

Explorer de nouveaux futurs par le prisme de la prise de décision collective, inspirée de concepts de la mécanique quantique

SCÉNARIO 2050

Décider & coopérer dans un monde imprévisible



CentraleSupélec

université
PARIS-SACLAY

B4 UTATIONS

SYNTHÈSE LIVRE BLANC

Janvier 2026

Le 28 novembre 2025, dans le cadre du séminaire Éthique et Responsabilité de CentraleSupélec Paris-Saclay, un atelier de prise de décision collective a réuni trente-et-un étudiants ingénieurs autour d'une question centrale : **Comment décider collectivement dans un monde imprévisible et interdépendant ?**

L'atelier, conçu et animé par Sonia EYAAN BOURDAUD, proposait une expérience immersive de construction de futurs à l'horizon 2050. Il s'est appuyé sur des métaphores issues de la physique quantique pour explorer la coexistence de plusieurs possibles, l'interdépendance des choix et la stabilisation de décisions sous contrainte.

Les travaux des étudiants ont ensuite été analysés et structurés dans un livre blanc de 70 pages.

Le présent document en propose une synthèse.

REMERCIEMENTS

Ce projet est le fruit de nombreux échanges, soutiens et inspirations.

Je souhaite exprimer ma profonde reconnaissance à Hervé ZWIRN, physicien et épistémologue, pour la qualité de ses retours, qui ont permis d'ancrer cette démarche dans un cadre intellectuel rigoureux. Monsieur ZWIRN a notamment appliqué le formalisme de la mécanique quantique au domaine de la théorie de la décision.

Un immense merci à Patrick CORSI, expert de l'innovation complexe et de la conception avancée (ancien IBM Research, Commission Européenne), pour son soutien sans faille et sa capacité à mettre le projet à l'épreuve avec justesse tout au long de son développement.

J'adresse également mes remerciements à Jean-Marc CAMELIN pour sa confiance, sans laquelle ce projet n'aurait pas pu voir le jour au sein de CentraleSupélec Paris-Saclay ; ainsi qu'à feu Anne SPASOJEVIC DE BIRÉ, dont le soutien dès mes premiers pas au sein de l'école a été déterminant et a insufflé une dynamique profondément positive.

Ma gratitude va à Valérie FERT et Thierry LORHO, mes compagnons de route, qui m'ont initiée, il y a plus de dix ans, à la combinaison de la théorie de l'information, de la théorie quantique de la décision et de la théorie de l'acteur-réseau, à travers l'IA prédictive Mileva qu'ils ont créée en 2011.

Merci à Ines DAUVERGNE et Joanne RYCKELYNCK pour leurs échanges et leurs contributions.

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement l'ensemble des étudiants pour leur engagement, leur curiosité et le sérieux avec lesquels ils se sont prêtés à l'exercice. Leurs travaux constituent la matière vivante de ce livre blanc.



CONTEXTE ET INTENTION

Nous entrons dans une ère d'incertitude permanente, marquée par des transformations profondes, simultanées :

- l'**urgence climatique** et la transition énergétique,
- l'essor rapide de l'**IA générative** et l'**automatisation du travail**,
- les **pressions économiques** et la mutation des modèles financiers,
- l'**instabilité géopolitique** croissantes,
- les **mutations sociales** et l'émergence de nouvelles attentes humaines.

Ces dynamiques ne s'additionnent pas : elles se combinent, s'amplifient et se perturbent mutuellement. Elles rendent les environnements de décision de plus en plus complexes, non linéaires et imprévisibles. Elles **transforment profondément les organisations, mais aussi les métiers, dont ceux de l'ingénierie, et du pilotage des systèmes complexes.**

C'est dans ce contexte que ce projet a pris forme. Il est né d'une conviction forte : **nous ne pouvons pas répondre à un monde imprévisible avec des modèles de pensée qui fragmentent la réalité et isolent des phénomènes interdépendants.** Il devient alors nécessaire, dès la formation, d'explorer de nouvelles manières d'appréhender la prise de décision — non pas pour éliminer l'incertitude, mais pour apprendre à composer avec elle, collectivement et de manière responsable. L'ambition est d'offrir aux participants un espace d'expérimentation leur permettant d'explorer d'autres manières de décider, d'arbitrer et de coopérer dans des contextes complexes et instables.

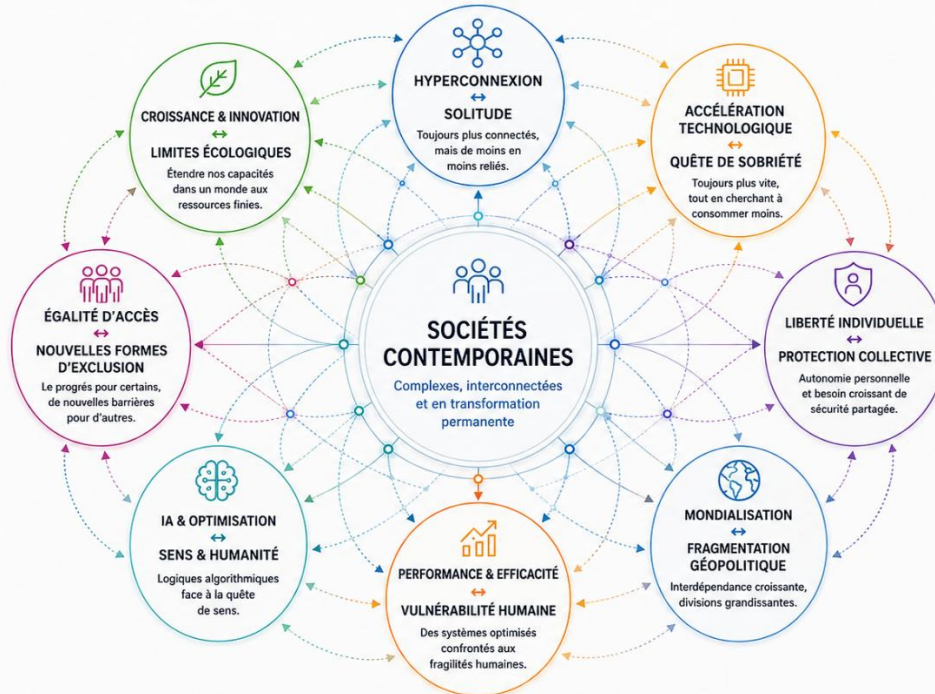
Cette démarche s'inscrit également dans la perspective de la Futures Literacy développée par Riel Miller [1]. Selon cette approche, le futur ne constitue pas un objet à prédire mais une ressource permettant de questionner nos représentations du présent, de rendre visibles nos anticipations implicites et d'élargir le champ des possibles. L'exploration de futurs multiples devient alors un outil d'apprentissage collectif permettant de mieux comprendre les choix auxquels nous sommes confrontés aujourd'hui.

Les idées, scénarios et propositions présentés sont issus des travaux des étudiants ayant participé à l'atelier. Leur contenu a été fidèlement restitué.

Un travail rédactionnel a été mené afin d'harmoniser les productions des différentes équipes et d'assurer un rendu lisible et de qualité, tout en respectant la diversité et la singularité des approches proposées.

L'ARCHITECTURE DES PARADOXES CONTEMPORAINS

Tensions interconnectées qui façonnent nos futurs collectifs



POSONS LE DÉCOR

Pour ouvrir cet espace de réflexion, nous avons proposé aux participants un changement de regard.

En effet, notre réalité peut être lue comme la coexistence de deux mondes :

- **Le monde visible**, régi par les lois de la physique classique : celui où une pomme tombe, où l'on peut prédire trajectoires, causes et effets.
- **Le monde de l'infiniment petit**, celui des quanta, où les règles changent : les objets peuvent coexister dans plusieurs états, interagir à distance et voir l'un de ces états s'actualiser au moment de l'observation.

