



*Rapport du groupe
de travail inter-organismes*

Big&Open Data en recherche à l'horizon 2040

*La vision prospective
d'acteurs de la recherche publique*

Version 2a du 4 avril 2019

Sommaire

Introduction

Pourquoi cet exercice de prospective ?

Première partie

Le parti-pris de l'exercice : le cadrage par les questionnements des organismes publics de recherche

- ▶ L'implication des organismes en amont du lancement de l'exercice
- ▶ Le tour de table des questionnements et leur organisation en sept axes de questionnement
- ▶ La perception des jeux d'acteurs : analyse rétrospective rapide des opportunités et menaces

Deuxième partie

La prise en main par le groupe de travail : des jeux d'acteurs à l'élaboration de micro-scénarios, l'apprentissage prospectif sur la première composante

- ▶ Constitution du groupe de travail, appropriation du cadre de l'exercice et mise en perspective du processus méthodologique
- ▶ Les jeux d'acteurs abordés par l'analyse stratégique de Michaël PORTER
- ▶ Une typologie des données numériques associées à l'activité scientifique
- ▶ Vers un « modèle prospectif » et son utilisation pour produire des scénarios
- ▶ Application à l'ensemble des composantes

Troisième partie

Le cœur de l'exercice : les explorations prospectives, composante par composante

- ▶ Validation, qualification (des données, des résultats, des processus)
- ▶ Attendus sociétaux, action publique
- ▶ Accès, régulation, protection
- ▶ Organisation, infrastructures, partage
- ▶ Transformation du métier
- ▶ Connaissance produite
- ▶ Business, concurrence

Quatrième partie

Les enseignements de l'exercice : une lecture à quatre niveaux

- ▶ Le niveau mondial
- ▶ Le niveau régional, et singulièrement le positionnement de l'Europe
- ▶ Le niveau des systèmes nationaux de recherche, et singulièrement celui de la France
- ▶ Le niveau des chercheurs à titre individuel, et singulièrement celui des chercheurs français

Perspectives et pistes d'action

Des opportunités à saisir !

Introduction

Pourquoi cet exercice de prospective ?

Les bouleversements induits par la conjonction du Big Data et de l'Open Data impactent globalement la société et sont l'objet de réflexions dans de multiples cercles. Dans le monde de la recherche, chacune et chacun pressent, plus ou moins confusément, qu'au-delà de ce qui est déjà visible aujourd'hui, c'est à une transformation profonde des pratiques, des organisations, des sujets de recherche et des interactions avec la société que l'on va assister.

Mais comment peut-on se représenter les futurs possibles de la recherche au-delà de l'horizon de visibilité actuel ? Comment notre communauté nationale de recherche, et singulièrement nos organismes publics de recherche, peuvent-ils s'y préparer dès maintenant pour se positionner au mieux dans ce que ce monde deviendra ? Car si les possibilités ouvertes par cette conjonction du Big Data et de l'Open Data constituent de formidables opportunités pour ceux qui sauront s'en saisir, le risque de sortir du jeu est grand pour ceux qui ne sauront anticiper.

Transformer des inquiétudes face à un avenir incertain en opportunités nouvelles de développement, tel est l'objet de l'exercice de prospective proposé par le réseau PROSPER aux organismes de recherche dont sont issus ses membres. Pour avoir cette capacité transformante, cet exercice a été articulé autour de deux spécificités :

- D'une part impliquer une variété d'acteurs issus de nos organismes, constituant un échantillonnage le plus large possible des différents profils opérationnels et fonctionnels concernés, pour apporter une diversité de visions et de préoccupations vis-à-vis du sujet (tout en étant lucides sur les limites d'une vision centrée « recherche publique »), et en retour être les porteurs et diffuseurs de l'intelligence nouvelle qui se dégagera de l'exercice de prospective.
- D'autre part assurer un accompagnement méthodologique via un groupe de pilotage constitué de prospectivistes expérimentés du Réseau PROSPER, de manière à pouvoir s'échapper du prêt-à-penser ambiant et, d'une manière générale, de tout ce qui bride notre capacité d'imaginer des futurs qui ne ressemblent pas à ce que nous connaissons aujourd'hui.

Le cheminement décrit dans ce rapport prend en compte ces différents aspects : après une implication des porteurs de préoccupations des organismes vis-à-vis des bouleversements induits par le Big&Open Data, conduisant au cadrage de l'exercice en juin 2017, une phase d'appropriation méthodologique a permis au groupe de travail constitué de donner toute sa mesure et d'explorer largement les sept compartiments du jeu pointés par les préoccupations exprimées entre octobre 2017 et juin 2018. De ces explorations est ressortie la conviction que de multiples opportunités sont à saisir pour les organismes de recherche, dans une compétition du savoir et de sa promotion de plus en plus exacerbée.

Première partie

Le parti-pris de l'exercice : le cadrage par les questionnements des organismes publics de recherche

► L'implication des organismes en amont du lancement de l'exercice

Un exercice de prospective est d'autant plus utile qu'il répond à des attentes clairement exprimées. C'est d'autant plus vrai lorsqu'il s'agit de problématiques très vastes (et pour lesquelles il existe déjà des réflexions), comme peut l'être la combinaison du Big et de l'Open Data en recherche. La première étape a donc eu pour objet de construire précisément le questionnaire que devait éclairer l'exercice de prospective.

Une fois la fiche descriptive de l'exercice envisagé écrite (voir annexe 1), chacun des membres du Réseau PROSPER a été chargé d'en être le promoteur au sein de son organisme, en s'adressant au bon niveau de responsabilité et de préoccupation vis-à-vis du sujet. Suivant les cas, les contacts ont été pris au niveau de la direction générale, de la direction scientifique, de la direction de la stratégie ou de celle des ressources humaines. Une réflexion préalable a ainsi été menée au sein de chaque organisme, en s'intéressant plus particulièrement aux aspects spécifiques à l'organisme, du fait de sa mission, de

ses champs thématiques ou de son organisation. Dans certains organismes, cette réflexion préalable a fait l'objet d'une reformulation écrite pouvant aller jusqu'à plusieurs pages.

► Le tour de table des questionnements et leur organisation en sept axes de questionnement

Un, deux ou trois porteurs des préoccupations ainsi mises en évidence ont alors été invités à exposer les attentes de leur organisme vis-à-vis de l'exercice, au cours d'un Atelier-séminaire inter-organismes organisé le 14 juin 2017.

De manière à aller à l'essentiel, un premier tour de table a été organisé, au cours duquel il a été demandé à chaque orateur de rapporter le questionnement qui lui semblait le plus important pour son organisme, compte tenu de ses spécificités. Puis, après un bref échange pour mieux comprendre et préciser ce questionnement, celui-ci était reformulé par son auteur sur un post-it, qu'il allait coller sur un panneau, en regroupant les questionnements par proximité.

Un second tour a ensuite été organisé selon la même procédure, puis un troisième pour compléter par les quelques aspects qui n'avaient pas encore été abordés. Toute cette matière a fait l'objet d'une transcription chronologique qui permet de conserver la genèse de ces interrogations.

Postérieurement à la réunion, l'équipe-projet a affiné les regroupements pour proposer une organisation en sept axes de questionnement, qui serviraient de fil directeur à l'exercice de prospective (voir la cartographie des questionnements en annexe 2) :

- validation, qualification (des données, des résultats, des processus),
- attendus sociétaux, action publique,
- accès, régulation, protection,
- organisation, infrastructures, partage,
- transformation du métier,
- connaissance produite,
- business, concurrence.

► La perception des jeux d'acteurs : analyse rétrospective rapide des opportunités et menaces

La seconde partie de l'Atelier-séminaire du 14 juin 2017 a été consacrée à une sensibilisation des participants à un aspect trop souvent négligé dans les exercices de prospective : la capacité des différents acteurs (actuels et futurs) d'un domaine de changer les termes mêmes dans lesquels se posent les questions d'avenir, à travers la poursuite de leurs propres stratégies et ambitions.

Ainsi, avant d'aborder l'exploration des dynamiques d'acteurs à l'horizon 2040, il a semblé utile d'opérer un petit exercice rétrospectif, pour prendre conscience de ce que le numérique avait déjà commencé à opérer comme changements dans les jeux d'acteurs de la recherche, au cours des dix dernières années.

Plus précisément, il a été demandé aux participants des différents organismes, de réfléchir à ce que le numérique avait porté comme opportunités et comme menaces pour leur institution ces dernières années, via les acteurs présents dans leur paysage de recherche : concurrents, nouveaux entrants, partenaires ou clients, fournisseurs, voire acteurs s'étant substitués à l'organisme dans certains domaines.

Pour chacun de ces acteurs, il a été demandé de rédiger un post-it « opportunités » et un post-it « menaces », présentés puis collés sur un tableau mural comme lors de la séquence précédente. L'ensemble de ces contributions a été remis en forme par l'équipe-projet, sous forme d'un tableau également annexé à ce compte rendu (annexe 3).

Le débat ouvert par cette séquence de travail a bien montré qu'un aspect majeur des transformations induites en recherche par la conjonction du Big et de l'Open Data, va être l'irruption d'acteurs nouveaux et de pratiques nouvelles, qui vont ébranler, voire déstabiliser les acteurs traditionnels et les pratiques établies de la recherche. Ceci conforte l'exercice de prospective envisagé dans son positionnement :

- Un objectif majeur du travail est d'alerter nos dirigeants sur la manière dont les écosystèmes de recherche actuels vont être bousculés.
- Les jeux d'acteurs seront déterminants pour le devenir des écosystèmes de recherche : c'est l'angle d'attaque choisi pour l'exploration prospective.

Deuxième partie

La prise en main par le groupe de travail : des jeux d'acteurs à l'élaboration de micro-scénarios, l'apprentissage prospectif sur la première composante

► **Constitution du groupe de travail, appropriation du cadre de l'exercice et mise en perspective du processus méthodologique**

A l'issue de l'Atelier-séminaire de cadrage du 14 juin 2017, un certain nombre de porteurs de préoccupations des organismes ont exprimé le souhait de participer eux-mêmes au groupe de travail à venir. D'autres n'avaient pas vocation à le faire, mais se sont engagés à identifier, au sein de leur organisme, de futurs participants qui pourraient s'investir dans l'exercice de prospective.

Le groupe de travail a ainsi été constitué et réuni pour la première fois le 6 octobre 2017, sur la base d'un engagement de l'équipe-projet de limiter le nombre de réunions à six, organisées jusqu'en juin 2018, sans demander de travail aux participants entre les réunions (c'est l'équipe-projet qui se chargeait de tout le travail de « back-office »).

L'idée initiale était de conduire l'exercice en deux phases : une première phase de quatre réunions pour explorer les sept composantes de la problématique correspondant aux sept axes de questionnement, puis une seconde phase de deux réunions pour consolider l'ensemble par des scénarios globaux et leurs enseignements.

Le travail conduit sur les sept composantes s'est avéré tellement riche (et a nécessité un approfondissement allant au-delà de ce qui avait été imaginé au départ), qu'il a finalement été décidé de ne pas construire de scénarios globaux mais d'exploiter transversalement les sept explorations prospectives par composantes.

La première composante abordée a été « Validation/qualification (des données, des résultats, des processus) », cette fonction étant essentielle pour les échanges entre acteurs, ouvrant la réflexion sur les jeux d'acteurs et la nature de ce qu'ils échangent. Ces deux aspects ont donc fait l'objet d'un travail spécifique lors de l'étude de cette composante, et ses résultats ont ensuite largement irrigué l'ensemble de l'exercice, notamment par le réflexe acquis de s'intéresser systématiquement aux jeux d'acteurs lors de l'identification des facteurs moteurs de l'évolution de chacune des composantes.

A l'issue de ce travail sur les jeux d'acteurs et ce qu'ils échangent, et sur la base d'une ébauche proposée par l'équipe-projet (dans sa fonction d'accompagnement méthodologique), un modèle d'évolution a été bâti pour cette composante « Validation/qualification (des données, des résultats, des processus) », prenant la forme d'un « tableau morphologique » (selon les termes consacrés de la prospective), à partir duquel ont été assemblés des micro-scénarios (« micro » car portant sur cette seule composante) explorant les futurs possibles.

La façon dont ces micro-scénarios ont été produits, parfois en parallèle par différents participants ou sous-groupes (dans le cadre d'une dynamique d'appropriation par chacun) a conduit à s'interroger sur la manière dont le champ des possibles était couvert par cette production. Il en a résulté une nouvelle étape de caractérisation des micro-scénarios dans un référentiel à deux dimensions particulièrement « différenciantes ». Ce processus, qui s'est affiné au fil du temps, est décrit ci-après pour la première composante traitée. Il a ensuite été utilisé pour les autres composantes, sans que la présentation en soit reprise dans ce rapport. On en trouvera le détail dans les sept « Cahiers d'exploration prospective » qui figurent en annexe 7 et qui, avec les « Tableaux morphologiques détaillés » reproduits en annexe 6, contiennent l'essentiel du travail d'exploration du groupe.

► **Les jeux d'acteurs abordés par l'analyse stratégique de Michaël PORTER**

L'approche d'analyse stratégique de Michaël PORTER a semblé particulièrement adaptée pour prendre de la hauteur par rapport au fonctionnement actuel de la recherche, notamment du fait des ouvertures apportées par internet, qui favorisent l'irruption d'acteurs, de méthodes et de données nouveaux. Son schéma des « 5+1 forces en compétition » a donc été repris et adapté à la question de la validation/qualification (des données, des résultats, des processus).

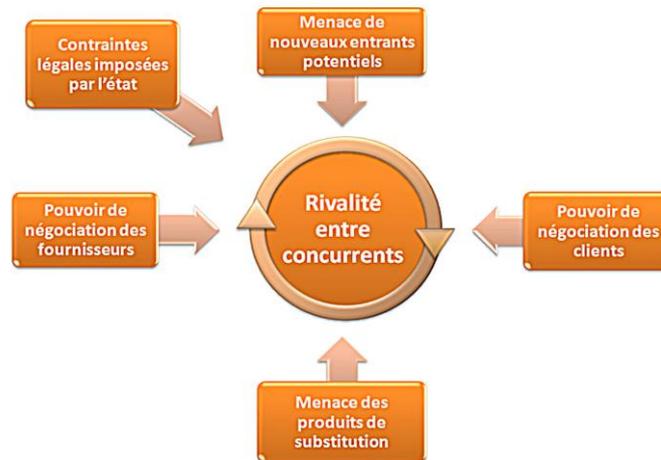


Fig. 1 Les jeux d'acteurs en matière de validation/qualification (des données, des résultats, des processus) ont été abordés en utilisant la méthode d'analyse stratégique de Michaël Porter

Les participants ont été répartis en trois sous-groupes. De manière à faire apparaître d'éventuelles différences entre les approches (et enrichir ainsi l'exploration prospective), chacun des sous-groupes a été chargé d'aborder la question sous un angle différent : validation/qualification des données pour le sous-groupe A, des résultats pour le sous-groupe B, des processus pour le sous-groupe C.

Un grand poster mural vierge a été mis à la disposition de chacun des sous-groupes, ainsi qu'un jeu de post-it de différentes couleurs pour y faire figurer les acteurs, leurs motivations (en quoi le développement du Big et de l'Open Data les pousse-t-il à l'action : besoins, attentes, intérêts, ambitions...), leur capacité à agir (qu'est-ce qui permet/oriente l'action possible de ces acteurs : facteurs principaux dont va dépendre leur dynamique).

Après un temps de travail personnel permettant à chaque participant de rédiger une ébauche de Fiche-acteur (l'ensemble de ces fiches constituant un fonds conservé pour la suite du travail), la mise en commun dans chacun des trois sous-groupes a produit trois fresques murales assez similaires, malgré l'angle d'attaque différent. Un exemple d'une telle fresque est donné en annexe 4.

