionner comme un acteur clé au sein d'écosystèmes où la valeur émerge de la collaboration entre des partenaires complémentaires<sup>31</sup>. Cela implique une reconfiguration des modèles organisationnels permettant d'intégrer des partenaires variés – start-up, institutions académiques, ONG ou régulateurs – autour de projets communs. Cette approche nécessite de redéfinir les frontières de l'entreprise pour mieux s'aligner sur les enjeux complexes et systémiques.



### Adopter une gouvernance collaborative et flexible

La réussite des écosystèmes repose sur une gouvernance élargie, capable d'équilibrer la diversité des intérêts en présence, de même que leurs éventuelles contradictions<sup>32</sup>. Une gouvernance efficace repose sur la transparence, le partage des données et une capacité d'adaptation rapide aux évolutions. Les entreprises doivent développer des structures de coordination inclusives et établir des règles communes pour fluidifier les interactions et assurer la cohérence stratégique des projets collaboratifs. La flexibilité devient ici un atout clé pour répondre à l'évolution rapide des besoins et des attentes.



### Stimuler l'innovation ouverte pour maximiser la création de valeur

Les écosystèmes sont des catalyseurs puissants d'innovation, notamment grâce à la mise en commun des expertises et des ressources. Les entreprises doivent encourager des partenariats expérimentaux et des initiatives d'innovation ouverte, en collaborant avec des start-up, des universités et d'autres acteurs<sup>33</sup>. Ces collaborations permettent de mutualiser les risques tout en explorant des solutions disruptives, que ce soit dans les modèles d'affaires, les processus de production ou les technologies émergentes. En s'ouvrant à des approches non conventionnelles, les organisations peuvent se positionner à l'avant-garde des transformations sectorielles.



## Aligner les objectifs écologiques et économiques au sein des écosystèmes

Les écosystèmes doivent répondre à des enjeux globaux tels que la durabilité et la transition énergétique. Les entreprises ont tout intérêt à intégrer des pratiques respectueuses de l'environnement et des objectifs de réduction de l'empreinte carbone dans leurs collaborations. Cela passe par l'adoption de modèles circulaires, la recherche de solutions éco-conçues et la mise en place de chaînes de valeur transparentes et traçables. Les écosystèmes qui alignent objectifs économiques et environnementaux bénéficient d'une légitimité accrue auprès des parties prenantes et des consommateurs<sup>34</sup>.



## Créer des plateformes d'échange pour favoriser la confiance

La réussite des écosystèmes repose sur la capacité des acteurs à collaborer efficacement<sup>35</sup>. Cela nécessite des plateformes d'échange qui favorisent la transparence, la communication et la confiance mutuelle. Ces espaces collaboratifs, qu'ils soient physiques ou numériques, permettent aux partenaires de partager des informations sensibles, d'aligner leurs efforts et d'accélérer le développement de solutions communes. En investissant dans ces outils et infrastructures, les entreprises renforcent leur position au sein de l'écosystème et stimulent la création de valeur collective.

<sup>31</sup> Ben Mahmoud-Jouini S., Charue-Duboc F., « Enhancing Discontinuous Innovation through Knowledge Combination : The Case of an Exploratory Unit within an Established Automotive Firm », *Creativity and Innovation Management*, vol. 17 (2), May 2008, pp. 95-168.

<sup>32</sup> Zollo, M., Reuer, J., Singh, H., « Interorganizational Routines and Performance in Strategic Alliances », *Organization Science*, n° 13 (2), 2002, pp. 701-713.

<sup>33</sup> Chesbrough H., *Open Innovation : The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business Press, 2003.

<sup>34</sup> Birkinshaw J., Gibson C., « Building Ambidexterity Into an Organization », *MIT Sloan Management Review*, June 2004.

<sup>35</sup> Wenpin T., Ghoshal S., « Social Capital and Value Creation : The Role of Intra-firm Networks », *The Academy of Management Journal*, vol. 41 (4), 1998, pp. 464-76. JSTOR.

# En pratique

*L'exemple du projet Dacia Spring<sup>36</sup> offre un témoignage concret et pertinent sur l'innovation en écosystème, soulignant les avantages de la coopération entre entreprises pour la définition de réponses à des enjeux complexes.*

Dans un contexte où réglementations publiques et impératifs sociétaux tendent à transformer les marchés, ce projet illustre comment une stratégie collaborative peut générer des solutions innovantes et adaptées à des contextes locaux tout en respectant une ambition globale.