À l'image du monde quantique, les idées sont invisibles, fragiles et d'abord à l'état de potentiel. Elles n'existent pleinement que lorsqu'elles sont **partagées**, mises en résonance, confrontées à d'autres idées et à leur environnement.

Sans chercher à transposer la mécanique quantique en un modèle scientifique de la décision, nous nous sommes appuyés sur certains principes issus de cette branche de la physique comme **cadres symboliques et métaphores** permettant de **penser autrement la complexité, l'interdépendance et l'imprévisible, ainsi que de faire émerger, explorer et stabiliser des possibles.**

Dans ce prolongement, certaines approches dites quantum-like, développées en sciences cognitives et en théorie de la décision, mobilisent des formalismes inspirés de la physique quantique pour décrire des systèmes humains fortement contextuels et non linéaires. Elles utilisent notamment des notions comme la superposition, la contextualité ou l'intrication comme cadres conceptuels pour appréhender la complexité des processus décisionnels.

Hervé Zwirn [2] a montré comment le formalisme de la mécanique quantique peut être appliqué à la théorie de la décision, en proposant un cadre alternatif pour modéliser les choix en situation d'incertitude. L'ouvrage de Jean-Louis Basdevant [3] offre une présentation approfondie du formalisme quantique. Diederik Aerts a montré que des concepts tels que la superposition, l'interférence et l'intrication permettent de rendre compte de combinaisons conceptuelles qui ne peuvent être décrites de manière satisfaisante par les modèles compositionnels classiques [4]. Jerome Busemeyer et Peter Bruza ont ensuite développé la cognition quantique comme un cadre probabiliste dynamique permettant de modéliser le jugement, le raisonnement et la prise de décision humaine [5,6]. Ces approches ont par la suite été synthétisées et consolidées dans le champ plus large de la modélisation cognitive quantique [7]. Enfin, Andrei Khrennikov souligne que les modèles dits quantum-like ne constituent pas des modèles de physique quantique appliqués aux phénomènes humains, mais des modèles probabilistes contextuels susceptibles d'être mobilisés pour l'étude de phénomènes psychologiques, sociaux, économiques et financiers [8].

Cinq notions, présentées ci-dessous de manière synthétique et simplifiée, ont structuré l'ensemble de la démarche. Chacune d'elles a été traduite en une expérience concrète, vécue par les participants.

MÉTHODOLOGIE

Sans chercher à transposer la mécanique quantique en un modèle scientifique de la décision, nous nous sommes appuyés sur certains principes issus de cette branche de la physique comme **cadres symboliques et métaphores** permettant de **penser autrement la complexité, l'interdépendance et l'imprévisible, ainsi que de faire émerger, explorer et stabiliser des possibles.**



L'intention joyeuse — une boussole éthique

L'intention n'est pas un concept de physique quantique, mais un concept profondément éthique. Comme l'a développé Spinoza dans

L'Éthique, la joie n'est pas un simple plaisir passager : elle est ce qui augmente notre puissance d'agir. Elle devient ainsi une boussole intérieure. Chaque participant formule une contribution positive au futur à l'horizon 2050. Les équipes sélectionnent ou synthétisent ensuite une intention collective qui devient leur boussole.



Superposition — accueillir plusieurs futurs possibles

En physique quantique, un système peut exister simultanément dans plusieurs états. C'est le principe de superposition. La métaphore la plus

connue en est celle du chat de Schrödinger, à la fois mort et vivant tant que l'observation n'a pas eu lieu. Plus simplement, tant que la réalité ne s'impose pas, plusieurs possibles coexistent. On peut aussi l'illustrer par une situation de la vie : une femme attend le résultat d'un test de grossesse. Tant qu'elle n'a pas le résultat, elle peut imaginer son futur vers plusieurs chemins totalement différents.

De la même façon, les étudiants ont imaginé plusieurs futurs potentiels pour 2050, sans chercher à en choisir un. Tant qu'ils n'ont pas été confrontés à la réalité, tous ces futurs coexistent en potentiel.



Intrication — reconnaître que nos choix ne sont jamais isolés

En physique quantique, l'intrication désigne un phénomène par lequel deux particules ayant interagi deviennent liées : l'état de l'une influence instantanément l'état de l'autre, quelle que soit la distance qui les sépare.

Dans l'atelier, il ne s'agissait évidemment pas de téléportation, mais d'une métaphore concrète de l'interdépendance. Les groupes ont été « intriqués » : chacun a tiré au hasard l'intention collective d'un autre groupe et a dû l'intégrer à ses propres scénarios.

Cette étape a fait émerger une prise de conscience essentielle : **nos choix ne sont jamais isolés. Ils s'inscrivent toujours dans un réseau d'interactions**, d'influences et de conséquences systémiques.

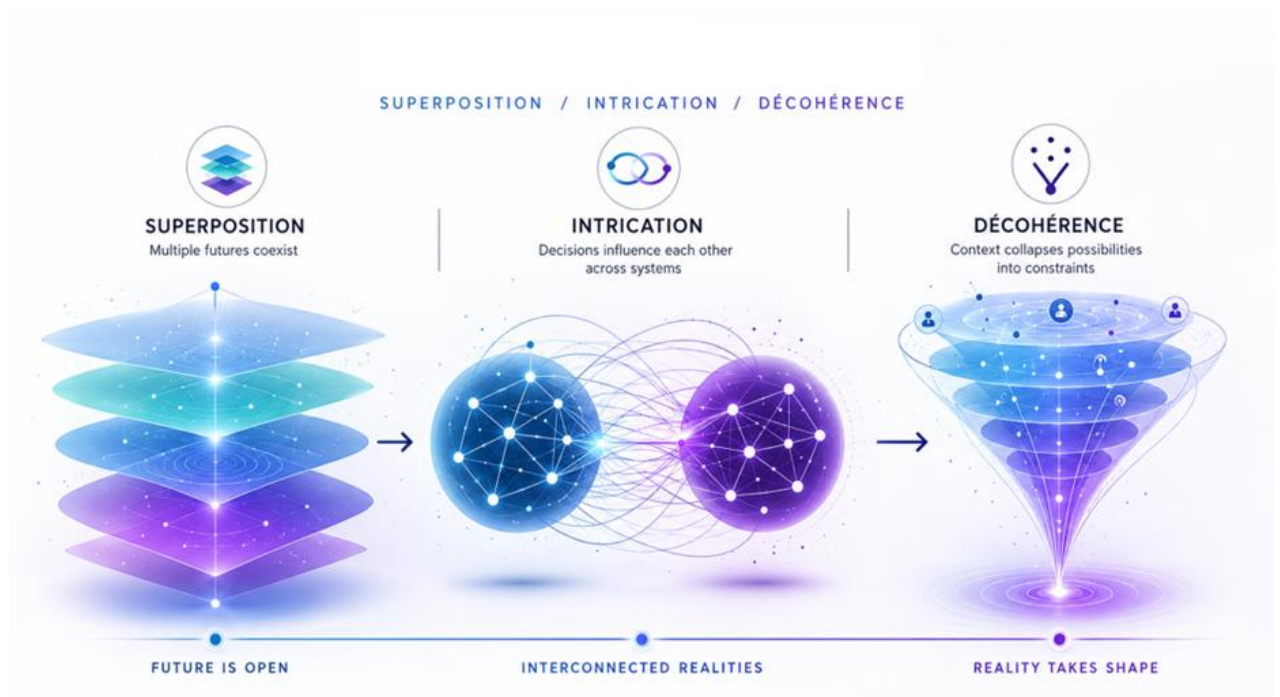


Décohérence — confronter les possibles au réel

En physique quantique, une superposition ne survit pas toujours au contact de l'environnement. Tant qu'une particule est isolée, plusieurs états peuvent coexister. Mais lorsqu'elle interagit avec son environnement, cette superposition s'effondre : certains possibles disparaissent, un seul devient réel. C'est la décohérence. Reprenons l'exemple du test de grossesse : avant le résultat, plusieurs scénarios sont imaginables ; après, la réalité

s'impose. Il ne s'agit ni d'un succès ni d'un échec, mais du passage du possible au réel, qui appelle adaptation.