Des échanges entre participants, après observation des trois fresques murales, sont ressorties un certain nombre d'observations ou d'expressions de surprise, dont notamment :

- tous les acteurs à la périphérie sur le schéma de Porter vont chercher à venir au centre, pour être acteurs directs de la validation/qualification (contrôler ce qui s'y passe, servir leurs intérêts, tirer leur part du gâteau...),
- parmi les acteurs nouveaux qui sont identifiés, on remarque l'importance prise par des acteurs malveillants (mafia etc.), dont l'objectif va être de tirer parti de tout ce que le numérique leur permettra,
- l'attention est aussi attirée par d'autres acteurs : les prestataires d'audit pourraient être tentés d'investir le secteur de la validation/qualification en recherche ; le juridique est non seulement prescripteur mais aussi consommateur de data...
- internet ne connaît pas les frontières : les jeux d'acteurs associés aux questions d'accès et de transferts de données, tout comme de régulation, sont à aborder dans une vision globale, dans laquelle s'insèrent une vision européenne et une vision nationale,
- la validation/qualification de processus, souvent pratiquée *a posteriori*, pourrait aussi se développer *a priori* dans le cadre des demandes de financement de travaux de recherche par des acteurs de plus en plus variés hors des circuits académiques classiques,
- imaginer des pratiques de substitution, qui pourraient provoquer des ruptures et mettre en piste de nouveaux acteurs sur de nouveaux rôles, reste difficile (à l'image de l'ubérisation) ; remplacer la validation des travaux (ou des données) par la qualification de leurs auteurs (ou de leurs sources) est une piste évoquée (dans le même esprit, la notoriété pourrait-elle remplacer l'excellence scientifique ?).

Les différents acteurs ont par la suite été regroupés selon quatre sphères d'activité de la société aux finalités assez différentes, puis une cinquième sphère ajoutée pour prendre en compte la montée en puissance d'acteurs « cyber » autonomes à l'horizon 2040 :

- Sphère gouvernance/régulation : organes internationaux de gouvernance, pouvoirs publics nationaux, collectivités territoriales, autorités juridiques et policières...
- Sphère citoyenne et engagée : grand public, citoyens, chercheurs amateurs, ONG, médias, groupes d'intérêts (y compris mal intentionnés comme les cyberterroristes)...
- Sphère recherche : universités et établissements d'enseignement supérieur, organismes publics de recherche, chercheurs du public et du privé, communautés d'enseignants et de chercheurs, éditeurs scientifiques...
- Sphère business : GAFAM, start-up du numérique, structures de valorisation, autres entreprises...
- Sphère « cyber » : algorithmes et machines autonomes.

► Une typologie des données numériques associées à l'activité scientifique

Un autre aspect de l'examen des questions de validation/qualification concerne la nature de ce qui est à valider ou qualifier. Une typologie des données numériques associées à l'activité scientifique a ainsi été établie (« données » a été pris ici au sens large, incluant à la fois données d'entrée et résultats). Le périmètre pris en compte a suscité de nombreuses discussions, avant que s'établisse un consensus sur le libellé « associées à l'activité scientifique » : tout ce qui est susceptible d'être utilisé pour conduire des recherches ou perçu comme un résultat scientifique. Cette typologie est organisée selon les sources de production ou diffusion de données numériques (on revient ici à l'approche par acteurs) :

- Collecteurs/diffuseurs/intermédiaires en données liées à la recherche.
- Expérimentateurs scientifiques.
- Chercheurs, ingénieurs (informaticiens, mathématiciens) concevant et développant des logiciels traitant des données.
- Algorithmes, logiciels utilisables comme outils par les expérimentateurs scientifiques ou autres usagers.
- Truqueurs de données, contrefacteurs, imposteurs.
- Capteurs connectés, monitoring de processus.
- Producteurs de mégadonnées sur la recherche/les chercheurs.
- Tiers producteurs de la sphère publique.
- Tiers producteurs de la sphère privée.
- Tiers producteurs de la sphère citoyenne et engagée.

Pour chacune de ces dix sources différentes sont précisés les processus de production/diffusion et la nature des données produites/diffusées. Puis sont examinés les enjeux de validation/qualification de ces données pour trois catégories d'acteurs du schéma de PORTER : les producteurs de ces données, les utilisateurs de ces données, les régulateurs. L'ensemble est présenté, pour une lecture synthétique, sur un tableau de format A3 reproduit en annexe 5.

Cette typologie met bien en évidence, au-delà de la perception habituelle, la variété des données numériques qu'il faut prendre en compte dans un tel exercice de prospective, parce qu'elles jouent un rôle dans le devenir de l'activité scientifique, par action volontaire ou non, sous contrôle de la communauté scientifique ou non. Elle montre à la fois les nombreuses ouvertures pour la science apportées par le Big&Open Data, mais aussi les possibles confusions dans ce qui circule entre ce qui a un fondement scientifique et ce qui n'en a que l'apparence. La caractérisation des enjeux pour les différents acteurs montre bien que certains sont antagonistes, et pas toujours en faveur de la vérité scientifique...

► Vers un « modèle prospectif » et son utilisation pour produire des scénarios

Une fois ces explorations de jeux d'acteurs et caractérisations des données numériques associées à l'activité scientifique effectuées (qui irrigueront l'ensemble de l'exercice), la question des futurs possibles dans ce compartiment du jeu a été abordée. Pour cela, les différents facteurs moteurs de l'évolution en matière de validation/qualification (des données, des résultats, des processus) ont été discutés, pour n'en retenir que les plus importants, de manière à construire un « modèle d'évolution » gérable (s'il y a trop de facteurs, on se perd dans l'explosion combinatoire des hypothèses d'évolution possible, et on perd un peu le sens des choses).

Pour cette composante, il a été décidé de construire ce modèle d'évolution en deux volets : d'une part les caractéristiques de ce qui serait à valider/qualifier dans le futur, d'autre part les postures que pourraient prendre les acteurs vis-à-vis de la validation/qualification (abordées globalement selon les « sphères » précédemment définies). L'ensemble a pris la forme d'un « tableau morphologique » (outil de base pour la construction de scénarios exploratoires) comportant neuf facteurs moteurs.

Le tableau morphologique détaillé pour cette composante est présenté en annexe 6. Il comporte non seulement des intitulés pour les différentes hypothèses d'évolution envisagées pour chaque facteur moteur, mais aussi une description succincte de ce qui caractérise chaque hypothèse. Sa version compacte est reproduite ci-dessous.

Une fois de ce tableau morphologique validé collectivement, un certain nombre de micro-scénarios typés (« micro » car centrés sur l'exploration de cette composante et « typés » car forçant le trait sur un aspect possible du futur) ont été librement proposés par les membres du groupe de travail. La « colonne vertébrale » d'un micro-scénario est construite en retenant une hypothèse d'évolution pour chaque facteur moteur (une case sur chaque ligne), comme illustré sur le tableau ci-dessous pour le micro-scénario « Recherche citoyenne validée façon Wikipedia ». Puis une narration met de la chair sur ce squelette, « racontant » plus en détail comment on en arrive à cette situation et quels en sont les effets sur la recherche, le tout étant consigné sur une « fiche micro-scénario ».

Caractéristiques de ce qui est à valider/qualifier	Producteurs principaux de résultats scientifiques	Chercheurs amateurs, structures alternatives	Labos de R&D du secteur industriel	Monde académique	Multi-sources
	Importance prise par les algorithmes et autres « boîtes noires »	Très grande importance	Importance relative	Importance assez faible	
	Source externe privilégiée pour acquérir des données de travail	Internet libre et ouvert	Systèmes de mesure automatiques	Diffuseurs de données validées	Communauté scientifique
	Niveau d'ouverture des sources, fluidité de circulation des données, Importance des flux de données ouvertes	Large accès et circulation mondiale	Grands monopoles	Paysage diffus	Fermeture
Postures d'acteurs-clés vis-à-vis de la validation/qualification	Sphère gouvernance/régulation	Régulation sino-américaine	Fermeté et harmonisation mondiale	Laxisme	Autorité technique internationale
	Sphère citoyenne et engagée	Contrôle citoyen	Opportunisme	Désintéret	Participation citoyenne
	Sphère recherche	Auto-organisation planétaire	Mainmise des éditeurs	Validation/qualification en réseaux	Crowdfunding et crowdsourcing
	Sphère business	Prise de contrôle des multinationales du numérique	Partenariats Etats-Gafam	Multiplication d'opérateurs privés	Désintéret
	Sphère cyber	Automates en position hégémonique	Prolifération de systèmes automatiques en ligne	Systèmes d'aide à la validation/qualification	Peu ou pas de systèmes automatiques

Fig. 2 Le principe d'élaboration de la « colonne vertébrale » d'un micro-scénario, illustré ici pour la composante « Validation/qualification (des données, des résultats, des processus) : pour chacun des facteurs moteurs majeurs identifiés (chaque ligne de ce « tableau morphologique », on retient l'une des hypothèses d'évolution envisagées

Le choix de ne pas construire collectivement un jeu de micro-scénarios, mais de laisser au contraire chacune et chacun dans le groupe de travail libre de s'en saisir, favorise la diversité des regards sur le tableau morphologique et la variété des manières d'assembler les hypothèses d'évolution pour construire des micro-scénarios porteurs de sens. Bien sûr, il peut en résulter des redondances (sur la douzaine de micro-scénarios proposés par les membres du groupe de travail au départ, seuls huit ont été conservés par la suite compte tenu des similitudes, et un autre ajouté par la suite comme expliqué plus loin). Le trait dominant de chacun des micro-scénarios produits pour cette composante est rappelé dans l'encadré ci-après.

**Les micro-scénarios de la composante
Validation/qualification (des données, des résultats, des processus)**

« Production académique sous contrôle citoyen »

L'essentiel de la production scientifique provient d'un milieu académique renforcé mais sous contrôle. Dans un climat de suspicion générale, la société civile s'est organisée pour vérifier et qualifier les résultats scientifiques qui circulent.

« Validation-business d'une production peu académique »

L'essentiel de l'activité de R&D est le fait de laboratoires du secteur industriel, qui valorisent leurs productions scientifiques en interne ou externe. Beaucoup de données, de qualité très inégale, circulent sur internet. Dans ce contexte, la validation/qualification/diffusion de données à caractère scientifique, qui apporte une valeur ajoutée certaine, est un business florissant pour de multiples acteurs.

« Prise de contrôle par les géants du numérique »

De la production à la validation des données et résultats de la recherche, en passant par leur diffusion, ce sont des grands groupes tant américains que chinois qui se partagent le contrôle de l'activité, soutenus par leurs administrations respectives.

« Maîtrise académique, de la production à la validation »

La recherche académique se renforce et retrouve ses lettres de noblesse. Tant les autorités publiques que la société civile, dans un grand mouvement mondial coordonné, s'organisent pour assurer la qualité de la production scientifique.

« Recherche citoyenne validée façon Wikipedia »

La société dans son ensemble s'implique dans la science, tant au niveau de la production scientifique hors des circuits académiques traditionnels que pour la maîtrise de la qualité de ce qui est diffusé. Des structures et des processus appropriés sont mis en place pour assurer cette qualité.

« Régulations éclairées »

Des accords sont trouvés entre les Etats et les géants du numérique, qui font de ces derniers des opérateurs accrédités pour la validation/qualification sous contrôle public.

« Plateformes ouvertes de notation »

L'essentiel de la production scientifique continue à provenir du monde de la recherche publique ou privée mais des processus s'organisent dans la communauté pour qualifier la production scientifique notamment autour d'outils de preuve de la non falsification des données et de la reproductibilité des résultats.

« Sources et sciences relatives »

Dans le contexte d'une grande variété de sources de données et d'acteurs intervenant au nom de la science, de multiples compétiteurs cherchent à imposer leur manière de valider/qualifier ce que l'activité scientifique produit.

« Pragmatisme et rigueur scientifique »

Le monde de la recherche a su s'ouvrir à la fois à des acteurs non académiques nouveaux, et à des pratiques de validation/qualification renouvelées, ce qui lui permet de se positionner comme garant de la qualité d'une production scientifique qui est sortie des schémas traditionnels.

La contrepartie de cette liberté d'exploration laissée aux membres du groupe de travail peut être un champ des possibles insuffisamment exploré dans certains de ses aspects, ou une excessive focalisation sur une zone des possibles. C'est pourquoi il a alors été décidé de s'intéresser à la couverture du champ des possibles par cet ensemble de micro-scénarios. Pour cela, après différents essais, il a été convenu de s'en tenir à deux critères de différenciation majeure de ces micro-scénarios, propres à cette composante et porteurs de sens dans le cadre de la finalité de l'exercice, de considérer qu'ils permettraient au premier niveau de baliser le champ des possibles, et de positionner graphiquement chacun des micro-scénarios dans le référentiel des deux axes discriminants ainsi définis :

- **la conception de la validation/qualification qui aura cours dans le futur.** Certains participants au groupe de travail ont aussi parlé de « modèle de confiance » : comment s'y prendra-t-on pour assurer la qualité des données, résultats ou processus associés à l'activité scientifique ? Ceci constitue l'axe horizontal pour le schéma de positionnement, qui s'étend d'une conception traditionnelle, organisée, unifiée, etc. de la validation/qualification, reposant sur des méthodes éprouvées héritées du passé, à une conception nouvelle plus pragmatique, plus multiforme, plus agile, adaptée à des situations où les processus classiques de validation/qualification s'appliquent mal ou sont trop coûteux en ressources du fait de la nature nouvelle, de la complexité ou des volumes de ce qui est à valider ou qualifier, mais aussi avec le

risque de dispersion des méthodes dans leurs modes opératoires, leurs acteurs et leurs performances.

- **la sphère à laquelle appartient les acteurs qui ont la main sur les processus de validation/qualification**, avec les différences qui peuvent résulter d'une maîtrise par les acteurs de la recherche eux-mêmes (censés défendre la qualité scientifique avant tout), ou par des acteurs extérieurs à la recherche, dont les intérêts peuvent aller bien au-delà de la seule qualité scientifique.

L'utilisation de ce référentiel pour positionner les différents micro-scénarios de cette composante conduit à la figure ci-après.

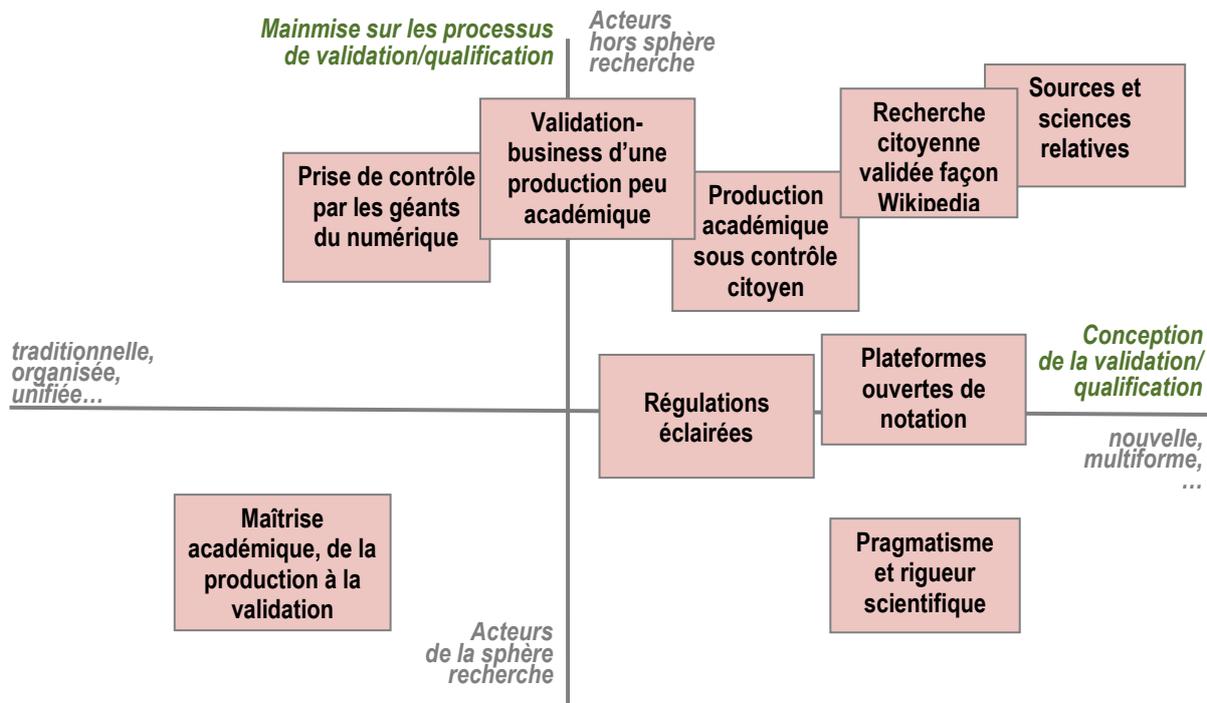


Fig. 3 Les micro-scénarios de la composante « Validation/qualification (des données, des résultats, des processus) positionnés dans un « espace des possibles », construit en retenant deux caractéristiques particulièrement discriminantes

On observe que les micro-scénarios produits ont abondamment exploré la perte de maîtrise de la validation/qualification par la sphère recherche (partie haute du schéma), avec notamment la montée en puissance d'une multiplicité d'acteurs de la société civile (à droite). A l'inverse, peu de scénarios ont imaginé comment la sphère recherche pouvait garder la maîtrise de la validation/qualification, comme si la dépossession de cette capacité était inéluctable (le micro-scénario « Pragmatisme et rigueur scientifique » a d'ailleurs été produit comme neuvième scénario, une fois cette figure tracée, pour combler le manque qui était apparu dans le quadrant en bas à droite). Cette observation a été considérée comme significative de la conscience insuffisante qu'a le monde de la recherche de sa capacité à prendre en main son destin et d'agir.