Conçu initialement pour le marché chinois dans un environnement fortement structuré par des régula-

tions locales sur les véhicules électriques, le projet repose sur une coentreprise entre Renault, Dongfeng et Nissan.

Cette coopération a permis de **combiner les forces**

**des trois acteurs dans le but de développer une solution adaptée aux spécificités du marché chinois** : un véhicule électrique à bas coût et répondant aux standards stricts du gouvernement chinois.

**“Une stratégie collaborative peut générer des solutions innovantes et adaptées à des contextes locaux tout en respectant une ambition globale.”**

Ce projet s'est avéré exemplaire dans la manière dont il a su intégrer **une chaîne de valeur localisée, mobiliser des fournisseurs locaux et créer un cadre organisationnel flexible et autonome.**

Les bénéfices de cette approche en écosystème sont multiples. Tout d'abord, elle a permis à Renault de réduire drastiquement les coûts de production, grâce à la mutualisation des investissements et à une intégration locale optimisée.

Ensuite, la collaboration multiculturelle et l'implication directe des parties prenantes locales ont renforcé la pertinence et la compétitivité du produit sur son marché cible. Enfin, ce projet a démontré qu'**il est possible de transférer les apprentissages et**

**“La collaboration multiculturelle et l'implication directe des parties prenantes locales ont renforcé la pertinence et la compétitivité du produit sur son marché cible.”**

**les innovations issues d'un contexte local vers d'autres marchés,** comme l'Europe, où le Dacia Spring a connu un succès commercial significatif.

Cet exemple montre que l'innovation en écosystème dépasse la simple addition de compétences. Elle repose sur la capacité des partenaires à **s'adapter aux contraintes locales tout en poursuivant une vision globale.** Pour les

entreprises, il s'agit d'une leçon essentielle : en collaborant au sein d'un écosystème dynamique et bien orchestré, elles peuvent **transformer des défis en opportunités stratégiques, s'ouvrir à de nouveaux marchés et renforcer leur résilience face à l'incertitude.**

<sup>36</sup> Midler, C., Alochet, M., « L'odyssée de Spring : manager des stratégies d'innovation globale dans un monde fragmenté et instable », *Annales des Mines - Gérer & comprendre*, n° 153 (3), 2023, pp. 35-48. <https://doi.org/10.3917/geco1.153.0035>

# Le risque est-il réellement risqué ?

*Le risque ne saurait se réduire à une simple menace, plus ou moins probable, qu'il s'agirait de parer. Il est le reflet d'un environnement en constante mutation, où les incertitudes systémiques, les ruptures technologiques, et les tensions géopolitiques redéfinissent continuellement les priorités des organisations.*

**S** i le risque peut légitimement être perçu comme un facteur de déstabilisation, il est également **porteur d'opportunités pour les entreprises capables d'en saisir les dynamiques pour en faire un levier stratégique.**

Historiquement, la gestion du risque s'est souvent limitée à la prévention et au contrôle d'éventuelles conséquences négatives. Les organisations s'attachaient alors à construire

des systèmes robustes, destinés à résister aux perturbations. Cette approche strictement défensive a cependant montré ses limites à mesure qu'interconnexions et interdépendances gagnaient en intensité. Les risques contemporains — qu'ils concernent les matières premières, la cybersécurité, ou encore les révolutions technologiques comme le calcul quantique — nécessitent une posture différente où il ne s'agit plus simplement

de survivre à la possibilité d'une menace, mais d'embrasser le principe même d'incertitude pour, *in fine*, y prospérer.

Les matières premières offrent une parfaite illustration de cette dialectique unissant désormais la contrainte et l'opportunité. Alors que les tensions sur les chaînes d'approvisionnement mettent en lumière des vulnérabilités systémiques, elles invitent également à **repenser les modèles**

**traditionnels.** Les entreprises sont appelées à diversifier leurs sources d'approvisionnements, à intégrer des stratégies d'économie circulaire et enfin à collaborer au sein d'écosystèmes élargis. Ces réponses, bien qu'exigeantes, permettent de **transformer une dépendance en moteur d'innovation**, en alignant au passage la résilience économique sur les impératifs environnementaux.

Dans le domaine de la cybersécurité, le risque n'est cette fois plus une variable exogène à contrôler, mais un **facteur intégré à la stratégie organisationnelle**. Les attaques cybernétiques, de plus en plus fréquentes et sophistiquées, exigent des organisations qu'elles réinventent leurs modèles de résilience.