Dans cette phase de l'atelier, chaque groupe a tiré une carte « environnement » (climat, économie, géopolitique, société...) ou une carte « surprise » (ovnis, découverte radicale, événement exogène). Les scénarios ont alors été confrontés à ces contraintes : s'effondrent-ils ? s'ajustent-ils ? fusionnent-ils ? se transforment-ils ?



Synchronicité — faire émerger un sens collectif

La synchronicité n'est pas un concept de la physique quantique. C'est le psychiatre Carl Gustav Jung qui l'a décrite comme une « coïncidence signifiante ».

Avec le physicien Wolfgang Pauli, Jung s'est notamment appuyé sur certains phénomènes issus de la physique moderne, tels que l'intrication, pour nourrir sa réflexion sur les coïncidences signifiantes. Dans cet atelier, la synchronicité n'est pas entendue comme un phénomène exceptionnel, mais comme une grille de lecture permettant d'identifier des résonances et des convergences significatives émergeant indépendamment au sein de plusieurs groupes. Mais qu'est-ce que la synchronicité ? Imaginez que vous pensez soudain à un ami perdu de vue depuis des années et le croiser le même jour en est un exemple courant.

OBJECTIFS

L'atelier proposé visait à offrir aux étudiants un espace expérientiel pour :

- Expérimenter d'autres **rapports au choix, au renoncement et à l'ambiguïté**,
- Développer une **posture réflexive face aux responsabilités éthiques** qui accompagneront leur futur rôle de décideurs,
- Expérimenter l'**intelligence collective augmentée**
- Développer des **capacités de navigation dans des environnements imprévisibles**
- construire des scénarios à la fois **souhaitables, soutenables et responsables**.

DÉROULÉ DE L'ATELIER

L'atelier a été conçu comme un parcours progressif, alternant réflexion individuelle, intelligence collective et confrontation au réel. Chaque étape correspond à l'une des notions clés présentées précédemment, traduite en **expérience concrète**.

Étape 1 : L'intention individuelle : poser une boussole éthique



L'atelier a débuté par un temps de réflexion **individuelle**.

Chaque participant a été invité à formuler une **intention joyeuse** pour contribuer positivement à l'horizon 2050. Cette intention ne devait ni être un projet précis, ni un objectif mesurable, mais une **direction éthique** : non pas « créer une technologie », mais « contribuer à reconnecter les humains entre eux via la technologie.

Cette phase individuelle a créé un **espace de sincérité** et de responsabilité personnelle, préalable indispensable à toute intelligence collective.

Étape 1 bis : L'intention collective : faire émerger une direction partagée

Les participants ont ensuite été répartis en équipes. Au sein de chaque groupe :

- chacun a lu son intention à voix haute,
- les intentions ont été écoutées sans débat ni jugement,
- le groupe a choisi celle qui **résonnait le plus** ou a formulé une **intention synthèse**.

Ce passage de l'individuel au collectif a constitué une **première expérience de décision partagée** :

- renoncer à certaines idées,
- accepter une direction imparfaite mais commune,
- apprendre à reconnaître la résonance plutôt que la majorité.

L'intention collective est devenue la **boussole du groupe** pour la suite de l'atelier.



Étape 2 : La superposition : explorer plusieurs futurs possibles

À partir de leur intention collective, chaque équipe a imaginé deux à trois scénarios de futurs à l'horizon 2050. La consigne était explicite : ne pas chercher à choisir, ni à optimiser, ni à rendre cohérents ces scénarios entre eux.

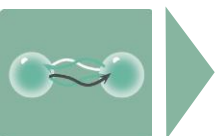
Ces futurs ont été conçus comme des **superpositions** :

- parfois technologiques,
- parfois sobres ou low-tech,
- parfois utopiques
- parfois volontairement paradoxaux.

Pour chaque scénario, les équipes ont exploré :

- l'idée centrale,
- le contexte,
- des exemples concrets,
- ce qui rend ce futur désirable ou joyeux,
- les risques et paradoxes éthiques.

Cette étape a permis de différer la clôture décisionnelle et de développer une capacité à maintenir plusieurs possibles en tension.



Étape 3 : L'intrication : accepter que les choix ne soient jamais isolés

Les équipes ont ensuite été "**intriquées**" entre elles. Chaque groupe a tiré au hasard l'**intention collective d'un autre groupe**, qu'il devait intégrer à ses propres scénarios, même si cela créait de l'inconfort ou de la dissonance.

Cette étape a mis en lumière une réalité fondamentale : nos décisions sont situées dans

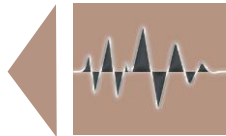
un réseau d'interactions et d'influences réciproques.

Les scénarios ont alors évolué :

- certains se sont enrichis,
- d'autres se sont fragilisés,
- de nouvelles tensions éthiques sont apparues.

L'intrication a pour ambition de faire l'expérience concrète de la dépendance systémique des choix collectifs.

Étape 4 : La décohérence : confronter les futurs aux contraintes du réel



Les équipes ont ensuite confronté leurs scénarios en tirant une carte "environnement" (climat, économie, société, géopolitique, etc) ou une carte "surprise" (rupture technologique, découverte radicale, événement exogène).

Face à ces perturbations, les groupes ont observé :

- quels scénarios s'effondraient,
- lesquels s'ajustaient,
- lesquels fusionnaient ou se transformaient.

Cette étape a incarné la notion de décohérence. Au contact du réel, tous les possibles ne survivent pas.

Étape 5 : La synchronicité : faire émerger un sens collectif



Elle a aussi révélé la capacité d'adaptation, de renoncement et de créativité des groupes. Enfin, une phase de mise en commun a permis d'identifier des synchronicités entre les équipes. Des représentants de chaque groupe ont comparé leurs scénarios finaux pour repérer :

- des thèmes apparus simultanément,
- des valeurs partagées,
- une vision commune non concertée.

Ces résonances ont permis de dégager des lignes de force collectives, révélant des préoccupations profondes et largement partagées



INTENTIONS, INTRICATIONS ET CHOIX FINAUX

Ci-après figurent les intentions collectives qui ont servi de boussole à chaque équipe, les intentions élargies après la phase d'intrication, ainsi que les scénarios finalement retenus après la décohérence.