Le jeu de micro-scénarios produits n'épuise évidemment pas ce qu'il est possible d'imaginer à partir des différentes hypothèses d'évolution formulées dans le tableau morphologique. Néanmoins, pour éviter de complexifier le paysage, la diversité des possibles a par la suite été décrite de façon plus synthétique en caractérisant chacun des quatre quadrants du schéma de positionnement, ainsi qu'une position centrale qui correspond à toutes les hybridations possibles de ces quatre familles de futurs typés (on verra le schéma ainsi construit pour cette composante dans la partie suivante du rapport).

Cette caractérisation très synthétique de la diversité des possibles à partir de ces cinq familles ne diminue pas pour autant l'intérêt des micro-scénarios produits : l'assemblage des différentes hypothèses

retenues dans le tableau morphologique permet de construire un récit qui donne chair aux explorations du futur, les rend appropriables et éclaire les mécanismes qui mènent à tel ou tel futur.

► Application à l'ensemble des composantes

Le processus d'exploration prospective, ainsi expérimenté et affiné au fil de l'eau pour la première composante, a ensuite été appliqué sur chacune des six autres composantes de travail, lors d'ateliers successifs au cours desquels le groupe de travail, séparé en deux, opérait en parallèle sur deux composantes.

Plus précisément, l'après-midi de l'atelier N était consacré à l'identification des facteurs d'évolution principaux (réflexion individuelle puis mise en commun), à l'ébauche d'hypothèses d'évolution et à des pistes de micro-scénarios. Cette matière remise en forme en « back-office » par l'équipe-projet était alors soumise à améliorations puis validation du groupe complet lors de la matinée de l'Atelier N+1 ; l'échange se poursuivait sur les enseignements que l'on pouvait tirer de ces explorations prospectives et, comme précédemment, repris et remis en forme en back-office pour être soumis à validation à l'Atelier N+2, etc. jusqu'à aboutir à un cahier d'exploration prospective complet pour chaque composante.

Les tableaux morphologiques détaillés, ainsi que les cahiers d'exploration prospective, constituent le cœur du travail du groupe. Ils sont reproduits en annexes 6 et 7. Les principaux aspects de ces explorations prospectives, composante par composante, sont présentés dans la troisième partie ci-après, puis une lecture transversale à quatre niveaux en présente un certain nombre d'enseignements (quatrième partie), aboutissant aux perspectives et pistes d'action qui concluent ce rapport.

Les explorations prospectives composante par composante

► Validation/qualification (des données, des résultats, des processus)

[N.B. : un certain nombre de points déjà présentés dans la description du processus méthodologique sont repris ici, de manière à avoir une description homogène pour les sept composantes dans cette troisième partie]

Comme déjà décrit précédemment, les facteurs moteurs majeurs retenus pour explorer les futurs possibles dans ce compartiment du jeu se séparent en deux groupes : ceux liés aux caractéristiques de ce qui sera à valider/qualifier dans le futur, et ceux relatifs aux postures que pourraient prendre les acteurs vis-à-vis de la validation/qualification :

Caractéristiques de ce qui est à valider/qualifier	Producteurs principaux de résultats scientifiques	<i>Chercheurs amateurs, structures alternatives</i>	<i>Labos de R&D du secteur industriel</i>	<i>Monde académique</i>	<i>Multi-sources</i>
	Importance prise par les algorithmes et autres « boîtes noires »	<i>Très grande importance</i>	<i>Importance relative</i>	<i>Importance assez faible</i>	
	Source externe privilégiée pour acquérir des données de travail	<i>Internet libre et ouvert</i>	<i>Systèmes de mesure automatiques</i>	<i>Diffuseurs de données validées</i>	<i>Communauté scientifique</i>
	Niveau d'ouverture des sources, fluidité de circulation des données, Importance des flux de données ouvertes	<i>Large accès et circulation mondiale</i>	<i>Grands monopoles</i>	<i>Paysage diffus</i>	<i>Fermeture</i>
Postures d'acteurs-clés vis-à-vis de la validation/qualification	Sphère gouvernance/régulation	<i>Régulation sino-américaine</i>	<i>Fermeté et harmonisation mondiale</i>	<i>Laxisme</i>	<i>Autorité technique internationale</i>
	Sphère citoyenne et engagée	<i>Contrôle citoyen</i>	<i>Opportunisme</i>	<i>Désintéret</i>	<i>Participation citoyenne</i>
	Sphère recherche	<i>Auto-organisation planétaire</i>	<i>Mainmise des éditeurs</i>	<i>Validation/qualification en réseaux</i>	<i>Crowdfunding et crowdsourcing</i>
	Sphère business	<i>Prise de contrôle des multinationales du numérique</i>	<i>Partenariats Etats-Gafam</i>	<i>Multiplication d'opérateurs privés</i>	<i>Désintéret</i>
	Sphère cyber	<i>Automates en position hégémonique</i>	<i>Prolifération de systèmes automatiques en ligne</i>	<i>Systèmes d'aide à la validation/qualification</i>	<i>Peu ou pas de systèmes automatiques</i>

Fig. 4 Le « Tableau morphologique » pour la composante « Validation/qualification (des données, des résultats, des processus), qui synthétise les hypothèses d'évolution envisagées pour chacun des facteurs moteurs du devenir dans ce compartiment du jeu (chaque ligne du tableau)

A partir de ce tableau morphologique, neuf micro-scénarios ont été construits, dont les principales caractéristiques ont déjà été succinctement présentées (pour plus de détails, se reporter au cahier d'exploration prospective pour cette composante).

La variété des futurs possibles que montrent ces micro-scénarios est un défi lancé à la communauté de recherche, et singulièrement aux institutions de recherche en place aujourd'hui. En effet, à cet horizon, le « monde de la recherche » n'est plus celui du début du 21^e siècle, il s'est largement ouvert à des acteurs agiles, innovants et motivés par des intérêts multiples, qui vont eux aussi produire, qualifier ou faire le négoce de données à caractère scientifique grâce aux multiples possibilités ouvertes par la conjonction du Big et de l'Open Data. Valider/qualifier les données, résultats ou processus de recherche ne consistera pas toujours à établir l'exactitude et la qualité scientifique, mais aussi à prendre le pouvoir dans l'économie de la connaissance ou à pratiquer l'influence pour défendre des intérêts stratégiques ou particuliers. Se retrancher dans la seule validation/qualification rigoureuse de sa production propre n'est donc pas une solution viable pour la communauté scientifique si, par ailleurs, des pratiques qui lui échappent discréditent le fait scientifique.

Comme déjà précisé, deux critères sont donc apparus comme majeurs pour différencier les futurs possibles dans ce compartiment du jeu : d'une part la conception de la validation/ qualification qui aura cours dans le futur, d'autre part la sphère à laquelle appartiendront les acteurs qui auront la main sur le processus de validation/qualification. La caractérisation synthétique des cinq familles de micro-scénarios qui en découlent est représentée sur la figure ci-après (page suivante).

Dans les enseignements qu'a tirés le groupe de travail de ces explorations prospectives, il est apparu qu'un défi majeur pour la communauté scientifique sera d'éviter que la validation/qualification ne lui échappe totalement, selon de multiples sens d'évolution possibles, illustrés par les micro-scénarios. Mais vouloir s'en tenir aux seules méthodes éprouvées n'apparaît pas non plus comme une bonne manière de se préparer à l'avenir, dans la mesure où ce qui sera à valider sera de plus en plus souvent de nature différente de ce qu'a produit la science par le passé (sauf bien sûr en cas de rupture de trajectoire vis-à-vis du numérique en général, qui conduirait la société à revenir en arrière).

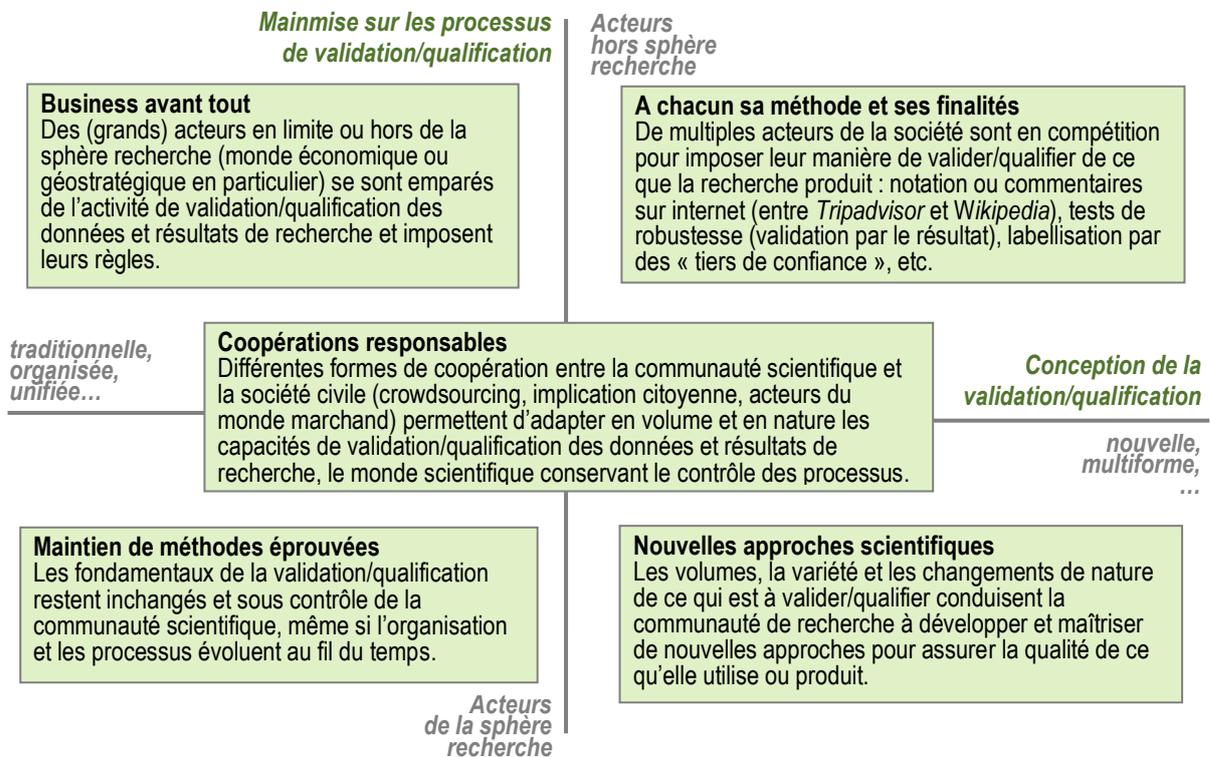


Fig. 5 Le « champ des possibles » en matière de « Validation/qualification (des données, des résultats, des processus) », construit en retenant deux caractéristiques particulièrement discriminantes

Le futur le plus souhaitable, pour éviter une balkanisation des communautés et donc des approches, combinerait donc les caractéristiques des deux familles de micro-scénarios « Nouvelles approches scientifiques » et « Coopérations responsables » décrites ci-après, dans des proportions qui dépendraient de l'environnement général de la recherche :

- « Nouvelles approches scientifiques » signifie qu'il est impératif de travailler dès aujourd'hui à la conception, à l'expérimentation, à la consolidation et au déploiement de processus nouveaux pour assurer la validation/qualification de ce qui est utilisé ou produit dans le cadre d'activités à contenu scientifique, notamment en lien avec des pratiques inédites telles que l'usage de données d'origine floue ou les connaissances produites par des algorithmes fonctionnant comme des boîtes noires.
- « Coopérations responsables » fait référence à la fois au fait que les masses de données associées à l'activité scientifique seront trop importantes pour être qualifiées par la seule communauté scientifique (qui d'ailleurs n'aura pas forcément la main sur elles), et à la réalité de multiples acteurs de la société – hors de la sphère recherche actuelle – de plus en plus investis dans l'économie de la connaissance, tant comme producteurs que comme intermédiaires. Le monde de la recherche doit mieux anticiper la montée de ces acteurs, pour les associer dans un jeu gagnant-gagnant où il étendra sa capacité d'être garant de la qualité scientifique de ce qui sera produit ou mis en ligne, y compris hors de son périmètre historique.

► Attendus sociétaux, action publique

Procédant de manière analogue à ce qui a été décrit pour la composante précédente, le groupe de travail a retenu sept facteurs moteurs majeurs pour l'évolution de la situation en matière d'attendus sociétaux et d'action publique vis-à-vis du numérique associé à la recherche.

Pour une majorité d'entre eux, ces facteurs ne sont pas spécifiques de l'activité scientifique (contrairement à d'autres composantes), mais portent sur le fonctionnement global du monde numérique et les liens que la société entretient avec le numérique, considérés comme constituant un cadre prédéterminant de ce que la société peut attendre du Big&Open Data en recherche (voir tableau synthétique ci-dessous et tableau détaillé en annexe).

Contribution de la société aux ressources numériques pour la recherche	<i>Société tracée</i>	<i>Société prescriptrice</i>	<i>Société contributrice</i>		
Principal niveau de maîtrise des ressources numériques dans le monde	<i>Etats</i>	<i>Multinationales</i>	<i>Equilibre multi-acteurs</i>	<i>Partenariats Etats - Gafam</i>	<i>Structure onusienne</i>
« Mondialité » de l'éthique et des règles d'usage du numérique	<i>Convergence mondiale</i>	<i>Approches culturelles en conflit</i>	<i>« Interopérabilité » entre régions du monde</i>	<i>Jungle</i>	
Appétence/méfiance de la société vis-à-vis de « l'homme augmenté par le numérique »	<i>Débat et choix de société</i>	<i>Arbitrage par l'Etat</i>	<i>Rejet total</i>	<i>Acceptation sans restriction</i>	<i>Débats conflictuels sans issue</i>
Acteurs dominants dans les processus de décision publique en matière de numérique	<i>Consom'acteurs et citoyens</i>	<i>Etat régulateur</i>	<i>Système expert, IA</i>	<i>Experts scientifiques</i>	<i>Lobbies</i>
Egalité/règles/discriminations sociales ou géostratégiques en matière de droit d'accès aux ressources numériques	<i>Filtrages stratégiques</i>	<i>Filtrages territoriaux</i>	<i>Habilitations individuelles</i>	<i>Accès universel</i>	
Capacité des acteurs de la société civile de tirer parti des ressources numériques	<i>Inégalités face au numérique</i>	<i>Désintérêt général</i>	<i>Appropriation et démocratisation</i>		

Fig. 6 Le « Tableau morphologique » pour la composante « Attendus sociétaux, action publique »

Sur cette base, six micro-scénarios ont été construits (voir détails dans le cahier d'exploration prospective pour cette composante), qu'il a été décidé de différencier d'une part par l'importance plus ou moins grande de cadres éthiques et réglementaires au plan mondial, d'autre part par le niveau d'implication publique en matière de numérique, conduisant à la caractérisation de l'espace des possibles ci-après (page suivante).

