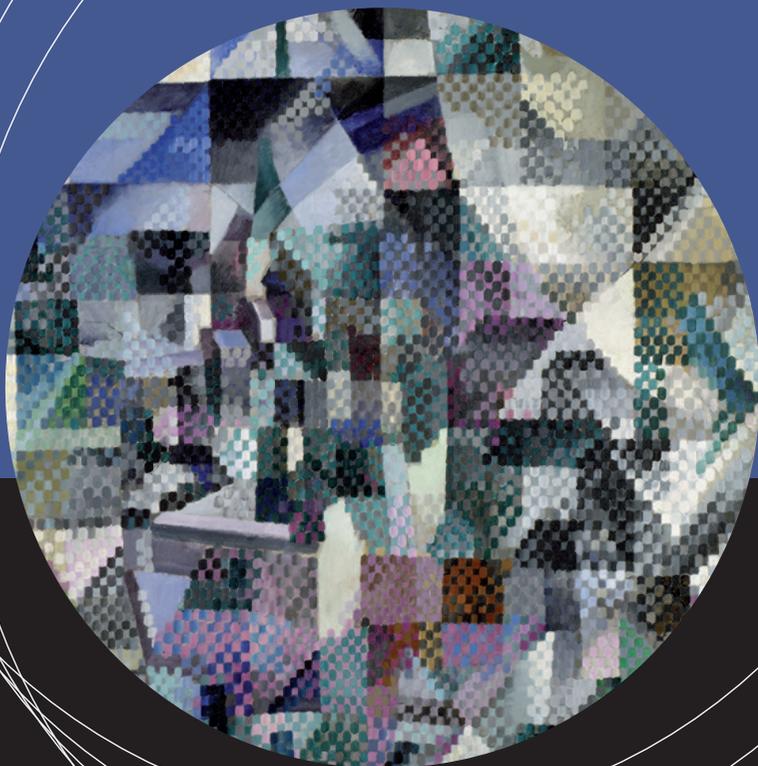


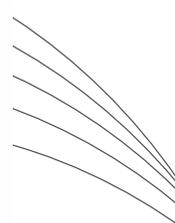
# La transition numérique dans la recherche et l'enseignement supérieur à l'horizon 2040