**La cybersécurité devient donc un levier d'innovation, où la confiance et la transparence sont placées au cœur d'écosystèmes collaboratifs.** Elle incite les entreprises à dépasser la logique de la protection isolée pour adopter une approche collective, mobilisant des ressources partagées et des mécanismes de coordination transversaux.

Le calcul quantique illustre, quant à lui, une forme de risque certes plus abstraite mais tout aussi transformative dans ses implications. En redéfinissant les paradigmes de la computation et de la modélisation, cette technologie met en lumière la **nécessité d'une adaptation culturelle et organisationnelle profonde**.

Le « risque quantique » n'est pas seulement technologique : il est aussi managérial, appelant les dirigeants à adopter une pensée systémique et à anticiper les disruptions à venir, et ce avant même qu'elles n'aient révélé tout leur potentiel.

tirent **des avantages considérables**. Ces organisations développent une capacité d'adaptation supérieure, transforment les crises en opportunités, et renforcent leur position dans des marchés en constante reconfiguration. Sans constituer l'unique voie de matérialisation de cette posture, la participation à des réseaux hybrides d'acteurs mobilisés autour d'une même problématique en constitue à ce jour l'une des manifestations les plus abouties.

Ainsi, le risque n'est pas une fatalité, mais **une invitation à l'action**.

**Les entreprises qui adoptent une approche proactive – qui appréhendent le risque comme une dynamique à maîtriser, plutôt que comme une contrainte à supporter – en tirent des avantages considérables.**

Au terme de cette démonstration, il apparaît donc que le risque n'est risqué que pour les organisations qui choisissent de l'ignorer ou de le subir. À l'inverse, celles qui adoptent **une approche proactive** — qui appréhendent le risque comme une dynamique à maîtriser, plutôt que comme une contrainte à supporter — en

Il engage les entreprises à **innover, à collaborer, et à penser au-delà des cadres traditionnels**. Dans ce monde imprévisible, il ne s'agit pas de choisir entre résister au changement ou en être victime, mais de se réinventer continuellement pour faire du risque un catalyseur permanent de transformation.

## Innover face à la menace cyber

AVEC

**Nicolas Arpagian,**  
*vice-président du cabinet HeadMind Partners*

**Eric Vautier,**  
*SSI du Groupe ADP, en charge du pilotage de la cybersécurité*

---

## Les technologies quantiques

AVEC

**Béatrice Kosowski,**  
*présidente d'IBM France*

**Pierre Jaeger,**  
*Quantum Strategic Partnership Executive chez IBM quantum EMEA*

---

## Innover dans un contexte de pénurie de matières premières

AVEC

**Michaël Trabbia,**  
*directeur exécutif et CEO d'Orange Wholesale*

**Stéphane Bourg,**  
*directeur de l'OFREMI (Observatoire français des ressources minérales pour les filières industrielles)*

---

## Innover en écosystème

AVEC

**Pauline Adam Kalfon,**  
*associée PwC*

**Sihem Jouini,**  
*professeure associée d'innovation à HEC*

---

# Liste des séances et intervenants du cycle « Innover face aux risques »

# Conseil d'Orientation de l'Institut de l'Entreprise

## **Président**

Pierre-André de Chalendar

## **Conseil d'orientation**

Godefroy de Bentzmann

Philippe Besse

Jean-Marc Borello

Audrey Duval

Béatrice Kosowski

Olivier Lenel

Marie-Christine Lombard

Laurent Marquet de Vasselot

Patrice Morot

Hervé Navellou

Beñat Ortega

Stéphane Pallez

Caroline Parot

Philippe Pascal

Jean-Luc Placet

Virginie Reiss

Dominique Restino

Jacques Richier

Estelle Sauvat

Christian Schmidt de La Brélie

## **Présidents d'honneur**

Antoine Frérot

Xavier Huillard

Michel Pébereau

## **Directrice générale**

Flora Donsimoni

**Institut  
de l'Entreprise**

29, rue de Lisbonne  
75008 PARIS  
+33 (0)1 53 23 05 40

**[www.institut-entreprise.fr](http://www.institut-entreprise.fr)**

ISBN 978-2-38625-880-0



**30 €**



Institut de  
l'ENTREPRISE



*Ne pas jeter sur la voie publique*