Le travail prospectif sur cette composante a permis de révéler de multiples implicites dans la manière d'aborder le sujet. « Attendus sociétaux » et « action publique » semblaient des concepts assez clairs au moment de la formulation des questionnements. Or, en prenant du recul vis-à-vis de ces concepts pour se projeter dans le futur, plusieurs difficultés apparaissent. La première est relative au périmètre pertinent. Historiquement, tant pour les attendus sociétaux que pour l'action publique, le bon niveau était celui de l'Etat. Avec le numérique qui efface largement les frontières et permet à des communautés soudées par des intérêts ou idées communes d'agir, il en va tout autrement : le sentiment de « faire société » est multi-échelle, allant d'écosystèmes géographiques locaux à des réseaux globaux (société « globale »). L'Etat perd du pouvoir, mais dans l'imaginaire projeté par les explorations prospectives sur cette composante, il reste celui sur lequel on compte en premier pour l'action publique, et reste le garant de la défense de l'intérêt collectif face au privé qui, par principe, est considéré comme défendant d'abord des intérêts particuliers.

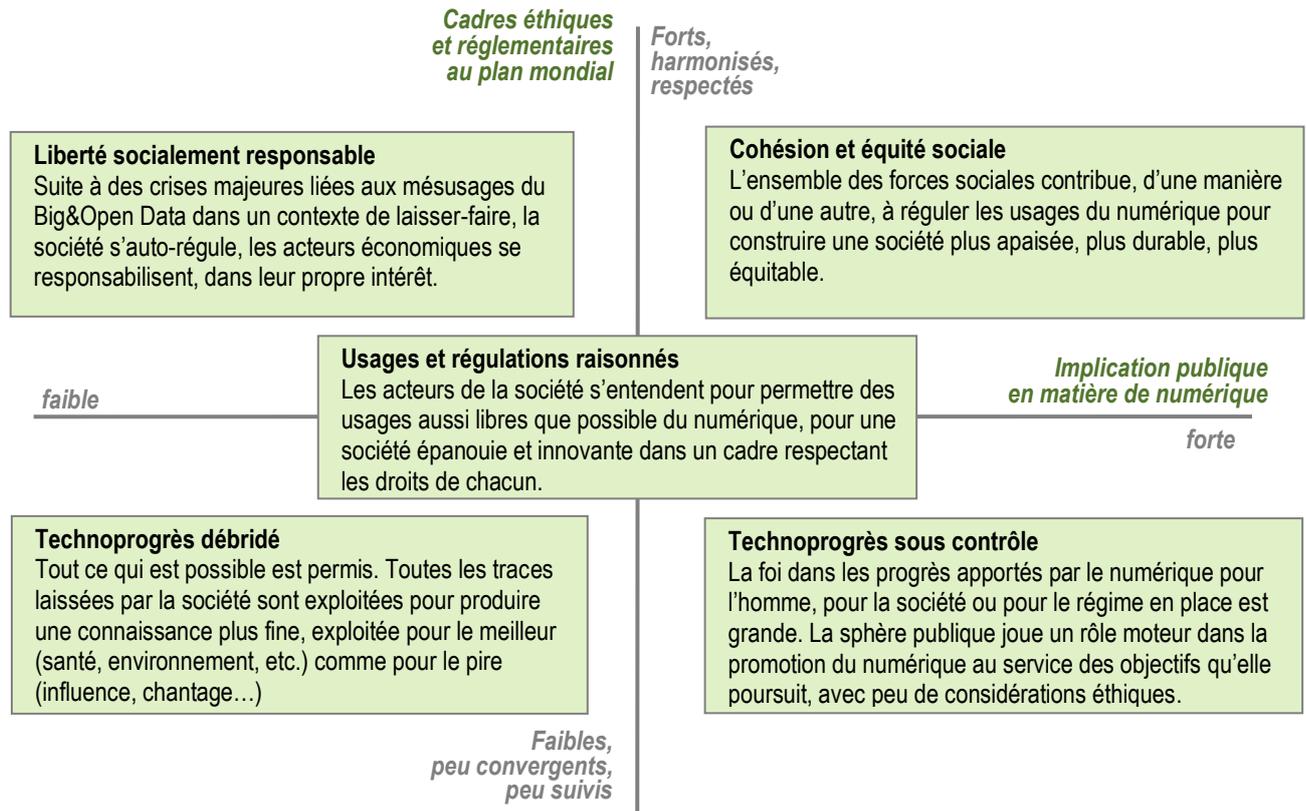


Fig. 7 Le « champ des possibles » en matière d' « Attendus sociétaux, action publique », construit en retenant deux caractéristiques particulièrement discriminantes

Tout ceci explique bien que les micro-scénarios imaginés s'organisent selon une diagonale dans le plan de représentation présenté ci-dessus, comme si une implication publique forte était d'abord corrélée à la défense de cadres d'éthique et de justice numérique, et qu'à l'inverse une faible implication publique irait de pair avec une société peu responsable.

Il convient donc de s'interroger sur deux « ruptures culturelles » susceptibles d'apparaître dans le futur : d'une part des scénarios de faible implication publique dans une société librement responsable, ce qui va bien dans le sens des questionnements actuels sur le rôle social (ou sociétal) de l'entreprise ; d'autre part – et de manière symétrique –, des situations d'implication publique peu éthique, telles qu'un totalitarisme numérique.

De ces différentes considérations (et de l'analyse des micro-scénarios eux-mêmes), le groupe de travail a retenu les idées suivantes :

- **Le rôle-clef d'orientation à long terme reste à l'Etat**, bien qu'il soit tiraillé entre les pressions « techno-dominantes » des oligopoles du numérique et les pressions « libertaires » des sociétés mieux informées. Il faut aussi bien être conscient que dans ce domaine, un gouvernement autoritaire ou pas peut changer la situation du jour au lendemain en fermant les accès ou en interdisant les plates-formes.
- **La question de la pérennité des décisions publiques sur le numérique est posée**, ce qui milite pour des cadres juridiques comme le RGPD et institutionnels (ONU).
- Il apparaît **trois grandes voies d'évolution** :
 1. le conflit permanent entre tous les intérêts cherchant chacun la domination des autres,
 2. le compromis compliqué, instable et en évolution permanente mais aussi point d'équilibre provisoire entre groupes sociaux, Etats et oligopoles,
 3. Un consensus "soft" par l'équilibrage dynamique et négocié des parties.

Deux pistes d'action s'en dégagent, qui sont transversales et sans regret :

- **Ouvrir les organismes de recherche sur la société**, en créant les conditions d'une plus grande connexion avec les citoyens, qui deviennent des acteurs et pas seulement des évaluateurs de la recherche,
- **Développer la culture du numérique à tous les niveaux**, des enfants jusqu'aux dirigeants, par des formations expliquant ce que sont des algorithmes, des données, des logiciels....

► Accès, régulation, protection

Procédant toujours de manière analogue pour cette troisième composante, les principaux facteurs moteurs retenus pour construire le modèle prospectif, ainsi que les différentes hypothèses d'évolution imaginées pour chacun de ces facteurs, sont résumés dans le tableau morphologique compact ci-après (tableau détaillé en annexe 6).

Mis à part un facteur relatif à la technologie, ce sont essentiellement des facteurs sociétaux qui ont été mis en avant, dont une bonne partie tourne autour de l'équilibre entre risques et opportunités pour la société (avec une tension entre l'importance économique des données et la préservation des intérêts des individus), dont les Etats seraient plus ou moins en capacité d'être les garants, dans un paysage mondial harmonieux ou au contraire conflictuel ou fragmenté.

Importance de la donnée numérique dans l'économie	<i>Décroissance de la bulle</i>	<i>Monnaie d'échange</i>	<i>Oligopolisation</i>	<i>Marchés bien délimités</i>	<i>Grands marchés multi-acteurs</i>
Orientation des politiques publiques d'accès, régulation, protection	<i>Neutralité</i>	<i>Incitation pour l'Open Data</i>	<i>Protectionnisme</i>	<i>Incitations différenciées et sélectives</i>	<i>Dérégulation</i>
« Mondialité » de l'éthique et des règles d'usage du numérique	<i>Convergence mondiale</i>	<i>Approches culturelles en conflit</i>	<i>« Interopérabilités » entre régions du monde</i>	<i>Jungle</i>	<i>Régulations au cas par cas</i>
Capacité de la technologie à répondre aux besoins en matière de conservation, protection et utilisation de données numériques	<i>Réponse technologique à tous les problèmes</i>	<i>Instabilités technologiques</i>	<i>Insuffisance technologique</i>	<i>Performances différenciées/sélectives</i>	
Capacité des Etats à exercer leur souveraineté numérique	<i>Impuissance publique</i>	<i>Balkanisation du monde numérique</i>	<i>Agissements d'États voyous</i>	<i>Souveraineté effective dans un cadre mondial</i>	
Capacité des acteurs de la société civile de tirer parti des ressources numériques	<i>Inégalités face au numérique</i>	<i>Désintérêt général</i>	<i>Démocratisation</i>		
Perception de l'intérêt du B&O Data pour relever les défis sociétaux complexes	<i>Perception et soutien raisonné</i>	<i>Refus du Big&Open Data pour gérer la complexité</i>	<i>Scientisme</i>	<i>Perception, avec délégation de mise en œuvre à la machine</i>	
Conscience des risques liés aux mésusages des données	<i>Sous-estimation volontaire</i>	<i>Insouciance ou résignation</i>	<i>Surenchère et paranoïa</i>	<i>Maîtrise réelle</i>	

Fig. 8 Le « Tableau morphologique » pour la composante « Accès, régulation, protection »

Cinq micro-scénarios d'accès, régulation et protection des données numériques ont été construits à partir de ce tableau, dont on trouvera le détail dans le cahier d'exploration prospective relatif à cette composante. Le champ des possibles pour les micro-scénarios a été rapporté à deux caractéristiques :

- **Les cadres éthiques et réglementaires relatifs à l'accès, à la régulation et la protection des données.** Ces cadres peuvent aller de cadres très lâches (soit par démission des pouvoirs publics, soit par conviction que laisser la liberté apportera plus de bénéfices que de problèmes), à des cadres très stricts (par obligation réglementaire ou morale).
- **L'attitude ou la stratégie dominante des détenteurs de données.** La donnée est une richesse pour son détenteur, qui peut soit y donner largement accès dans une société numérique ouverte (pour augmenter son influence et son poids économique s'il est privé, pour maximiser l'usage et les bénéfices pour la société s'il est public), soit en contrôler strictement l'accès et l'usage dans le cadre d'une société numérique plus fermée (pour servir des intérêts économiques privés ou pour asseoir une autorité publique).

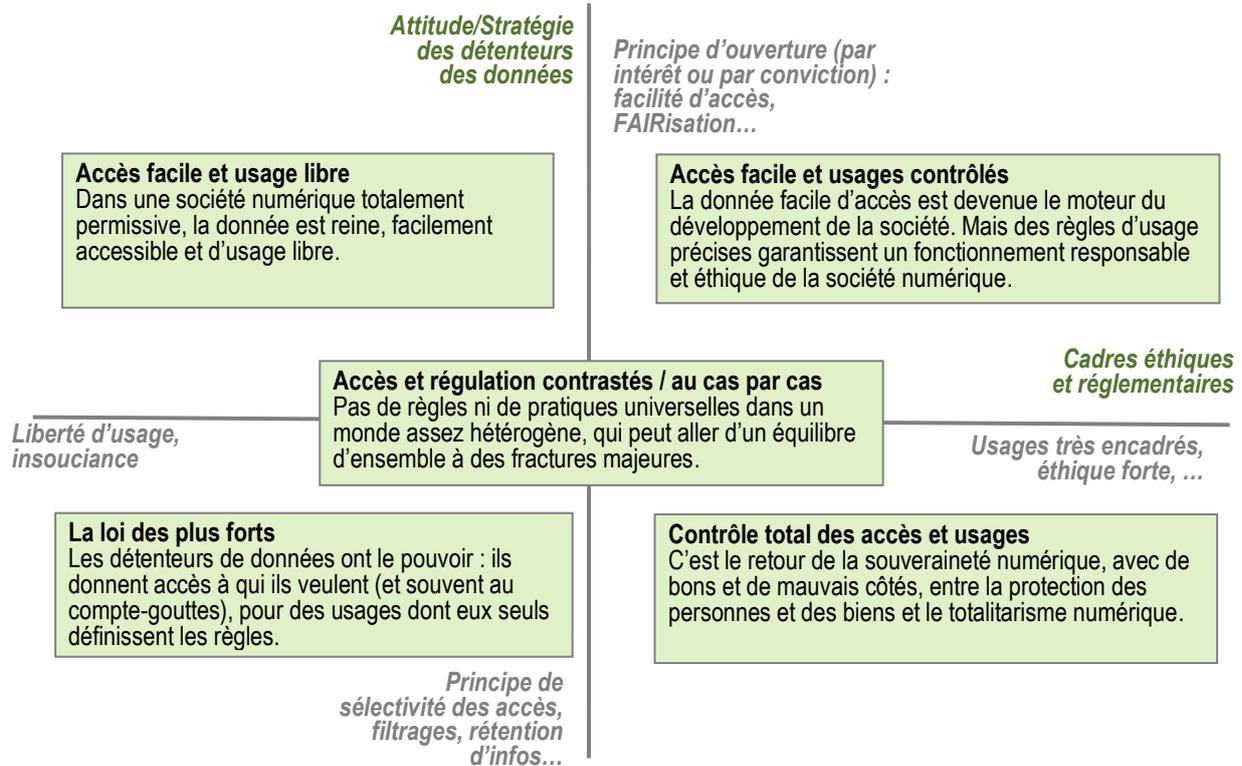


Fig. 9 Le « champ des possibles » en matière d' « Accès, régulation, protection », construit en retenant deux caractéristiques particulièrement discriminantes

Un aspect qui est apparu assez vite, en prenant du recul vis-à-vis des différents micro-scénarios, c'est la grande facilité avec laquelle, pour différentes raisons d'ordre politique, économique ou social, la trajectoire peut évoluer d'un quadrant à un autre du schéma ci-dessus. Ceci conduit aux deux enseignements ci-dessous.

Le premier enseignement est que l'activité de recherche ne doit pas être organisée en fonction d'une seule de ces situations possibles, même si elle semble stable à un moment donné. Au contraire, une certaine robustesse aux changements dans les possibilités d'accès et d'utilisation des données numériques en ligne doit prévaloir, pour assurer la résilience des organisations.

Le second enseignement est que la mise en place de dispositions permettant aux chercheurs de conduire une activité scientifique, quel que soit le contexte, apparaît souhaitable. Il en résulte l'idée de le doter d'un statut lui conférant cette possibilité. Une telle disposition est d'autant plus souhaitable que, du fait des possibilités ouvertes par le Big&Open Data, de plus en plus de chercheurs seront amenés à travailler hors des cadres institutionnels établis, et ne pourront pas disposer *a priori* de facilités accordées aux membres d'organismes de recherche dûment répertoriés et habilités. Mais créer un tel statut, qui conférerait au chercheur des droits et des devoirs en matière d'usage des ressources numériques, soulève un certain nombre de questions :

- En quoi consisterait précisément ce statut ?
- Quelle entité serait habilitée à le décerner ou à le retirer ? sur quels critères ?
- Quelle transparence et quelle traçabilité mettre en place pour garantir la qualité de chercheur ?
- Comment organiser la communauté des chercheurs pour défendre ce statut et veiller à respecter la déontologie de cette communauté ?
- Quels risques corporatifs peuvent se développer ?
- Qui assurerait la charge financière des processus d'accès aux données, de « certification » des chercheurs, de contrôle des produits... ?