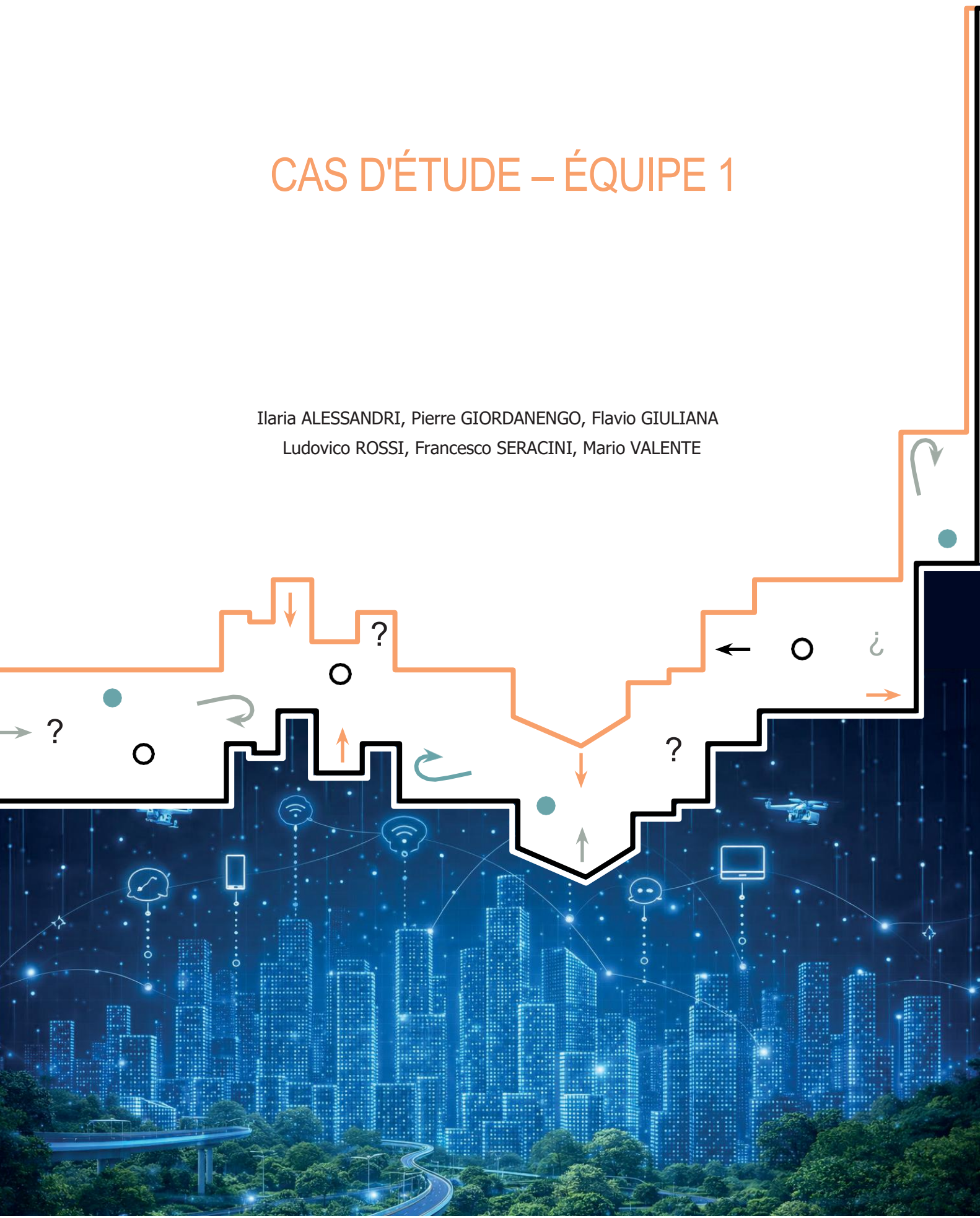
Tableau de synthèse - Intentions, intrications et scénarios finaux

Équipe	Intention collective	Intention après intrication	Scénario retenu après décohérence
1	Permettre à tous d'avoir accès à l'éducation et à la technologie de manière simple et équitable.	Permettre à tous d'avoir accès à l'éducation et à la technologie de manière simple et équitable, en intégrant les enjeux du vieillissement, du lien intergénérationnel et du risque de fracture numérique liée à l'âge.	Des puces cognitives pour les bébés et les seniors.
2	Lutter contre la solitude humaine.	Lutter contre la solitude humaine tout en rendant le monde du travail plus humain et respectueux de l'environnement.	Connexions intergénérationnelles sans friction
3	Développer des technologies capables de soutenir les personnes âgées et les individus vulnérables sur le plan de la santé.	Développer des technologies pour soutenir les personnes âgées et les individus vulnérables en intégrant les enjeux d'égalités, de gouvernance collective et de justice sociale.	Soins prédictifs sous gouvernance collective
4	Rendre les humains plus à l'écoute de leur environnement, dans leurs relations et dans leur rapport à la nature	Développer une éducation et des technologies qui mettent les hommes à l'écoute de leur environnement, que ce soit dans les rapports humains ou dans le rapport la nature.	Reconnexion au vivant
5	Changer le système capitaliste pour construire un monde plus juste socialement et écologiquement.	Changer le système capitaliste pour construire un monde plus juste socialement et écologiquement — en mettant l'accent sur les liens humains, la coopération et la lutte contre l'isolement social.	Nova DODO, la ville durable post-capitaliste

Malgré la diversité des futurs imaginés, les équipes ont rapidement été confrontées aux mêmes dilemmes : comment concilier innovation et liberté individuelle ? Comment préserver le lien humain dans des sociétés technologiquement avancées ? Comment arbitrer entre efficacité, équité et soutenabilité ? Ces tensions récurrentes ont constitué les premiers signaux d'une structure collective plus profonde qui sera analysée dans les chapitres suivants.

CAS D'ÉTUDE – ÉQUIPE 1

Ilaria ALESSANDRI, Pierre GIORDANENGO, Flavio GIULIANA
Ludovico ROSSI, Francesco SERACINI, Mario VALENTE



Étape 1 - Intention collective

- 1 Permettre à tous d'avoir accès à l'éducation et à la technologie de manière simple et équitable.

Étape 2 - Superposition : 3 futurs possibles

Scénario 1 : Implant de puce cognitive dès la naissance

- **Idée centrale** : dès la naissance, une nanopuce est implantée à la naissance dans chaque enfant, sans distinction d'origine ou de classe sociale, pour les connecter à un puissant cerveau numérique. Ces puces, capables d'un potentiel immense, sont volontairement limitées aux connaissances fondamentales : lecture, mathématiques, culture générale, logique de base.
- **Contexte** : la miniaturisation des implants est largement banalisée dans le domaine médical, même si leur usage à d'autres fins demeure aujourd'hui marginal ou controversé.
- **Exemple** : une personne se demandent : « Combien d'habitants Paris possède-t-elle ? L'information est accessible instantanément, dans la tête.
- **Ce qui rend ce futur joyeux** : potentiel humain démultiplié, apprentissage accéléré, réalisations extraordinaires.
- **Paradoxe / Risque** : les puces peuvent être désactivées / mises en pause à tout moment par son utilisateur à partir d'un certain âge. Ce qui fait perdre de l'efficacité, mais permet à une personne de rester authentique.

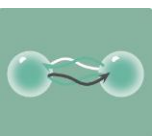
Scénario 2 : écoles-citées égalitaires sans IA

- **Idée centrale** : l'Autorité pour l'Éducation Équitable crée des écoles-cités où tous les enfants, dès six ans, vivent et étudient dans des conditions identiques. L'IA y est interdite pour garantir un développement cognitif égal et non assisté.
- **Contexte** : les Citadelles de l'Égalité sont des campus isolés, uniformes et autosuffisants où les élèves restent toute l'année, ne rentrant chez eux que pour de brèves périodes. L'AEE contrôle chaque aspect afin d'éviter tout avantage social, économique ou technologique.

- **Exemple** : dans la Citadelle de Paris, des élèves de douze ans créent un système d'irrigation sans IA, en s'appuyant sur des livres, des expériences et des débats. Ils apprennent ainsi autant la coopération que les principes scientifiques.
- **Ce qui rend ce futur joyeux** : citoyens capables de pensée critique, société plus cohérente et équitable, avec des citoyens dotés de compétences comparables.
- **Paradoxe / Risque** : l'éloignement familial et l'interdiction de l'IA engendrent de nouveaux déséquilibres et des interrogations sur liberté et éducation.