M. Barzman, M. Gerphagnon, O. Mora, coord.



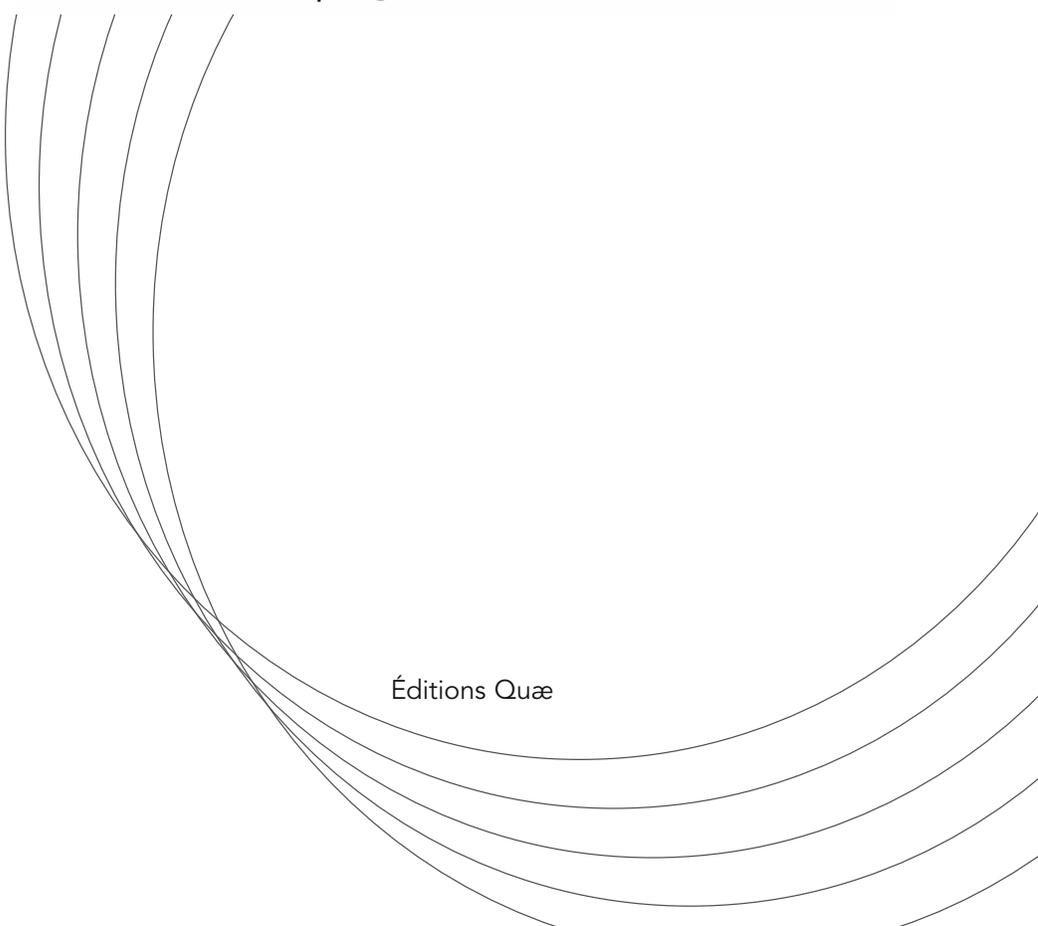


# La transition numérique dans la recherche et l'enseignement supérieur à l'horizon 2040



M. Barzman, M. Gerphagnon, O. Mora, coord.

Éditions Quæ



**Collection *Matière à débattre et à décider***

Sols artificialisés

Déterminants, impacts et leviers d'action

M. Desrousseaux, B. Béchet, Y. Le Bissonnais, A. Ruas, B. Schmitt, coord.

2019, 182 p.

Impacts et services issus des élevages européens

B. Dumont, P. Dupraz, C. Donnars, coord.

2019, 182 p.

Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?

Expertise scientifique collective

D. Andrivon, I. Savini, coord.

2019, 126 p.

De la science à l'industrie

Cellules souches embryonnaires et biotechnologies en France

P. Brunet

2019, 240 p.

La concertation est-elle rentable ?

Environnement, conflits et participation du public

C. Blatrix, J. Méry

2019, 234 p.

Éditions Quæ

RD 1078026 Versailles Cedex

[www.quae.com](http://www.quae.com)

© Éditions Quæ, 2020

ISBN : 978-2-7592-3152-2 e-ISBN : 978-2-7592-3153-9 x-ISBN : 978-2-7592-3154-6

Ce livre est issu du rapport de la prospective Transition numérique et pratiques de recherche et d'enseignement supérieur en agronomie, environnement, alimentation et sciences vétérinaires à l'horizon 2040. Cette prospective a été mise en ligne en octobre 2019. Elle est le résultat d'une réflexion menée, lors d'une dizaine de réunions de janvier 2018 à juin 2019, par un ensemble d'experts répartis en trois groupes : un groupe de travail responsable de la construction des scénarios, un comité en charge du suivi institutionnel, et une équipe projet en charge de la conduite et de la construction de l'étude prospective.

Cet ouvrage a bénéficié du soutien financier de la Direction de l'expertise, de la prospective et des études (Depe) de l'INRA. Il est diffusé sous licence CC-by-NC-ND.

**Pour citer ce document :**

Barzman M. (coord.), Gerphagnon M. (coord.), Mora O. (coord.), Aubin-Houzelstein G., Bénard A., Martin C., Baron G.L., Bouchet F., Dibie J., Gibrat J.F., Hodson S., Lhoste E., Moulier-Boutang Y., Perrot S., Phung F., Pichot C., Siné M., Venin T., 2019. *La Transition numérique dans la recherche et l'enseignement supérieur à l'horizon 2040*, éditions Quæ.