Permettre au chercheur d'échapper à certaines contingences pour faire progresser la science, ne doit pas conduire à éluder la question de l'articulation de son travail à la sphère économique, car toute transformation des données produit de la valeur, marchande ou non. Il apparaît donc important de

pouvoir identifier la plus-value apportée par cette transformation, puis reconnaître l'apport des différents contributeurs à la production de cette plus-value pour répartir les profits qui en découlent. On débouche sur les notions de propriété intellectuelle et de licences attachées tant aux données d'origine qu'aux produits de cette transformation. Une difficulté vient de ce que, d'une part, l'origine des produits peut être cachée derrière quantités de transformations successives, d'autre part, que les produits sont la plupart du temps immatériels. L'intelligence artificielle pourrait être un outil de surveillance de l'exploitation des licences (*fake data*, copie illégale, piratage...). Il faudrait un tiers de confiance capable de garantir l'intégrité des processus. L'estimation de la valeur des données reposerait sur la traçabilité « embarquée et inviolable » de la donnée (*blockchain...*).

Enfin, il appartiendrait toujours à la puissance publique de définir les grandes orientations et objectifs stratégiques de la recherche publique, puis de mettre en place et piloter la concertation entre les acteurs du Big&Open Data pour définir les standards, les règlements, les certificats, les labels... en matière de numérique, applicables aux organismes de recherche publique.

► Organisation, infrastructures, partage

Les réflexions sur les facteurs moteurs de l'évolution en matière d'organisation, infrastructures et partage, ont fait apparaître ce qui va se passer au niveau européen comme un aspect majeur, à travers d'une part une politique de souveraineté numérique européenne, d'autre part une recherche sur le numérique en Europe. En effet, même si Internet n'est en principe pas limité par les frontières, la maîtrise à la fois d'infrastructures territoriales, de ressources numériques et de compétences à la pointe est indispensable pour négocier avec un poids suffisant avec les géants privés du numérique (et les Etats qui les soutiennent), et pour se prémunir contre d'éventuels blocages d'accès hors du territoire. Au plan technique, l'importance prise par les outils et services, l'interopérabilité des systèmes et langages ainsi que l'accessibilité des données pour la recherche constituent aussi des facteurs « dimensionnants » pour le futur. Enfin, pour ce qui concerne spécifiquement la France, la volonté d'intégration organisationnelle de la transdisciplinarité (au-delà de la transdisciplinarité des projets) apparaît aussi comme un facteur majeur dans le cadre d'un exercice de prospective visant à éclairer les directions des organismes publics de recherche. Tout ceci conduit au tableau synthétique suivant, qui précise pour chaque facteur moteur retenu les hypothèses d'évolution envisagées :

Articulation Etat de droit / Loi du plus fort	<i>Des acteurs-voyous dévastent la sphère cyber</i>	<i>Les acteurs du numérique poursuivent leurs intérêts en défiant les Etats</i>	<i>Les acteurs du numérique gouvernent le monde de façon responsable</i>	<i>Les acteurs du numérique et les Etats s'entendent pour un monde durable</i>	<i>Les Etats retrouvent l'autorité sur le fonctionnement du monde numérique</i>
Politique de souveraineté numérique européenne	<i>Bien coordonnée, vigoureuse et largement financée</i>	<i>Coordonnée sans moyens suffisants</i>	<i>Fragmentée, mais la France met le paquet</i>	<i>Fragmentée, la France à la traîne</i>	
Place de la recherche sur le numérique en Europe	<i>Domaine prioritaire, bien coordonnée et largement financée</i>	<i>Domaine important moyens suffisants mais mauvaise coordination</i>	<i>Domaine insuffisamment soutenu, mais la France met le paquet</i>	<i>Domaine insuffisamment soutenu, y compris en France</i>	
Accessibilité des données pour la recherche	<i>Mainmise géostratégique d'un grand pays qui contrôle les accès</i>	<i>Multiplés détenteurs qui font du business</i>	<i>Bien commun de l'humanité à l'accessibilité facilitée</i>	<i>Replis nationaux ou communautaires</i>	
Interopérabilité des systèmes et langages	<i>L'« Esperanto » des données/échanges</i>	<i>« Babelisation » des systèmes</i>	<i>Communautarisme par collectifs épistémiques</i>	<i>Structures dynamiques</i>	
Importance prise par les outils et services Big Data en ligne	<i>Généralisation des plateformes ouvertes offrant outils et services</i>	<i>Plateformes à accès réservé (partenaires, clients...)</i>	<i>Jungle d'outils en ligne</i>	<i>Peu d'outils et services accessibles en ligne</i>	<i>Sauts technos divants entre pays et entreprises (ex. quantique)</i>
Volonté d'intégration organisationnelle de la transdisciplinarité en France	<i>Très importante</i>	<i>Importante</i>	<i>Moyennement importante</i>	<i>Peu importante</i>	
Evolution du financement liée au développement de la e-science	<i>Financement de projets complets déposés par des consortia d'institutions</i>	<i>Financement de porteurs de projet institutionnels qui organisent la sous-traitance à des équipes constituées</i>	<i>Financement de porteurs de projet individuels qui s'appuient sur des contributeurs en ligne</i>	<i>Défis en ligne et consolidation de contributions multiples</i>	

Fig. 10 Le « Tableau morphologique » pour la composante « Organisation, infrastructures, partage »

A partir de ce tableau, six micro-scénarios ont été construits (voir détails sur le cahier d'exploration prospective correspondant), qui se différencient par deux caractéristiques majeures :

- **Le fonctionnement global du monde** : compte tenu d'une part des coûts croissants d'investissement dans des infrastructures numériques, d'autre part de l'importance des coopérations et convergences en matière de développements informatiques et normes d'utilisation, la volonté et le niveau de stabilité et de coopération au plan mondial sont déterminants pour structurer le système mondial de recherche.
- **Les logiques organisationnelles dominantes** : compte tenu du poids des acteurs transnationaux privés du numérique, l'équilibre des pouvoirs entre les gouvernances étatiques classiques et les approches globales des grands acteurs du numérique, en matière d'infrastructures, de services et modes opératoires, est également un facteur différenciant majeur des futurs possibles dans ce champ de l'organisation, des infrastructures et du partage en recherche.

La couverture du champ des possibles par les différents micro-scénarios produits, en les positionnant sur un plan de représentation utilisant ces deux axes, s'est avérée bonne : les quatre quadrants de la représentation ci-après correspondent bien à des situations décrites dans ces micro-scénarios.

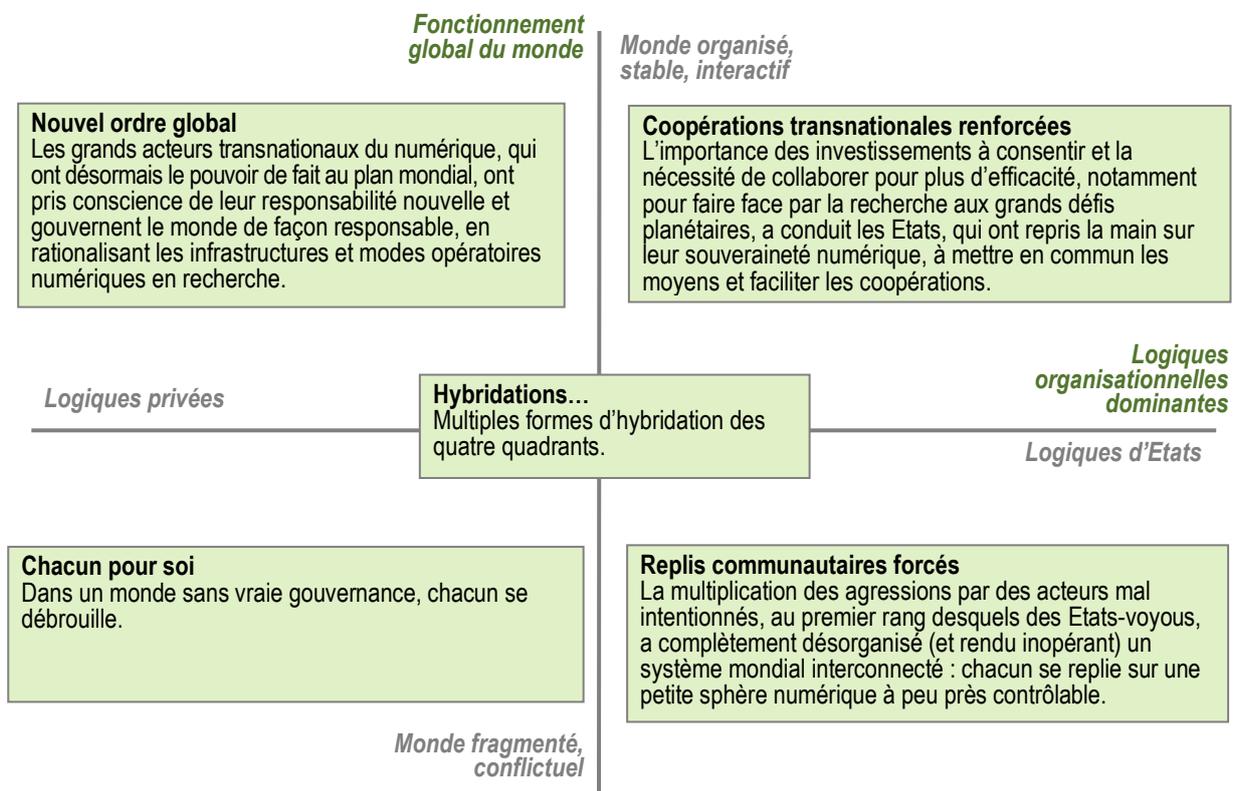


Fig. 11 Le « champ des possibles » en matière d' « Organisation, infrastructures, partage », construit en retenant deux caractéristiques particulièrement discriminantes

La lecture des différents micro-scénarios montre qu'un aspect central du devenir (numérique) du monde est constitué par la tension permanente et inévitable entre la dimension spatiale de l'Etat et la dimension nécessairement internationale et sans frontière du numérique. Au-delà des aspects techniques et organisationnels, cette tension porte aussi sur les aspects culturels sous tendus par les systèmes, leurs contenus et leurs règles. Pour ce qui concerne la recherche, la question n'est donc pas uniquement celle de la disponibilité et accessibilité des ressources, mais aussi celle des cadres implicites qui influencent l'action du chercheur et l'acceptation des résultats de sa recherche.

Les infrastructures jouent un rôle important dans la diffusion de la culture du numérique (ou associée au numérique), même si leur localisation reste quasi invisible du grand public. Les installations géantes

pourraient être concurrencées par des infrastructures locales, pour des services décentralisés de type circuit court avec des problématiques et des applications régionales ou locales. Pour réduire les risques d'excès de pouvoir dans le numérique, le développement de structures intermédiaires, contrôlées au niveau des territoires concernés, apparaît donc souhaitable.

Comme déjà indiqué, l'échelon européen a été considéré comme le bon niveau au plan mondial pour développer une politique de souveraineté numérique coordonnée, vigoureuse et financée, au service des différents Etats européens. En matière de recherche, cela signifie qu'il faut mieux articuler les stratégies d'établissements de recherche et d'Etats au niveau européen et, en particulier, que la concurrence entre organismes et entre Etats laisse place à des collaborations stratégiques. Ceci permettrait notamment d'être plus efficace au plan européen dans le développement, au sein de différents établissements de recherche, d'infrastructures (plateformes ouvertes) proposant des outils et services en ligne associés au Big Data.

► Transformation du métier

Un aspect dimensionnant majeur, en matière de transformation du métier, est lié au devenir des attentes de la société vis-à-vis de la recherche, et aux possibilités ouvertes par le numérique pour y répondre, notamment aux non-professionnels de la recherche. Les différents facteurs moteurs retenus pour explorer les futurs possibles de cette composante tournent pour une bonne part autour de cette question. Les capacités techniques et l'ouverture des données jouent évidemment aussi un rôle, ainsi que la manière dont le chercheur professionnel va être reconnu. Ces différents aspects se retrouvent dans le tableau morphologique de cette composante :

Ce qu'on attend du chercheur pro	<i>Excellence académique</i>	<i>Recherche finalisée</i>	<i>Aide à la décision.</i>	<i>Coordination</i>	<i>Exploitation de la rareté</i>
Acquisition des compétences en BOD	<i>Parcours spécialisé dédié à la recherche</i>	<i>Parcours hors cadre, au fil de l'eau</i>	<i>Chercheur par association</i>	<i>Large socle de compétences</i>	
Importance des mégadonnées dans le métier de chercheur	<i>Big Data, so what ?</i>	<i>Big Data, sinon rien !</i>	<i>Le chercheur pour nourrir le Big Data</i>	<i>Le chercheur assisté par l'IA</i>	<i>Nouveaux horizons par l'expérimentation numérique</i>
Niveau d'ouverture des données	<i>Open c bon pour le business</i>	<i>Open ça craint : c'est sensible pour l'Etat</i>	<i>Open c raté</i>		
Financement de la recherche	<i>Financement de compétences</i>	<i>Financement sur appels à projets</i>	<i>Financement sur contrats privés</i>	<i>Financement de chercheurs</i>	<i>Financement de Défis en ligne ouverts à tous</i>
Critères de mesure de la réputation/d'évaluation du chercheur	<i>Evaluation par les pairs</i>	<i>Evaluation par le web social</i>	<i>Evaluation par les retombées socio-économiques</i>		
Modalités de traitement de la complexité des objets de recherche	<i>Rechercher et comprendre les mécanismes</i>	<i>Décrire et prédire ce qui va se passer</i>	<i>Promouvoir l'alliance chercheur-IA</i>	<i>S'en remettre aux algorithmes</i>	<i>Mettre en place des « task forces » ad hoc.</i>

Fig. 12 Le « Tableau morphologique » pour la composante « Transformation du métier »

Cinq micro-scénarios ont été produits, qui explorent notamment le niveau de recours au numérique et la dépendance du chercheur à ce numérique (qui, du chercheur ou de la machine, est au service de l'autre ?), ainsi que le niveau de développement d'activités relevant de la recherche hors du périmètre traditionnel de la communauté de recherche, par des acteurs dont ce n'est pas le métier, au sens d'avoir eu une formation initiale à la recherche et de faire durablement partie d'une communauté académique. Le positionnement de ces différents micro-scénarios dans un plan de différenciation s'est fait en choisissant les deux axes de différenciation suivants :

- **L'effet croisé du Big Data et de l'Open Data sur les pratiques** : les apports du numérique peuvent aller d'une simple aide grâce à des outils plus performants, qui ne remettent pas en cause la manière de conduire les recherches, à un renouvellement profond des pratiques, soit parce que le chercheur devient un simple opérateur de systèmes d'intelligence artificielle, soit parce que les recherches thématiques s'imbriquent étroitement avec les recherches sur le numérique lui-même, conduisant aussi à des transformations organisationnelles (évaluation comprise).

- **La conception de la recherche** : traditionnellement, la recherche est un métier pratiqué par des professionnels, qui y font carrière. Les ouvertures apportées par le numérique en matière de ressources (données, outils et services), ainsi que les besoins de compétences nouvelles et opportunités pour des profils divers, font qu'une part plus ou moins grande des activités de recherche pourrait venir d'acteurs dont ce n'est pas le métier, mais une activité temporaire ou non, rémunératrice ou bénévole.

Ceci conduit au plan de représentation synthétique des futurs possibles ci-après.