Scénario 3 : Organisation mondiale pour l'éducation des plus défavorisés

- **Idée centrale** : création de l'organisation Mondiale pour le libre accès à l'éducation et aux informations.
- **Contexte** : à la suite de conflits majeurs, les États décident de réorienter les fonds jusque-là consacrés aux armements vers la création d'une organisation mondiale dédiée à l'éducation. Celle-ci investit dans le développement des savoirs et met à disposition des moyens technologiques adaptés aux contextes socio-économiques des plus défavorisés.
- **Exemple** : développement d'infrastructures éducatives et déploiement d'enseignants et de formateurs à travers le monde afin d'assurer l'accès à l'éducation dans les territoires les plus fragilisés.
- **Ce qui rend ce futur joyeux** : bascule civilisationnelle. L'éducation plutôt que sur la guerre.
- **Paradoxe / Risque** : L'éducation et l'accès à l'information restent largement influencés par les pays les plus puissants, qui peuvent orienter les contenus et les priorités en fonction de leurs propres agendas.



Étape 3 - Intrication : évolution des scénarios au contact d'une intention externe

Les scénarios initiaux ont été soumis à une intrication avec l'intention collective d'un autre groupe, tirée au hasard : « **Développer des solutions permettant aux personnes âgées de rester en phase avec les évolutions technologiques.** »

L'intention externe est venue **élargir l'intention initiale** :



2

Permettre à tous d'avoir accès à l'éducation et à la technologie de manière simple et équitable — en intégrant les enjeux du vieillissement, du lien intergénérationnel et du risque de fracture numérique liée à l'âge.

Scénario 1 après intrication : Implant de puce cognitive pour les bébés et seniors

- **Nouvelle tension** : L'introduction d'un socle éducatif universel par implants cognitifs crée un risque inattendu : une nouvelle fracture générationnelle. Alors que les enfants bénéficient d'un accès égal aux savoirs fondamentaux, les personnes âgées risquent d'être progressivement exclues d'un monde technologique en accélération constante.
- **Impact sur le scénario** : Le principe d'égalité éducative ne peut plus se limiter à l'enfance. Il doit s'étendre à l'ensemble du cycle de vie, en intégrant les enjeux du vieillissement et de l'autonomie cognitive des seniors.
- **Évolution du scénario** : deux types de puces coexistent :
 - l'une, implantée dès la naissance, vise à garantir un socle commun de connaissances fondamentales ;
 - l'autre est destinée exclusivement aux personnes de plus de soixante-dix ans. sur la base d'une demande officielle, afin de leur permettre de rester en phase avec les évolutions technologiques.
- **Nouveau paradoxe / question éthique** : Ces puces peuvent être désactivées ou mises en pause à tout moment par leur utilisateur. Cette désactivation entraîne une perte d'efficacité cognitive, mais permet de préserver une forme de liberté. L'égalité passe-t-elle par l'augmentation permanente, ou par la liberté de s'en détacher ?

Scénario 2 après intrication : écoles cités intergénérationnelles

- **Nouvelle tension** : La recherche d'une éducation égalitaire, pensée initialement pour les enfants, se heurte à une transformation démographique majeure : une chute drastique de la natalité et un vieillissement accru de la population.
- **Impact sur le scénario** : Les écoles-cités, conçues comme des lieux d'éducation

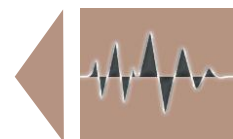
uniforme et collective pour les plus jeunes, disposent désormais de capacités d'accueil inexploitées. Elles deviennent des espaces potentiels de transmission intergénérationnelle.

- **Évolution du scénario** : Les écoles-cités s'ouvrent aux personnes âgées qui le souhaitent. Ces dernières rejoignent les Citadelles de l'Égalité en tant qu'apprenants ou contributeurs. Elles participent à la vie quotidienne, partagent leur expérience et prennent part aux projets éducatifs, créant des échanges continus entre générations. Ces lieux évoluent progressivement vers des espaces de vie intergénérationnels, mêlant apprentissage, transmission et coexistence.
- **Nouveau paradoxe / question éthique** : Si cette cohabitation renforce le lien social et lutte contre l'isolement des personnes âgées, elle soulève des questions sensibles : jusqu'où peut-on organiser la vie collective sans restreindre le libre choix, l'autonomie individuelle et les relations familiales traditionnelles ?

Scénario 3 après intrication : Organisation mondiale pour les plus défavorisés et les aînés

- **Nouvelle tension** : dans un monde où les technologies évoluent à un rythme toujours plus rapide, le risque d'exclusion numérique des personnes âgées devient un enjeu social majeur, susceptible de créer une fracture durable entre générations.
- **Impact sur le scénario** : l'éducation ne peut plus être pensée comme un processus limité à l'enfance ou à la jeunesse. Elle devient un apprentissage continu, incluant explicitement les seniors.
- **Évolution du scénario** : l'Organisation mondiale dédiée à l'éducation et l'information finance des cours obligatoires à destination des personnes âgées. Ces formations portent sur l'usage des outils numériques, la compréhension des systèmes automatisés et l'intelligence artificielle. Ces cours sont accessibles à tous, indépendamment du niveau initial, et visent à maintenir l'autonomie et la capacité d'interaction avec les systèmes technologiques du quotidien.
- **Nouveau paradoxe / question éthique** : Le caractère obligatoire de ces formations interroge la frontière entre accompagnement nécessaire et injonction à s'adapter à un monde technologique imposé. Peut-on lutter contre l'exclusion sans restreindre la liberté individuelle ?

Étape 4 - Décohérence - Stabilisation d'un scénario face à une contrainte



L'équipe 1 a choisi de tirer une carte surprise, introduisant une perturbation majeure dans l'environnement des scénarios imaginés : « **la découverte d'une civilisation intraterrestre très avancée, vivant sous la surface de la Terre** ».

Contrairement aux scénarios de peur souvent imaginés, l'intention des intraterrestres n'est pas la conquête, mais le dialogue. Face à cette rencontre historique, l'humanité réagit avec prudence et clairvoyance. Les nations décident d'unir leurs forces pour envoyer les esprits les plus brillants de la planète : chercheurs, scientifiques, philosophes et penseurs reconnus. Leur mission est d'établir un échange pacifique, de comprendre la culture et la vision du monde de cette civilisation inconnue, et de partager en retour ce que l'humanité peut offrir de plus précieux. Les premiers entretiens se déroulent dans un climat de respect mutuel et de curiosité. Les intraterrestres apportent des connaissances profondes sur l'énergie, la biologie et la structure de la matière, tandis que les humains partagent leur créativité, leur diversité culturelle et leur capacité à imaginer.

Cette révélation a contraint l'équipe à confronter ses hypothèses au réel et à stabiliser un scénario en intégrant les enjeux éducatifs, générationnels et civilisationnels : **le scénario 1 après intrication.**