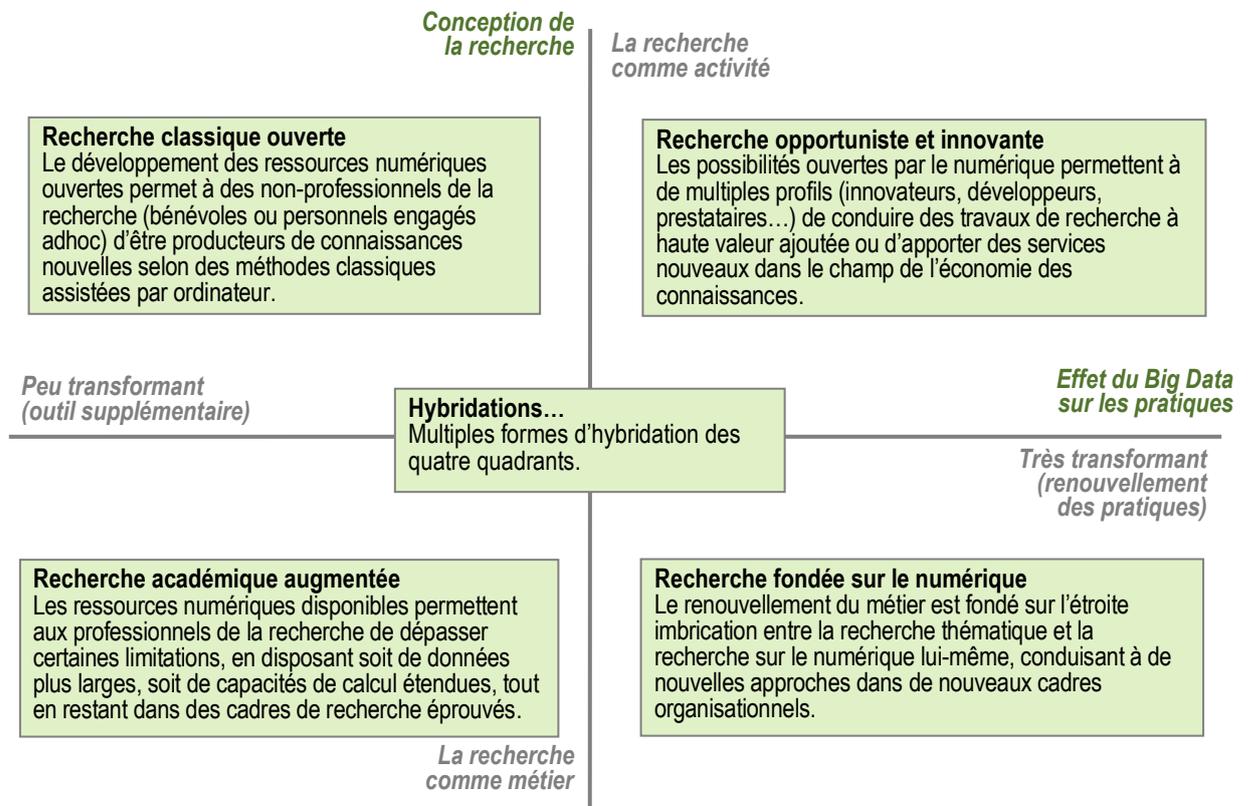


Fig. 13 Le « champ des possibles » en matière de « Transformation du métier », construit en retenant deux caractéristiques particulièrement discriminantes

Dans la mesure où cette transformation du métier est en lien direct avec le devenir des organismes de recherche, le groupe de travail a observé spécifiquement chacun des cinq micro-scénarios, pour en tirer des étonnements, questionnements ou alertes :

- Micro-scénario « Innovateur agile et indépendant » : est-on prêt, a-t-on la maîtrise du Big&Open Data, quelle implication de nos institutions dans la production et l'exploitation du Big Data et de l'Open Data ? Enjeu : devenir leader plutôt que rattraper le retard.
- Micro-scénario « Chercheur-cyber agent » : risque d'instrumentalisation ; si on veut éviter la disparition du chercheur de métier et des institutions de recherche, il faut intégrer cette possibilité dans les choix stratégiques et gérer la transition.
- Micro-scénario « Chercheur·e (académique) assisté·e par un robot » : il faut de la formation et des investissements pour acheter les robots, avec intégration de démarches scientifiques différentes. S'assurer qu'on a les meilleurs équipements (robots, BDD) pour attirer les chercheurs. La tension entre bien commun et compétition doit être clarifiée.
- Micro-scénario « Chercheur de la Small Data » : il existe des niches en dehors du Big&Open Data à ne pas rater, tout comme il existe des opportunités dans le temps long, à échelle humaine. Il convient de laisser de l'air et de l'espace pour les créatifs, les alternatifs (diversité des cerveaux et des façons de faire, transdisciplinarité, lieux d'invention plutôt que d'innovation).

- Micro-scénario « Recherche citoyenne ». Donner un rôle aux acteurs de la société au-delà de simples bénéficiaires ou fournisseurs de données, par exemple financeur et donc programmation de la recherche, interprétation-analyse, interventions diverses, regards alternatifs.

Une lecture transversale de ces différents micro-scénarios conduit aussi aux réflexions suivantes :

- **Les possibilités de collaboration entre acteurs très divers** (allant du chercheur amateur au robot), ouvertes par le Big&Open Data, pourraient conduire le chercheur « professionnel » du futur (c'est-à-dire entre autres le chercheur d'un organisme de recherche) à être plutôt un chef d'orchestre qu'un acteur exécutant lui-même de la recherche. Outre cette fonction de management d'une équipe, il aurait une responsabilité dans la qualité et la pérennité des données et résultats de la recherche.
- **Chercheur pourrait ne plus être une profession, mais un emploi.** Dans cette hypothèse, on ne serait plus chercheur à vie, mais on acquerrait par un parcours personnel des compétences qui seraient mises à profit dans le cadre de travaux de recherche.
- Dans un contexte où tout ce qui circulerait sur internet serait jugé suspect, manipulateur, etc., **le chercheur devrait trouver des canaux spécifiques pour diffuser ses résultats.** Mais avec quelle audience ? D'un autre côté, dès aujourd'hui on observe déjà une certaine confusion entre la parole des scientifiques et la communication des organismes de recherche. Si l'évaluation du web social s'étendait à l'évaluation du chercheur, ce dernier devrait éviter le piège du tout-médiatique.

► Connaissance produite

Sans réouvrir un débat philosophique sans fin sur ce qu'est la connaissance en soi et l'évolution future du concept, l'exploration prospective conduite s'est concentrée sur les **facteurs, liés au développement du numérique**, qui déterminent la place et le rôle de la connaissance dans le fonctionnement de la société (production, conservation, diffusion, acceptation et utilisation des connaissances nouvelles permises par le Big et l'Open Data), d'où le tableau morphologique ci-après :

Attributs et caractéristiques de la connaissance	<i>Atteinte de limites économiques</i>	<i>Nouvelle économie associée</i>	<i>Le défi de la volatilité</i>	<i>Le big data comme objet de connaissance</i>	<i>La question de l'intégrité des données</i>
Pédagogie de la diffusion de la connaissance	<i>Retour d'une dramaturgie</i>	<i>Le grand catalogue</i>	<i>Le savoir pour tous</i>		
Méthode et pratique scientifique, avec l'interaction humain machine	<i>Changement dans la chaîne de l'information</i>	<i>Clivage entre domaines scientifiques</i>	<i>Difficultés pour théoriser et pour comprendre en profondeur</i>	<i>Perte de repères et fin de la créativité</i>	<i>Inverse de la précédente ?</i>
Développement de la digitalisation du monde	<i>Résistance des milieux académiques</i>	<i>Enrichissement et diversité des connaissances</i>	<i>Objets connectés dominants dans la production de connaissance</i>	<i>Triomphe exclusif de la digitalisation</i>	<i>Résistance de la population</i>
Retour sur investissement escompté de la connaissance	<i>Absence d'une métrique d'évaluation</i>	<i>Une utilité définie a posteriori</i>	<i>Donner la priorité à l'humain</i>		

Fig. 14 Le « Tableau morphologique » pour la composante « Connaissance produite »

Quatre micro-scénarios ont été produits sur cette base, qui vont d'une situation inquiétante où la machine intelligente a pris le pouvoir sur l'homme « parce qu'elle sait » (micro-scénario « Le labyrinthe ») à un avenir radieux où l'homme accède à de nouveaux horizons parce qu'il utilise à fond la machine tout en se dégageant de son emprise (micro-scénario « Le retour des humains »). Le champ des possibles en matière de connaissance produite est ainsi balisé par deux axes :

- **La prédominance entre l'homme et la machine** en matière de maîtrise de la connaissance produite ; la maîtrise par l'homme ne signifie pas qu'il n'exploite pas les facilités apportées par le Big&Open Data, mais qu'il garde la main sur cette production, notamment en ce qui concerne le sens des connaissances produites, leur qualité, leurs limites d'utilisation ; à l'inverse, la maîtrise par la

machine correspond à des situations où l'homme est soumis aux résultats de la machine, sans qu'il ait la capacité de les lire de façon critique.

- **Le degré d'appropriation de la technologie par la société** : bien appropriée, la technologie permet à l'ensemble de la société d'accéder à la connaissance et d'en réguler les usages par la diversité des acteurs impliqués ; mal appropriée, elle confère un pouvoir nouveau sur la société à ceux qui la maîtrisent et ont seuls la capacité de produire ou de détenir les connaissances qui la font vivre, qu'il s'agisse des élites dans un cas, ou dans l'autre d'intelligences artificielles prenant de fait le pouvoir sur la société humaine.

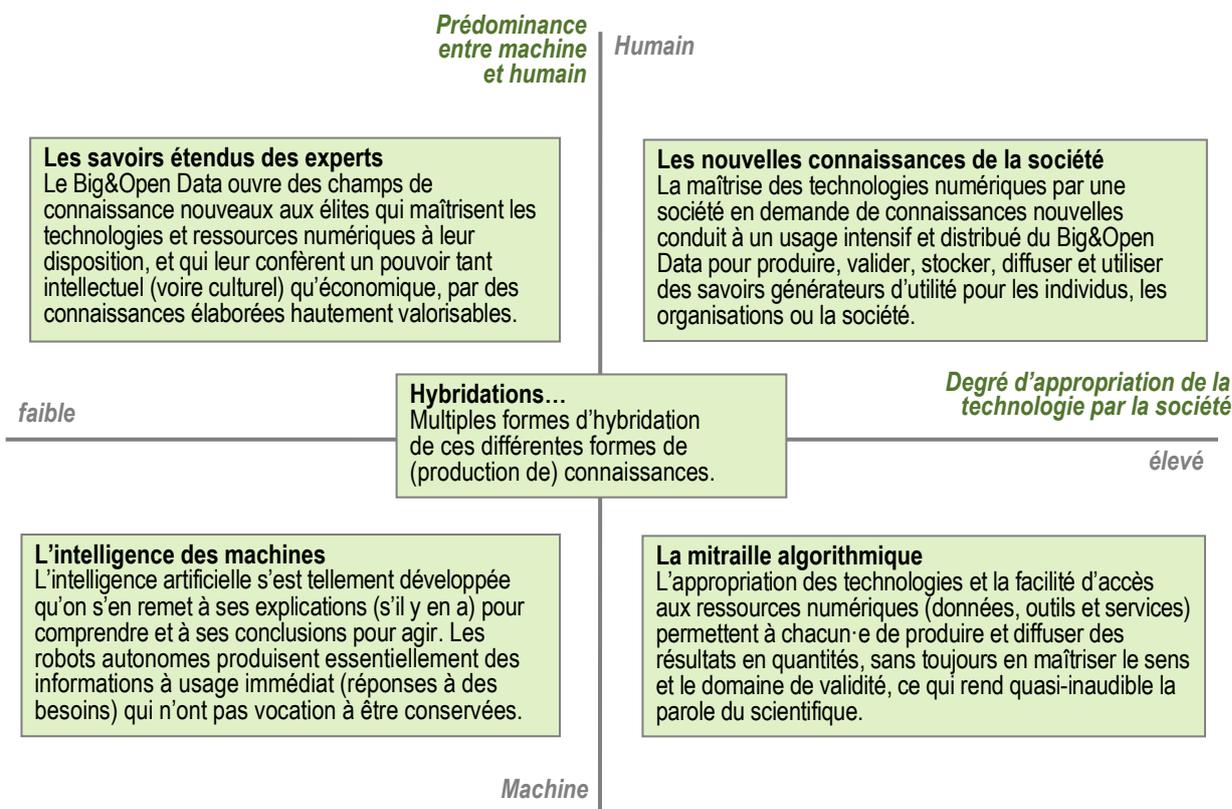


Fig. 15 Le « champ des possibles » en matière de « Connaissance produite », construit en retenant deux caractéristiques particulièrement discriminantes

Il y a bien sûr de grandes différences entre les futurs décrits dans les quatre quadrants du schéma ci-dessus, en matière de caractéristiques des connaissances produites et de relations à l'homme et à la société. Néanmoins, une observation commune à toutes ces situations peut être formulée : **les capacités nouvelles apportées par le Big&Open Data, ainsi que la grande facilité de produire des résultats en nombre, changent le rapport de la société à la connaissance**. La connaissance est de plus en plus souvent associée à l'action, produite au fil de l'eau pour répondre à des besoins, et de moins en moins d'abord considérée pour elle-même, pour être inscrite dans le grand livre de la connaissance sans préjuger de ses usages futurs. Ceci amène à s'interroger sur la manière dont la recherche fondamentale peut être légitimée aux yeux de la société numérique du futur et soutenue par elle. De toute évidence, des liens visibles et étroits doivent la relier aux applications, ce qui peut nécessiter des changements dans la manière dont les institutions de recherche organisent leurs équipes.

La question de la conservation/capitalisation des connaissances est également posée par cette tendance à une production de plus en plus intense de connaissances à usage immédiat. **L'articulation entre données et résultats, souvent floue et fragile, est à réexaminer** à la lumière de cette nouvelle situation : qu'est-ce qui est spécifique, lié à une situation, un territoire, un moment de l'histoire etc., et qu'est-ce qui est générique, susceptible de réutilisations multiples (donc aussi de création de valeur économique) ? S'interroger sur la valeur de la connaissance produite, et sur la chaîne de valeur de la

production de connaissances, dans un monde numérique ouvert, apparaît donc essentiel pour le modèle économique de la recherche, y compris pour la recherche publique qui dépend de plus en plus de déterminants d'ordre économique.

► Business, concurrence

Les principaux facteurs moteurs de l'évolution en matière de business et concurrence portent sur les rapports de force entre acteurs du marché, qu'il s'agisse de l'offre, de la demande ou de la régulation, et la structure du (ou des) marché(s) qui en résulte. Les contenus qui font l'objet des échanges sont également à prendre en considération, mais apparaissent pour part comme conséquences de la structure du marché : la concurrence favorise la qualité et la diversité de ce qui est proposé, la concentration permet l'influence et la prise de pouvoir bien au-delà des seuls aspects économiques. Le tableau morphologique a été construit autour de ces différents aspects (tableau synthétique ci-après, tableau détaillé en annexe 6) :

Souverainetés – gouvernance de l'Open	<i>Gouvernance mondiale partagée de l'Open Data (OMD)</i>	<i>Gouvernance partielle et chaotique par les Etats</i>	<i>Contrôle aux mains de quelques acteurs privés</i>	<i>Multiplication des acteurs et judiciarisation</i>	<i>Régulation citoyenne</i>
Objets – caractéristiques du Business	<i>Business Privacy</i>	<i>La qualité importe peu</i>	<i>Pour un accès durable aux données</i>	<i>Paranoïa</i>	<i>La qualité paie</i>
Modalités du business (en général et pour la recherche) – outils	<i>Places de marché de la Data.</i>	<i>Des barrières infranchissables pour les nouveaux entrants</i>	<i>Business Vertueux et citoyen pour une « donnée bio »</i>	<i>Pluralité de modalités</i>	<i>Priorité au protectionnisme et aux champions nationaux</i>
Positionnement des acteurs dans le business des données	<i>Monopole de collecte et stockage de certains industriels dont les GAFAM</i>	<i>Réglementation de la mise à disposition des données publiques par les Etats ou structures pluri-étatiques</i>	<i>Multitude d'acteurs totalement privés</i>	<i>Régulation du marché par des tiers de confiance</i>	
Construction de la chaîne de valeurs autour des Open et Big Data	<i>Les monopoles privés contrôlent la chaîne de valeurs</i>	<i>Optimisation au cas par cas par ciblage de la valeur</i>	<i>Gratuité par principe</i>	<i>Régulation à l'échelle supra nationale</i>	<i>Business de la rareté</i>

Fig. 16 Le « Tableau morphologique » pour la composante « Business, concurrence »

Cinq micro-scénarios ont été produits sur cette base, qui se différencient selon deux caractéristiques majeures :

- **Le nombre d'acteurs construisant le marché du numérique.** Aujourd'hui, les GAFAM sont dominants, mais il reste encore de la place pour de plus petits acteurs, qu'il s'agisse d'éditeurs scientifiques, de startup du numérique etc. Dans le futur, les quelques plus puissantes multinationales du numérique pourraient avoir absorbé ou neutralisé tous leurs compétiteurs, ou à l'inverse un « sursaut sociétal » porté soit par les Etats, soit par les consom'acteurs, pourrait contrecarrer les trajectoires hégémoniques et installer une diversité d'acteurs pour une économie numérique multiforme.
- **La régulation du marché :** elle peut se faire par la loi (au sens large), c'est-à-dire par des acteurs au service de l'intérêt général (qu'il s'agisse de structures onusiennes, des Etats, de tiers de confiance délégataires, etc.), ou au contraire par l'offre et de la demande, qui peut aller d'une suprématie de l'offre (les GAFAM imposent leurs règles) à une reprise en main par la demande (mobilisation citoyenne pour un monde équitable et durable, par exemple).

Ces deux axes de caractérisation conduisent à un champ des possibles représenté sur la figure ci-dessous, où la partie gauche, qui correspond à la suprématie de quelques géants du numérique, est aussi le domaine où le marché est globalement piloté par l'offre, tandis que la partie droite du schéma, caractérisée par une multiplication des acteurs qui construisent le marché, correspond plutôt au pilotage par la demande et la régulation publique.

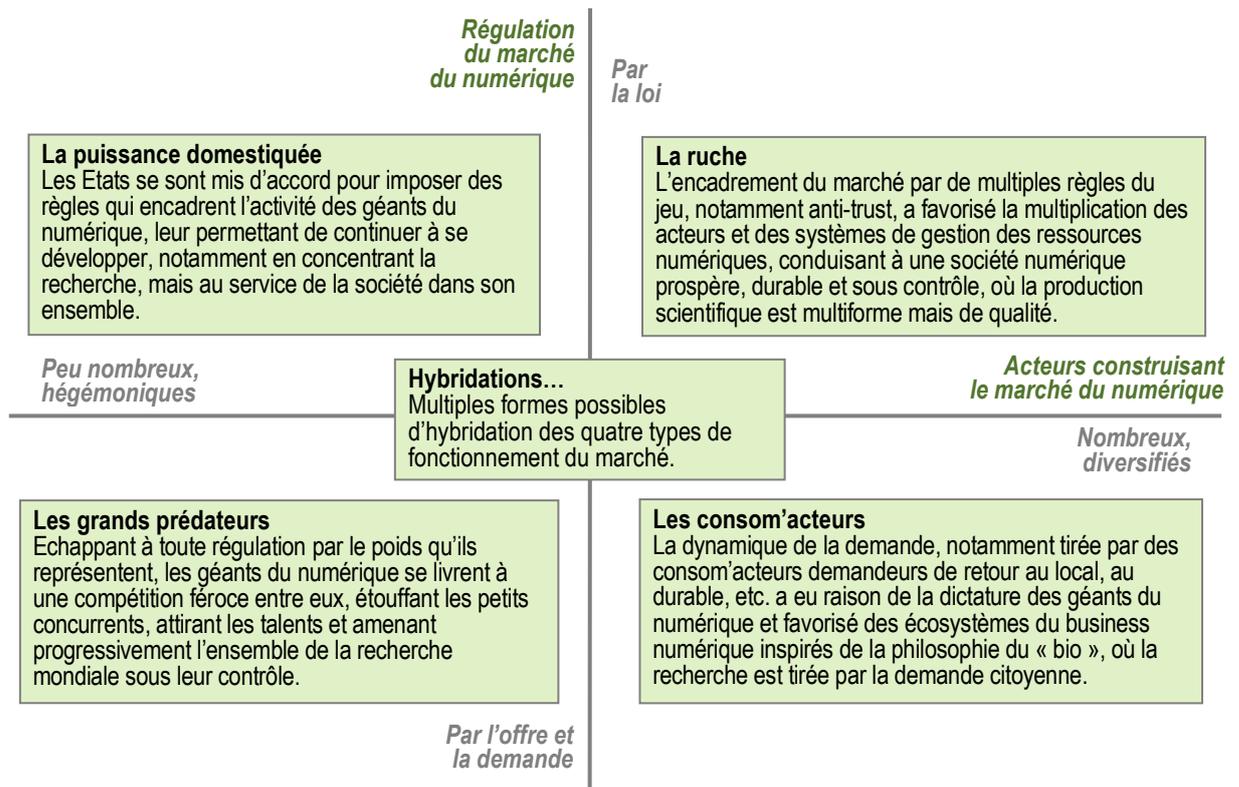


Fig. 17 Le « champ des possibles » en matière de « Business Concurrence », construit en retenant deux caractéristiques particulièrement discriminantes

L'enjeu du contrôle du (ou des marchés) et de la concurrence est central dans cette composante, et va bien au-delà des aspects économiques. En effet, le Big&Open Data présente une dimension structurante forte dans tous les domaines d'activité humaine, y compris pour l'élaboration des valeurs et référentiels sur lesquels est construite la société. Le contrôle informatique du langage en est un aspect important, comme l'illustre l'exemple de la tomate, que les GAFAM ont tenté de faire classer comme légume alors qu'il s'agit d'un fruit, pour des raisons d'avantage fiscal propre aux Etats-Unis. Au-delà des modes de classification, tout ce qui a trait à l'organisation et la régulation dans le domaine des méga-données est sensible, et même vulnérable : l'élaboration des normes internationales, les systèmes d'arbitrage juridique en cas de contentieux, la gestion des corpus de jurisprudence ou des publications scientifiques et les biais quantitatifs associés (exemple des lobbys du doute sur le lien entre consommation de tabac et cancer des voies respiratoires).

Concernant les contenus échangés, objets de l'activité économique, il est clair que la masse colossale des données que produiront des structures de natures diverses (Etats, entreprises, corps intermédiaires...), des instruments de mesure scientifique (du satellite au nano-capteur) et des humains (des milliards de personnes sont devenues/deviendront des producteurs de données) exigera des algorithmes de plus en plus performants, voire des méta-algorithmes. Le saut quantitatif va donc se traduire aussi en sauts qualitatifs, donc en une segmentation de l'offre, celle-ci entraînant la diversification des technologies et des marchés.

Cette évolution ouvre de multiples perspectives pour la recherche, notamment la recherche dans le numérique lui-même : algorithmes, sécurité, interfaces, etc. ; les questions de limites des ressources matérielles, qu'elles concernent les systèmes de production d'énergie ou les infrastructures de stockage, échange et traitement des données, constituent aussi un champ de recherche important pour l'avenir (exemple de la raréfaction des métaux utilisés pour les équipements électriques ou informatiques).

Les enseignements de l'exercice : une lecture à quatre niveaux

Prenant du recul vis-à-vis des différentes composantes, et à l'intérieur de celles-ci des différents futurs possibles décrits par les micro-scénarios, le premier enseignement des travaux conduits est qu'il n'est pas possible d'avoir un point de vue unique sur ce que signifie le Big&Open Data pour la recherche à l'horizon 2040 : suivant les acteurs, suivant le périmètre auquel on s'intéresse, suivant les objectifs que l'on poursuit, le développement du numérique dans l'activité de recherche – et plus généralement dans l'ensemble de la société – peut être perçu comme porteur de progrès et d'opportunités, ou à l'inverse de régression sociale et de risques, les deux dimensions pouvant cohabiter et s'analyser différemment dans le temps.

Il n'est dès lors pas étonnant que de multiples débats se soient ouverts tout au long des travaux, sur les aspects positifs ou négatifs de l'évolution liée au Big&Open Data, et sur la manière de rendre compte des explorations prospectives par des récits teintés d'optimisme ou au contraire de pessimisme. Pour ce qui concerne leur activité de chercheur à titre individuel, la grande majorité des participants à l'exercice voient très positivement les opportunités ouvertes par le Big&Open Data dans les différents micro-scénarios et se mobilisent pour en tirer parti. Par contre, lorsqu'ils se placent du point de vue de l'intérêt des organismes de recherche français et de ce qu'ils pourraient devenir dans les différentes situations futures décrites, les points de vue sont plus nuancés.

Ces différents aspects ont conduit le groupe de travail à prendre conscience d'une nécessaire lecture des explorations prospectives à quatre niveaux principaux, pour lesquels les défis, enjeux et questionnements diffèrent profondément. Cette lecture à quatre niveaux éclaire d'un jour nouveau les différents questionnements formulés à l'origine du travail et, sans y répondre point par point, apporte à chacun un éclairage que le groupe de travail espère utile.

► Le niveau mondial

Ce niveau est celui du devenir de nos sociétés dans leur ensemble, dans un contexte où rien ne semble pouvoir arrêter la progression des technologies numériques, à la fois pour produire et pour traiter des masses de données croissantes.

Tout acteur de la société est susceptible de produire, à un moment ou un autre, de façon intentionnelle ou inconsciente, des données qui se retrouveront dans des banques de données ou circuleront sur la toile. Ces données sont porteuses d'informations brutes, de connaissances validées, d'affirmations infondées, de désinformations volontaires etc., sans qu'il soit toujours facile d'en identifier les caractéristiques. Rien qu'en lien avec l'activité scientifique, la typologie établie à l'occasion des travaux sur la composante « Validation/qualification (des données, des résultats, des processus) » a dénombré dix types de données numériques aux caractéristiques très différentes.

Ceci conduit au **premier vrai défi** pour la communauté scientifique internationale, qui est non seulement de garantir la qualité de ce qu'elle produit ou valide, mais aussi de faire en sorte qu'aucune confusion ne soit possible entre ce qui présente les caractéristiques d'une donnée fondée scientifiquement et ce qui n'en a que l'apparence, portant préjudice à l'image de rigueur de la connaissance scientifique et la ramenant définitivement au statut d'opinion parmi d'autres. Au fil des explorations prospectives conduites, cette question de l'intégrité et de la valeur de la production (et de la parole) scientifique a été abordée à travers des micro-scénarios proposant des processus de validation/qualification nouveaux, notamment à grande échelle impliquant des acteurs de la société civile, mais aussi à travers la mise en place d'instances de gouvernance et de régulation internationales dans le domaine du numérique. Cette question de l'évolution nécessaire de la validation/qualification apparaît centrale pour le futur de la recherche, ce qui en fait une *question de recherche* en soi.

Cette question d'une **gouvernance mondiale du numérique** s'est avérée centrale dans la différenciation des futurs possibles esquissés par les micro-scénarios. De l'analyse des participants du groupe de travail, aucun des micro-scénarios sans régulation mondiale du numérique ne semble réellement durable, conduisant plus ou moins rapidement soit à des conflits planétaires, soit à une décomposition de la société.

Se mettre d'accord sur le principe d'une gouvernance mondiale du numérique n'est pas trop difficile. Désigner ou créer l'instance en charge l'est déjà beaucoup plus. Quant à définir ce sur quoi porte la régulation et quelle en est la teneur, les obstacles en sont grands, essentiellement en raison de

différences culturelles entre parties du monde (notamment d'approches éthiques), mais aussi en raison des intérêts de chacun du fait de sa position économique ou politique (*soft power, business...*).

La question dépasse largement le seul domaine de la recherche, mais il le concerne tout particulièrement dans la mesure où des dispositions spécifiques à la recherche pourraient être envisagées. Plusieurs micro-scénarios explorent de telles dispositions, notamment lorsque, pour différentes raisons, l'accès aux données pourrait être limité (pour protéger la vie privée par exemple), ne permettant plus à la recherche d'exploiter certaines sources de connaissances nouvelles. La mise en place d'une disposition particulière (telle qu'une accréditation), conférant au chercheur des droits assortis de devoirs, est apparue comme une réponse appropriée à cette situation. Les nombreuses questions suscitées par cette idée ont déjà été énoncées ci-dessus et méritent que les dirigeants des institutions de recherche et les politiques s'en emparent. Il y a un intérêt certain pour l'Europe et la France d'être moteur dans cette réflexion, dans la perspective d'un déploiement au plan mondial d'une telle disposition.

Un **second défi** est apparu au plan mondial, concernant la recherche : celui de la capacité de la science et de la technologie à répondre aux besoins et attentes de la société, et donc de rester une activité nécessaire à la société. Au fil des futurs dessinés par les micro-scénarios (voir en particulier la composante « Accès, régulation, protection »), deux potentielles ruptures majeures ont été identifiées. La première concerne la **capacité de la technologie à satisfaire les besoins en matière de conservation, protection et utilisation des données numériques** ; en particulier, si la recherche n'était plus en capacité de proposer des solutions aux dysfonctionnements ou agressions volontaires, la société pourrait se recroqueviller sur de petits réseaux de confiance (voir micro-scénario « Agressions incontrôlables »). La seconde concerne la **capacité du Big&Open Data à apporter des réponses aux questions de société complexes auxquelles la recherche doit faire face** (climat, biodiversité, santé publique...) : faute de résultats, la société pourrait se détourner de la recherche scientifique, attendant son salut d'autres sources... La **capacité d'organisation transdisciplinaire du système de recherche autour du numérique** (ce qui va bien au-delà de la conduite de projets transdisciplinaires), notamment associant physiquement des chercheurs « thématiques » et des chercheurs en numérique dans des collectifs de recherche, est de ce fait un défi majeur pour le monde de la recherche, fondamentalement construit aujourd'hui sur des instituts et des carrières d'excellence disciplinaires.

► Le niveau régional, et singulièrement le positionnement de l'Europe

Le devenir de nos sociétés, abordé précédemment, dépendra en premier lieu de la manière dont interagiront les différentes parties du monde, avec des niveaux de développement, des cultures et des ambitions qui diffèrent profondément. De nombreux facteurs moteurs retenus pour les différentes composantes de l'exercice de prospective sont relatifs à ces interactions au plan mondial, et en particulier au niveau de convergence ou non en matière d'accès aux données, de protection, de droit d'usage et de règles déontologiques associées à l'activité de recherche.

Le paysage actuel en matière de numérique « ouvert » est largement déterminé par les Etats-Unis et par ses grands acteurs industriels (GAFAM). C'est toutefois ainsi que nous le percevons encore, en tant qu'occidentaux, même si des signaux de plus en plus clairs nous arrivent de Chine, dont les grandes entreprises du numérique, tout à fait homologues des américaines, sont encore largement méconnues en occident. L'évolution des pratiques de recherche d'ici 2040, notamment en matière de ressources numériques et de leur diffusion, pourraient de ce fait largement évoluer. Par ailleurs, faute de s'y être intéressé, on ne sait pas grand-chose en Europe de la manière dont l'éthique se décline dans les pays d'Asie, compte tenu de référentiels culturels très différents et de pratiques parfois déroutantes.

Un autre acteur pourrait bien émerger de façon majeure dans le paysage du numérique : l'Afrique, à laquelle la téléphonie mobile et ses applications, et plus généralement le Big&Open Data, ont ouvert des possibilités de développement nouvelles, qui expliquent en grande partie le *boom* économique actuel du continent. La recherche en numérique pourrait de ce fait avoir des débouchés nouveaux dans des applications spécifiques à ce grand continent, au poids démographique important mais aux infrastructures encore insuffisantes. En retour les chercheurs africains pourraient s'insérer massivement dans la recherche mondiale, sous réserve d'avoir accès aux ressources numériques disponibles dans le monde. De par son histoire, la France – et plus particulièrement ses organismes dédiés aux coopérations Nord-Sud – a de vrais atouts et intérêts à s'attacher à cette question des nouvelles coopérations géostratégiques en recherche, permises par le Big&Open Data (aspect qui va bien au-delà du continent africain, s'étendant notamment aussi à l'Amérique latine).