Scénario final : Des puces cognitives pour les bébés et les seniors

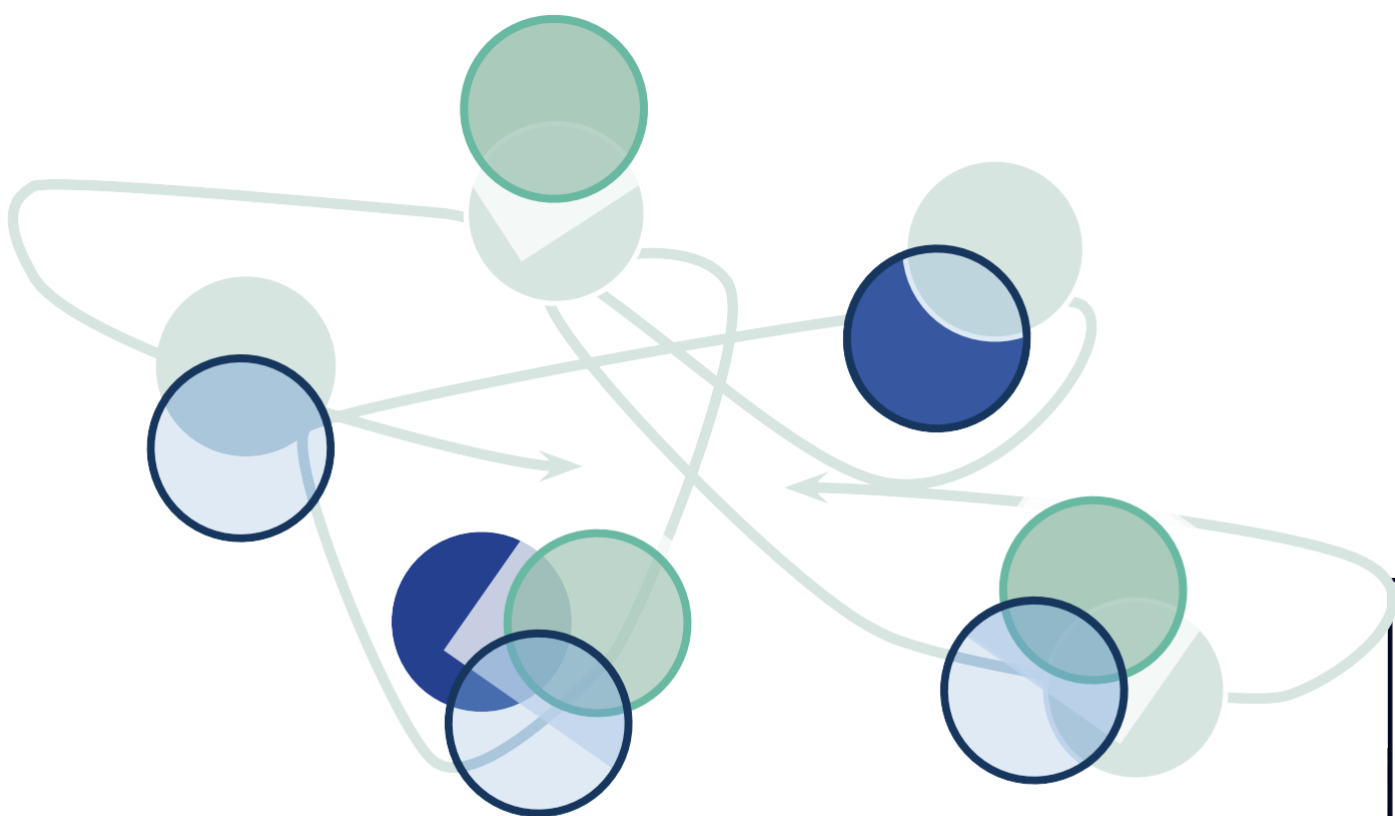
À l'horizon 2050, un socle éducatif universel est garanti par des microprocesseurs cognitifs implantés dès la naissance, strictement limités aux savoirs fondamentaux.

L'objectif est d'offrir à chacun le même point de départ éducatif.

Cette égalisation révèle toutefois une fracture générationnelle, à laquelle répond une seconde puce, destinée aux seniors, leur permettant de rester acteurs dans un monde numérique en mutation. La technologie est volontairement bornée : elle n'augmente pas indéfiniment les capacités humaines, elle soutient l'autonomie.

La rencontre avec une civilisation intraterrestre vient confirmer ce choix : elle ouvre la voie à une évolution commune, rendue possible par les microprocesseurs cognitifs, où le progrès ne serait plus un privilège, mais un outil de compréhension et de partage entre les différentes formes d'humanité.

CONVERGENCES ENTRE LES 5 GROUPES



Après la stabilisation des scénarios finaux (décohérence, étape 4), une mise en commun a permis d'identifier les synchronicités entre les équipes.

1. RÉSONANCES DES INTENTIONS COLLECTIVES

Malgré la diversité des intentions formulées par les équipes, la phase de mise en commun a révélé qu'aucune ne peut être comprise comme un axe autosuffisant. Les groupes, sans concertation préalable, ont formulé des propositions qui entrent en résonance, se complètent et s'éclairent mutuellement. Cette synchronicité rend lisible un réseau de préoccupations communes, où l'éducation, le lien social, le soin, l'écologie et la justice économique sont indissociables.

De cette mise en résonance émergent collectivement trois grandes lignes de force :

- Justice et égalité d'accès,
- Réparation du lien social et prise en compte des vulnérabilités,
- Responsabilité envers le vivant et quête de sens.

A. Justice, égalité et accès

Ces intentions convergent vers la volonté de réduire les inégalités structurelles et d'offrir à chacun les mêmes capacités d'agir dans le monde à venir.

- Permettre à tous d'avoir accès à l'éducation et à la technologie de manière simple et équitable.
- Changer le système capitaliste pour construire un monde plus juste socialement et écologiquement.

Le progrès n'a de sens que s'il est équitable, qu'il passe par l'éducation, la technologie ou une transformation plus profonde des modèles économiques.

B. Lien humain, soin et vulnérabilités

Ces intentions placent la relation humaine et la prise en compte des fragilités au cœur des transformations futures.

- Contribuer à mettre fin à la solitude humaine.
- Développer des technologies capables de soutenir les personnes âgées et les individus vulnérables sur le plan de la santé.

La technologie est envisagée comme un outil de soutien au lien, et non comme un facteur d'isolement ou de substitution aux relations humaines.

C. Relation au vivant et sens

Cette intention interroge le rapport global de l'humanité à son environnement et traverse l'ensemble des autres problématiques.

- Rendre les humains plus à l'écoute de leur environnement, dans leurs relations et dans leur rapport à la nature.

Toute transformation durable suppose une **réconciliation avec le vivant**, conditionnant à la fois les choix technologiques, économiques et sociaux.

1 Lecture croisée des intentions

Groupe	Intention	Intentions en résonance	Ce que révèle la synchronicité
Groupe 1	Permettre à tous d'avoir accès à l'éducation et à la technologie de manière simple et équitable	G3, G4, G5	L'égalité d'accès ne concerne pas seulement les savoirs, mais aussi la capacité à rester acteur (seniors), à comprendre son environnement et à ne pas subir un système économique excluant.
Groupe 2	Contribuer à mettre fin à la solitude humaine	G3, G4	La lutte contre l'isolement passe par le soin, l'attention aux vulnérabilités et une autre qualité de relation aux autres et au vivant.
Groupe 3	Développer des technologies capables de soutenir les personnes âgées et les individus vulnérables sur le plan de la santé	G1, G2	La technologie est pensée comme un levier d'inclusion : elle prolonge l'accès à l'éducation et participe à la lutte contre la solitude.
Groupe 4	Rendre les humains plus à l'écoute de leur environnement, dans leurs relations et dans leur rapport à la nature	G1, G2, G5	Le rapport au vivant irrigue à la fois les choix éducatifs, sociaux et économiques. Il donne un cadre éthique aux transformations proposées.
Groupe 5	Changer le système capitaliste pour construire un monde plus juste socialement et écologiquement.	G1, G4	La transformation économique est indissociable de l'égalité d'accès et d'une relation renouvelée au vivant.

2. LECTURE SCHÉMATIQUE DES SCÉNARIOS FINAUX

Malgré des univers très différents (IA, énergie, vivant, post-capitalisme, communication non-locale), les scénarios finaux convergent autour de mêmes choix structurants :

Ce qui revient dans presque tous les scénarios :

- une technologie volontairement limitée, encadrée ou bornée,
- la primauté du lien humain sur la performance technique,
- une gouvernance collective ou éthique (jamais purement marchande),
- une réconciliation avec le vivant ou avec les vulnérabilités humaines,
- une défiance commune vis-à-vis de la logique d'optimisation totale.

Autrement dit, les équipes ne choisissent pas « plus de technologie », mais une autre manière de l'inscrire dans la société.

2 Tableau de convergence des scénarios finaux

Groupe	Scénario final	Choix central	Résonances des scénarios
Groupe 1 (G1)	Puces cognitives pour bébés et seniors	Égalité éducative + inclusion générationnelle, technologie bornée	↔ G2 (lien intergénérationnel), ↔ G3 (soin encadré), ↔ G5 (progrès non marchand)
Groupe 2 (G2)	Connexions intergénérationnelles sans friction	Technologie au service de l'empathie, éthique du consentement	↔ G1 (inclusion), ↔ G3 (soin), ↔ G5 (primat du lien humain)
Groupe 3 (G3)	Soins prédictifs sous gouvernance collective	Abondance énergétique + contrôle démocratique	↔ G2 (refus de la surveillance), ↔ G5 (propriété collective), ↔ G1 (autonomie des individus)
Groupe 4 (G4)	Reconnexion au vivant	Limitation volontaire du numérique, expérience directe du vivant	↔ G5 (coopération avec les écosystèmes), ↔ G1 (éducation commune), ↔ G2 (sobriété technologique)
Groupe 5 (G5)	Nova DODO - ville durable post-capitaliste	Sortie de la logique marchande, autogestion, soin du vivant	↔ Tous : lien social, sobriété, gouvernance collective, choix assumé de la limite

De la lecture des scénarios finaux comme un ensemble de résonances émergent quatre grandes convergences.

1. Une technologie limitée, choisie, jamais toute-puissante

- Puces cognitives bornées (équipe 1),
- IA à horaires contraints / communication encadrée (équipe 2),
- Numérique réduit au strict nécessaire (équipe 4),
- Soins prédictifs sous contrôle collectif (équipe 3).

Le progrès passe par la limitation volontaire, non par l'augmentation infinie.

2. Un lien humain comme indicateur central de progrès

- Lutter contre la solitude (équipe 2),
- Inclusion des seniors (équipes 1 et 3),
- Autogestion et coopération (équipe 5),
- Éducation commune par l'expérience (équipe 4).

Le progrès est évalué par la qualité des relations, pas par la performance.

3. Une gouvernance collective comme condition de confiance

- Coopératives et institutions publiques (équipe 3),
- Autogestion post-capitaliste (équipe 5),
- Éthique du consentement (équipe 2),
- Cadres éducatifs communs (équipe 4).

La technologie n'est acceptable que si elle est gouvernée collectivement.

4. La réconciliation avec le vivant comme horizon commun

- Résurgence d'espèces (équipe 5),
- Service civique écologique (équipe 4),
- Limitation des usages numériques (équipes 2 et 4),
- Sortie de la logique d'exploitation (équipe 5).

Le vivant n'est pas un simple contexte, mais un principe structurant des futurs.



«SYNCHRONICITÉ» DES SCENARIOS FINAUX

La mise en regard des scénarios finaux révèle qu'au-delà de leur diversité, tous les groupes convergent, sans coordination préalable, vers une même vision : le progrès ne peut plus être pensé comme une accumulation de capacités technologiques, mais comme une transformation qualitative des relations humaines, sociales et écologiques. Les technologies retenues ne visent pas l'optimisation permanente, mais le soutien à l'autonomie, à l'éducation, à l'inclusion et au lien. Qu'il s'agisse d'éducation, de soin, de communication ou d'organisation sociale, la technologie n'est jamais une fin en soi.

Une seconde résonance forte concerne la primauté du lien humain. La lutte contre la solitude, l'attention portée aux vulnérabilités, la coopération intergénérationnelle et la participation collective apparaissent comme des critères centraux d'un futur souhaitable.

Enfin, la majorité des scénarios inscrit le progrès dans une relation renouvelée au vivant. Les équipes proposent des sociétés capables de respecter les limites écologiques et de coopérer avec les écosystèmes, plutôt que de les exploiter.

Ces convergences dessinent un horizon commun : celui d'un monde où la réussite collective se mesure moins à la croissance ou à la performance qu'à la capacité à relier, inclure et prendre soin, durablement.

POSTFACE - UNE BOUSSOLE COMMUNE



Ce livre blanc n'avait pas pour ambition de produire une vision unique du futur, ni d'ériger un scénario en modèle. Il a cherché, au contraire, à ouvrir un espace de réflexion où des futurs possibles pouvaient émerger, se confronter, se transformer — puis entrer en résonance.

Au terme des travaux, une évidence s'est imposée. Malgré la diversité des intentions initiales, des perturbations rencontrées et des choix opérés par les groupes, certaines lignes de force traversent l'ensemble des scénarios. Sans concertation préalable, les équipes ont convergé vers des préoccupations communes, révélant une compréhension partagée des conditions d'un futur jugé désirable, soutenable et humainement viable.

Cette convergence ne dessine pas un futur unique. Elle révèle au contraire une structure plus vaste : une forme d'hologramme collectif dans lequel chaque scénario reflète un fragment d'un ensemble plus large. Pris isolément, chaque groupe n'accède qu'à une partie du paysage. Mais lorsque les scénarios sont mis en relation, des motifs récurrents, des tensions communes et des structures de sens plus profondes deviennent progressivement visibles.

Cette notion d'hologramme collectif s'inspire de plusieurs cadres de réflexion issus de la pensée complexe, de la construction collective de sens et des interprétations contemporaines de la mécanique quantique. Sans prétendre établir un lien direct entre phénomènes physiques et phénomènes sociaux, elle repose sur une intuition simple : lorsqu'un ensemble de futurs possibles est exploré indépendamment par différents groupes, certaines cohérences n'apparaissent pleinement qu'au moment de l'observation d'ensemble. Comme le souligne Hervé Zwirn dans ses réflexions sur le rôle de l'observateur et la coexistence des possibles, une réalité partagée émerge souvent de la mise en relation de perspectives multiples. [9] Dans le même esprit, Edgar Morin montre que les interactions entre les parties font apparaître des propriétés émergentes irréductibles à chacun des éléments pris isolément [10], tandis que Karl Weick [11] souligne que le sens se construit collectivement face à l'incertitude. L'hologramme collectif proposé ici constitue ainsi moins une théorie qu'un outil d'observation permettant de rendre visibles les imaginaires, valeurs et aspirations qui émergent à travers l'exploration de futurs multiples.

Cette lecture peut également être comprise comme une forme de constellation de sens. À l'image d'une constellation qui devient visible lorsque plusieurs étoiles sont observées ensemble, l'hologramme collectif n'est contenu dans aucun scénario particulier. Il émerge de la mise en relation de récits, de choix et de représentations qui, pris isolément, ne permettent pas d'en percevoir la structure globale. L'observation transversale de ces contributions révèle alors des cohérences, des tensions et des imaginaires communs qui traversent le collectif. Cette cartographie ne décrit pas un futur prédéterminé ; elle rend visibles les structures de sens qui relient présent, futurs possibles et représentations du monde.

La synthèse qui suit ne cherche donc ni à fusionner les scénarios ni à les hiérarchiser. Elle propose une lecture transversale des résonances observées entre les travaux des cinq groupes. Une cartographie des imaginaires collectifs à partir de laquelle se dessinent les contours d'un monde où la technologie, l'organisation sociale et le rapport au vivant ne constituent plus des finalités en soi, mais des moyens mis au service du lien, de l'autonomie et de la responsabilité collective.

Parmi les résonances les plus fortes qui émergent de cet hologramme collectif, une structure commune se dessine progressivement : celle d'une société dans laquelle la qualité du lien humain devient la condition première de la viabilité collective.