Plus largement, au-delà de ce que la France peut faire directement, le niveau européen constitue l'échelon d'interaction principal entre son système de recherche et le niveau global. Seule une Europe déterminée et unie peut avoir du poids au plan mondial, dans plusieurs domaines, et défendre ainsi la souveraineté numérique des Etats qui la composent :

- Tout d'abord au plan **culturel**, qui sert de toile de fond à bien des comportements : même s'il y a des différences marquées entre pays de culture latine et de culture anglo-saxonne, il reste un fonds commun culturel, qui sert de socle à un certain nombre de postures vis-à-vis du numérique : souci d'éthique, fonction sociale du numérique... On sous-estime toujours la part d'approche culturelle qui se niche dans les applications du numérique : contribuer à développer et diffuser la culture européenne par le numérique est donc important.
- Au plan de la **gouvernance mondiale** : la capacité d'élaboration de cadres de régulation est un point fort de l'Europe. Or il apparaît que le numérique, qui ne connaît pas les frontières, a besoin de régulations mondiales pour se développer harmonieusement et se prémunir contre la délinquance (Etats et sociétés voyous, terrorisme...). Plusieurs micro-scénarios montrent l'intérêt de mettre en place une autorité internationale à cet effet, émanation de l'ONU ou – ce qui a semblé préférable – autorité technique dédiée ayant délégué des Etats. L'Europe pourrait jouer un rôle moteur dans ce domaine.
- Au plan **technique et économique** : un risque majeur pour l'Europe est de devenir dépendante du reste du monde (ou d'une partie du reste du monde) en matière de numérique et de libre circulation de la connaissance. Cette dépendance peut être d'ordre scientifique et technique (perte de compétence par rapport à d'autres régions du monde à la pointe des avancées scientifiques et techniques en numérique) ou économique (insuffisamment de ressources numériques sur le territoire, manque d'investissement dans ce secteur, ce qui rend dépendant de l'accès aux ressources hors Europe). Ceci nécessite de soutenir le tissu industriel du numérique en Europe, de développer les infrastructures numériques d'hébergement et de mise à disposition des ressources numériques européennes, d'organiser un lobbying cohérent et conjoint dans l'arène internationale.
- Au plan de la **recherche** elle-même : défendre une position européenne sur les différents aspects évoqués ci-dessus nécessite de disposer de compétences et de ressources numériques du meilleur niveau : plusieurs micro-scénarios soulignent l'intérêt de soutenir de façon plus prononcée une recherche européenne en numérique au plus haut niveau international, de développer des infrastructures numériques de (et pour la) recherche, de favoriser les coopérations stratégiques plutôt que la compétition entre acteurs de la recherche des différents pays membres.

► Le niveau des systèmes nationaux de recherche, et singulièrement celui de la France

Les différents systèmes nationaux de recherche sont porteurs de l'histoire singulière de chaque pays, se traduisant par des infrastructures, des organisations et des modes opératoires adaptés. Le numérique, en effaçant ou déplaçant les barrières et frontières, met de nouveaux acteurs en piste et bouscule les équilibres institutionnels établis, immergeant chacun des systèmes nationaux dans un ensemble interconnecté dans lequel il est obligé de s'inscrire.

Ceci questionne au premier chef le système de recherche français, cœur de cible de ce travail de prospective, avec en particulier les organismes publics de recherche au service desquels le Réseau PROSPER agit. Les spécificités de ce système, notamment dans sa sphère publique, sont autant d'atouts que de faiblesses dans ce nouveau contexte ouvert.

Un aspect marquant de l'organisation française est sa forte centralisation, souvent décriée parce qu'elle conduit à des règles de fonctionnement uniformisées qui freinent l'adaptabilité aux situations particulières et l'agilité des acteurs. Sans en sous-estimer les aspects négatifs, les explorations prospectives conduites montrent aussi l'intérêt de la protection et de la continuité d'action apportées par l'Etat, ses rouages et ses institutions stables, dans un monde futur au bouillonnement incessant.

Ainsi, pour ce qui concerne les organismes de recherche, trouver le bon équilibre entre laisser une plus large part d'initiative aux chercheurs, tout en leur offrant l'accompagnement et la protection qui leur permettent de s'investir à fond dans les dynamiques de recherche émergentes, est un enjeu majeur. En effet, la diversité des situations rencontrées en matière de réseaux de recherche, de dynamiques de communautés scientifiques, de montage et conduite de projets, ne permet plus d'envisager un cadre institutionnel unique dans lequel s'inscriraient efficacement toutes les collaborations. Mais, en même

temps, les structures institutionnelles ont un rôle important à jouer pour la capitalisation des enseignements de ces différentes formes de travail, la diffusion des bonnes pratiques qui en émergent, le conseil et l'accompagnement dans des phases techniques dont notamment les cadres juridiques des collaborations. La solidité des organismes de recherche français représente pour cela un grand atout, bien plus que (par exemple) dans les institutions anglo-saxonnes où les chercheurs sont plus autonomes, mais aussi plus exposés.

L'implication de l'Etat dans les infrastructures numériques de recherche est également un point important, souligné par les explorations prospectives, notamment pour développer la robustesse du système de recherche et d'innovation français face à des changements dans les régimes de circulation et d'accessibilité des données au niveau mondial, qui peuvent être très rapides suite à des décisions politiques, des changements de stratégies économiques ou des aléas technologiques. Au-delà de la sphère publique, permettre aux acteurs économiques d'accéder aux ressources numériques et résultats de recherche, est également important. C'est d'autant plus important qu'un certain nombre de micro-scénarios montrent des futurs possibles dans lesquels le numérique conduit à des écosystèmes territoriaux, non délocalisables, où recherche et innovation se déclinent finement sur des ressources numériques spécifiquement associées aux territoires.

Ces micro-scénarios construits autour de l'exploitation spécifique de ressources numériques associées aux territoires impliquent aussi les citoyens et le monde associatif : une attention particulière doit être attachée aux relations entre les acteurs et institutions traditionnels de la recherche, et les citoyens et le monde associatif, auxquels le numérique permettra de plus en plus d'être partie prenante d'une nouvelle intelligence collective du monde. La logique de co-construction d'objets de recherche avec la société est ici importante.

Un autre aspect relevé lors des explorations prospectives est que le Big&Open Data pourrait faciliter le travail sur des séries de données de très longue durée, pour répondre à des enjeux sociétaux majeurs (défis environnementaux). Ces problématiques de temps long, traditionnellement du ressort d'institutions publiques de recherche, pourraient ainsi bénéficier plus facilement de contributions multiples de la part de chercheurs amateurs, structures associatives, etc., renforçant ainsi également l'implication de la société sur ces sujets et générant des interactions avec les communautés de recherche concernées.

Ainsi, le Big&Open Data ouvre à la recherche de nouvelles possibilités d'interaction avec l'ensemble des acteurs de la société, renouvelant le lien social et favorisant une réappropriation de la science par la société.

► Le niveau des chercheurs à titre individuel, et singulièrement celui des chercheurs français

La plupart des micro-scénarios explorent des futurs dans lesquels les chercheurs auront une autonomie plus grande vis-à-vis de leurs employeurs, pour ceux qui en auront encore (la proportion de chercheurs indépendants – auto-entrepreneurs ou non professionnels – devrait croître avec les possibilités de travail hors des institutions, ouvertes par le Big&Open Data). Par ailleurs, les travaux et collaborations internationaux sont devenus le quotidien de nombreux chercheurs, pour lesquels le système national de recherche n'est plus le seul cadre de travail. On comprend bien de ce fait qu'ils ne vivent pas le développement du Big&Open Data en recherche de la même façon que les institutions nationales qui les emploient.

Concernant plus particulièrement les chercheurs des organismes publics de recherche français (dont des représentants de profils variés constituent le groupe de travail), leur activité se situe à la croisée de trois logiques :

- La première est évidemment celle de leur appartenance institutionnelle. A ce titre, ils perçoivent bien les tensions qui existent entre l'héritage culturel et organisationnel des institutions, dont l'efficacité avérée par le passé freine les ardeurs de changement, et les nouvelles manières de travailler que permet le Big&Open Data. Cette perception est à l'origine du cri d'alarme qu'ils émettent en direction de leurs dirigeants, elle est l'un des facteurs déclenchants du présent exercice de prospective qui vise à mobiliser les énergies au sein des institutions de recherche pour faire du Big&Open Data une opportunité de développement.
- La seconde logique est celle de leur appartenance à une communauté scientifique (disciplinaire ou pas), qui poursuit l'aventure de l'exploration de nouveaux territoires de connaissances. A cet égard, les possibilités ouvertes par le Big&Open Data constituent de formidables opportunités, à la fois par les rencontres permises avec d'autres chercheurs, notamment de champs disciplinaires éloignés, et par l'accès à des ressources numériques nouvelles, qu'il s'agisse de

données, d'outils ou d'expertises. Les différentes explorations prospectives ont aussi montré la nécessité que cette communauté s'organise pour défendre la science et la recherche scientifique au plan international : les chercheurs des organismes français y ont leur part à prendre.

- La troisième logique est économique : elle s'exprime à la fois sous forme d'un devoir (produire une connaissance transférable au tissu industriel pour créer de la richesse dans la société), et sous forme d'une nécessité (trouver des financements pour poursuivre l'activité de recherche). Dans ces deux domaines, la préparation des chercheurs français aux changements déjà en cours – et qui surtout vont s'amplifier – apparaît globalement insuffisante : des actions de formation et de sensibilisation plus étendues qu'actuellement seraient nécessaires, dans un contexte de compétition où il faut à la fois mieux comprendre où se situe la vraie valeur ajoutée de la recherche publique dans la chaîne de valeur de l'économie de la connaissance, comment en permettre la valorisation ciblée sans pillage, et quelles sont les nouvelles règles de la compétition dans une société mondialisée où les référentiels culturels et d'action des chercheurs varient notablement d'un continent à l'autre. Cette dimension économique prend d'autant plus d'importance pour les chercheurs en numérique qu'au regard des opportunités de transfert vers le monde socio-économique, le Big&Open Data est à lui-seul un champ de recherche très vaste offrant un potentiel important de débouchés vers la sphère économique (cf. les débats actuels sur la fouille de texte et de données).

A ces trois logiques se superpose le fait que les chercheurs des organismes publics français sont aussi des citoyens, et qu'à ce titre ils sont aussi sensibles à ce que représente leur activité pour la société, tant dans sa dimension éthique qu'en matière de diffusion des connaissances produites en direction du public. Pour ce dernier aspect, le numérique permet la mise en place de vecteurs originaux de diffusion et d'appropriation de la connaissance scientifique tout en gérant le risque, souligné par certains micro-scénarios, d'une banalisation du discours scientifique (avec tout ce que cela peut avoir comme conséquence sur sa crédibilité et son impact) si des canaux peu spécifiques à la recherche sont utilisés. Des initiatives intéressantes de chercheurs sont observées ici ou là, mais devraient être plus encouragées (les pays anglo-saxons sont dans ce domaine plus performants).

Perspectives et pistes d'action

Des opportunités à saisir !

Les explorations prospectives conduites montrent la diversité des possibles que le Big&Open Data permet d'imaginer pour le futur de la recherche. Les nombreuses ouvertures créées et l'accélération des changements qui en découlent constituent autant d'opportunités pour ceux qui sauront prendre le train en marche, et à plus forte raison pour ceux qui sauront monter dans la cabine de pilotage. Plus précisément, ces opportunités se situent dans trois registres différents :

- Le développement de nouvelles capacités de recherche grâce aux ressources numériques (données et algorithmes), qui permettent de repousser les limites de la connaissance dans de nombreux domaines et d'explorer des champs nouveaux, notamment transdisciplinaires en réponse aux questions complexes auxquelles la science doit s'attacher aujourd'hui.
- L'émergence de nouvelles formes d'organisation pour conduire les recherches, sortant des cadres traditionnels et associant transversalement de multiples acteurs,
- Un renouvellement du lien avec la société, à travers les interactions croissantes que permet le numérique entre le monde de la recherche et les citoyens, ONG et autres acteurs de la société pour la production, la qualification, la diffusion et l'utilisation de connaissances scientifiques.

Savoir se saisir de ces opportunités est un enjeu de survie à long terme pour les institutions de recherche établies, car le train ne s'arrêtera pas et le plus grand risque est bien celui de rester sur le quai. Il s'agit désormais d'innover pour faire évoluer les pratiques scientifiques elles-mêmes, en relevant un certain nombre de défis, mis en évidence par les différentes explorations prospectives :

- Repenser le positionnement des institutions publiques de recherche dans un paysage de la recherche beaucoup plus ouvert, compétitif, rapidement évolutif, et où un nouvel équilibre est à trouver entre la production de connaissances pour le progrès des sciences et celle qui vise à satisfaire les besoins immédiats de la société.
- Réexaminer la chaîne de valeur de la production de connaissances, afin de mieux positionner les organismes dans un paysage concurrentiel où les interactions sont de plus en plus grandes, afin d'établir à la fois des relations saines et gagnantes avec l'ensemble des acteurs concernés et de se prémunir contre les aléas de la dépendance à des ressources numériques externes.
- Prendre la mesure des richesses que constituent pour les organismes leurs bases de données, leurs algorithmes, leur savoir-faire, pour les faire fructifier sans se les faire piller, et en faire un facteur d'attractivité tant par des plateformes ouvertes (mais pas forcément gratuites) du meilleur niveau que par des services innovants et expertises basées sur la recherche, associés à leur utilisation.
- Explorer largement les alternatives aux modes traditionnels de validation et de diffusion des résultats scientifiques, notamment en impliquant les acteurs qui donneront du crédit à ces résultats aux yeux de la société, au-delà de la qualité scientifique elle-même.
- Réexaminer la pertinence des processus actuels d'évaluation de la recherche et des chercheurs, dans un monde profondément transformé par le numérique, afin de promouvoir conjointement l'excellence scientifique, les approches innovantes et l'utilité sociale.
- Savoir accompagner la diversité des modes de recherche qui se mettent spontanément en place dans les différents écosystèmes disciplinaires, en leur offrant un cadre facilitateur et sécurisant, et en capitalisant les avantages qu'ils apportent, ceci constituant un nouveau rôle important pour les superstructures pérennes que sont les institutions de recherche.
- Repenser l'articulation des responsabilités entre des chercheurs de plus en plus en interaction numérique directe avec leur environnement et leurs employeurs aujourd'hui juridiquement responsables.
- Impulser une réflexion au plan national, européen et international, sur les conditions de reconnaissance de droits d'accès et d'utilisation des données, qui seraient spécifiques à des chercheurs reconnus comme tels, leur permettant de conduire des travaux dans des cadres déontologiques clairs et sous le contrôle d'instances appropriées, en dépassant les limitations liées aux régimes de protection des données propres à certains pays ou certains domaines.



Annexe

Documents du groupe de travail sur lesquels s'appuie ce rapport

- 1 - Fiche descriptive de l'exercice, tel qu'envisagé au printemps 2017
- 2 - Cartographie des questionnements regroupés en sept familles (les futures composantes de l'exercice de prospective)
- 3 - Analyse rétrospective des opportunités et menaces portées par le numérique pour les institutions participant à l'Atelier du 14 juin 2017, via les acteurs présents dans leur paysage de recherche.
- 4 - Exemple de « fresque murale » construite en Atelier pour étudier les jeux d'acteurs en matière de validation/qualification (des données, des résultats, des processus)
- 5 - Typologie et enjeux de validation/qualification des données associées à l'activité scientifique
- 6 - Ensemble des tableaux morphologiques détaillés, pour les sept composantes de l'exploration prospective :
 - 6-1 - Tableau morphologique détaillé pour la composante « *validation-qualification* »
 - 6-2 - Tableau morphologique détaillé pour la composante « *Attendus sociétaux, action publique* »
 - 6-3 - Tableau morphologique détaillé pour la composante « *Accès, régulation, protection* »
 - 6-4 - Tableau morphologique détaillé pour la composante « *Organisation, infrastructures, partage* »
 - 6-5 - Tableau morphologique détaillé pour la composante « *Transformation du métier* »
 - 6-6 - Tableau morphologique détaillé pour la composante « *Connaissance produite* »
 - 6-7 - Tableau morphologique détaillé pour la composante « *Business, concurrence* »
- 7 - Ensemble des cahiers d'exploration prospective, pour les sept composantes de l'exploration prospective :
 - 7-1 – Cahier d'exploration prospective pour la composante « *validation-qualification* »
 - 7-2 – Cahier d'exploration prospective pour la composante « *Attendus sociétaux, action publique* »
 - 7-3 – Cahier d'exploration prospective pour la composante « *Accès, régulation, protection* »
 - 7-4 – Cahier d'exploration prospective pour la composante « *Organisation, infrastructures, partage* »
 - 7-5 – Cahier d'exploration prospective pour la composante « *Transformation du métier* »
 - 7-6 – Cahier d'exploration prospective pour la composante « *Connaissance produite* »
 - 7-7 – Cahier d'exploration prospective pour la composante « *Business, concurrence* »