La société du lien

En 2050, l'humanité a compris que survivre ne dépend pas seulement d'innovation, mais de maturité : capacité à coopérer, à protéger le vivant, à gouverner ses outils.

- Une puce cognitive bornée, implantée à la naissance assure une égalité réelle dès le départ. L'accès au savoir fondamental n'est plus laissé aux trajectoires individuelles ou aux héritages sociaux, mais considéré comme un bien commun (équipe 1).
- La cohésion sociale devient un objectif prioritaire. Des dispositifs intergénérationnels et des technologies d'empathie sont déployés pour soutenir le lien, réduire l'isolement et permettre à chacun de rester pleinement acteur de la société, quel que soit son âge ou sa vulnérabilité (équipes 2 et 3).
- Le rapport au vivant s'impose comme un apprentissage fondamental. Un service dédié confronte les citoyens à la réalité des écosystèmes, à la terre et aux limites planétaires, ancrant les choix individuels dans une responsabilité collective assumée (équipe 4).
- Certains territoires expérimentent de nouveaux modes d'organisation fondés sur la contribution, l'autogestion et la prévention, où la recherche de cohésion et de soutenabilité prime sur l'accumulation et la performance individuelle (équipe 5).
- Enfin, face à l'altérité — qu'il s'agisse de civilisations inconnues ou de formes de vie réapparues — l'humanité renonce à une logique de domination. Elle accepte de limiter ses marges d'action pour devenir cohabitante d'un monde partagé, dans un équilibre négocié plutôt qu'imposé.



Boussole commune

Ce que révèlent les scénarios, c'est un arbitrage assumé : l'égalité des chances, la cohésion sociale et la capacité à faire société priment sur l'extension illimitée des libertés individuelles. La liberté n'y disparaît pas ; elle cesse simplement d'être première.

Plusieurs scénarios suggèrent également un dépassement progressif des logiques économiques fondées sur la rareté et l'accumulation, au profit de modèles centrés sur la contribution, la coopération et le soin du vivant — sans que cette évolution soit formulée comme une finalité idéologique.

Au final, ces propositions font émerger une version du futur où la viabilité repose moins sur la puissance que sur la qualité du lien.



APPLICATIONS POUR LES ORGANISATIONS

Bien que les enseignements présentés dans cette synthèse soient issus de l'expérimentation menée auprès des étudiants de CentraleSupélec Paris-Saclay, l'approche a également été expérimentée dans plusieurs contextes professionnels. Selon les objectifs poursuivis, elle peut être mobilisée pour explorer des futurs possibles, accompagner la réflexion collective, renforcer la coopération entre acteurs ou soutenir la prise de décision dans des environnements complexes et incertains.

Prospective stratégique

L'atelier permet aux organisations d'explorer plusieurs futurs possibles sans chercher à prédire l'avenir. En confrontant différentes hypothèses, les participants développent leur capacité à anticiper les transformations technologiques, économiques, sociétales ou environnementales susceptibles d'affecter leur activité.

Au-delà de la production de scénarios, la démarche aide à identifier les représentations, les croyances et les imaginaires qui influencent déjà les décisions prises dans le présent.

Prise de décision collective en situation d'incertitude

Les organisations sont régulièrement confrontées à des situations où les données sont incomplètes, les enjeux contradictoires et les conséquences difficiles à anticiper.

La méthodologie permet aux participants d'expérimenter concrètement ces situations. Les équipes doivent formuler des intentions, intégrer des contraintes imprévues, arbitrer entre plusieurs options et assumer collectivement un choix final. Cette mise en situation favorise le développement de compétences essentielles pour décider dans des environnements complexes et évolutifs.

Accompagnement des transformations

Les projets de transformation mobilisent souvent des acteurs porteurs de visions différentes de l'avenir. L'intrication des scénarios permet de faire dialoguer ces représentations, de révéler les tensions sous-jacentes et d'explorer des trajectoires communes. La démarche contribue ainsi à construire une compréhension partagée des défis à venir et à renforcer l'adhésion aux changements envisagés.

Développement du leadership

L'atelier offre aux dirigeants et managers un espace d'expérimentation leur permettant d'exercer plusieurs dimensions du leadership :

- écouter des perspectives divergentes ;

- arbitrer entre des intérêts parfois contradictoires ;
- gérer l'incertitude ;
- construire une vision collective ;
- prendre des décisions malgré l'absence de certitudes.

Il favorise une posture de leadership fondée sur l'écoute, l'adaptation et la coopération.

Innovation et risques émergents

L'exploration de futurs multiples permet de faire émerger des opportunités, mais également des risques souvent invisibles dans les démarches de planification traditionnelles. Les participants sont amenés à identifier les conséquences inattendues de certaines innovations, les effets systémiques de leurs choix et les tensions éthiques susceptibles d'accompagner les transformations envisagées.

Alignement des parties prenantes

Les organisations réunissent des acteurs aux intérêts, aux contraintes et aux visions parfois très différents. La construction collective de scénarios offre un cadre permettant de rendre explicites ces divergences tout en recherchant des points de convergence. L'exercice favorise ainsi l'émergence d'un langage commun et d'une compréhension partagée des enjeux.

Exploration des imaginaires organisationnels

L'un des apports spécifiques de la démarche consiste à analyser les scénarios non seulement individuellement mais également dans leur ensemble. Cette lecture transversale permet d'identifier les imaginaires collectifs, les valeurs, les tensions récurrentes et les visions du monde qui structurent les choix des participants. L'hologramme obtenu ne décrit pas un futur prédéterminé. Il constitue une cartographie des représentations collectives qui influencent les décisions présentes et orientent les transformations futures.

Une démarche pour comprendre le présent à travers l'exploration des futurs

Contrairement aux approches de prospective centrées principalement sur l'anticipation des évolutions externes, cette méthodologie utilise l'exploration de futurs multiples pour révéler les dynamiques collectives, les systèmes de valeurs et les imaginaires qui façonnent déjà les décisions d'un groupe ou d'une organisation. Le futur devient ainsi un outil de compréhension du présent, de dialogue collectif et d'apprentissage de la décision dans un monde incertain.



BIBLIOGRAPHIE

- [1] Miller, R. (dir.). (2020). *Transformer le futur : l'anticipation au XXI^e siècle*. Montréal : Presses de l'Université de Montréal.
- [2] Zwirn, H. (2009). "Formalisme quantique et préférences indéterminées en théorie de la décision." In M. Bitbol (Ed.), *Théorie quantique et sciences humaines* (pp. 163–189). Paris: CNRS Éditions. Available at: <https://books.openedition.org/editionscnrs/7895>
- [3] Basdevant, J.-L. (2006). *12 leçons de mécanique quantique*. Paris: Vuibert.
- [4] Aerts, D. (2009). "Quantum Structure in Cognition." *Journal of Mathematical Psychology*, 53(5), 314–348. <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2009.04.005>
- [5] Busemeyer, J. R., & Bruza, P. D. (2012). *Quantum Models of Cognition and Decision*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511997716>
- [6] Busemeyer, J. R., & Bruza, P. D. (2024). *Quantum Models of Cognition and Decision: Principles and Applications* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009205351>
- [7] Wang, Z., Busemeyer, J. R., Atmanspacher, H., & Pothos, E. M. (2013). Quantum probability in cognitive modeling. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(8), 383–393. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.05.008>
- [8] Khrennikov, A. Y. (2010). *Ubiquitous Quantum Structure: From Psychology to Finance*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-05101-2>
- [9] Zwirn, H. (2009). *Les limites de la connaissance*. Paris : Odile Jacob.
- [10] Morin, E. (2005). *Introduction à la pensée complexe*. Paris : Éditions du Seuil.
- [11] Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in Organizations*. Thousand Oaks, CA : Sage Publications.



Conception graphique & illustration

SAMANTHA GAVREL