DOI : 10.35690/978-2-7592-3153-9

## **Groupe de travail**

GEORGES-LOUIS BARON, université Paris-Descartes

FRANÇOIS BOUCHET, Sorbonne Université

JULIETTE DIBIE, AgroParisTech

JEAN-FRANÇOIS GIBRAT, INRAE

SIMON HODSON, Codata

ÉVELYNE LHOSTE, INRAE

YANN MOULIER-BOUTANG, université de technologie de Compiègne

SÉBASTIEN PERROT, ENVA

FABRICE PHUNG, ministère de la Transition écologique et solidaire

CHRISTIAN PICHOT, INRAE

MEHDI SINÉ, Acta

THIERRY VENIN, Université de Pau et des Pays de l'Adour

## **Équipe projet**

GENEVIÈVE AUBIN-HOUZELSTEIN, INRAE DRH

MARCO BARZMAN, INRAE Depe

ALAIN BÉNARD, INRAE DTN

MÉLANIE GERPHAGNON, INRAE Depe - Agreenium

CAROLINE MARTIN, INRAE DSI - Agreenium

OLIVIER MORA, INRAE Depe

## **Comité de suivi**

SANDRA ARRAULT, INRAE DRH

MICHAËL CHELLE, INRAE DTN

NICOLAS DE MENTHIÈRE, Agreenium - INRAE

LUC MOUNIER, Agreenium - Vetagro-Sup

PHILIPPE PRÉVOST, Agreenium

GUY RICHARD, INRAE Depe

STÉPHANE DE TOURDONNET, Agreenium - Montpellier SupAgro

CÉCILE TOURNU, INRAE DRH

# Table des matières

<b>Préface</b>	9
<b>Introduction</b>	11
<i>Marco Barzman, Mélanie Gerphagnon, Olivier Mora</i>	
Aperçu des questions posées	11
Méthodologie	12
<b>Partie I</b>	
<b>Rétrospectives, tendances actuelles et hypothèses d'évolution</b>	
<b>1. Pratiques de recherche</b>	23
<i>Olivier Mora, Geneviève Aubin-Houzelstein, Mélanie Gerphagnon, Jean-François Gibrat, Yann Moulier-Boutang</i>	
Transformations des collectifs de recherche	23
Production de connaissances	25
Processus de validation des connaissances	31
Métiers et articulation des compétences disciplinaires et numériques	33
Hypothèses d'évolution à 2040 pour « Pratiques de recherche »	36
<b>2. Pratiques d'enseignement et de formation</b>	39
<i>Geneviève Aubin-Houzelstein, Caroline Martin, Alain Bénard, François Bouchet, Sébastien Perrot</i>	
Contenu des formations	39
Outils d'enseignement et de formation	41
Accès à la formation	44
Modalités de formation et de certification	45
Relation entre formation initiale et continue	48
Hypothèses d'évolution à 2040 pour « Pratiques d'enseignement et de formation »	50

<b>3. Données</b>	53
<i>Alain Bénard, Caroline Martin, Christian Pichot, Mehdi Siné</i>	
Production et stockage des données	53
Traitement des données	55
Qualité des données	57
Modalité de circulation des connaissances et données	58
Hypothèses d'évolution à 2040 pour « Données »	60
<b>4. Interactions de l'ESR avec la société</b>	63
<i>Marco Barzman, Évelyne Lhoste</i>	
Place de l'ESR dans son écosystème	63
L'ESR, la communication avec les médias, les citoyens	66
Évaluation de l'ESR par la société	70
Hypothèses d'évolution à 2040 pour « Interactions de l'ESR avec la société »	71
<b>5. Éthique et cultures numériques dans l'ESR</b>	73
<i>Caroline Martin, Geneviève Aubin-Houzelstein, Olivier Mora, Georges-Louis Baron, Évelyne Lhoste</i>	
Éducation numérique des chercheurs, enseignants et enseignants-chercheurs	73
Place du scientifique et de l'enseignant dans la société	75
Circulation des enjeux éthiques entre l'ESR et la société	78
Statut juridique des données et des contenus	79
Hypothèses d'évolution à 2040 pour « Éthique et cultures numériques »	81
<b>6. Contexte : société, économie et politique</b>	83
<i>Mélanie Gerphagnon, Caroline Martin, Marco Barzman, Fabrice Phung</i>	
Sensibilisation aux défis environnementaux	83
Le numérique dans la société	84
L'économie numérique	87
Politique et acteurs du numérique	89
Hypothèses d'évolution à 2040 pour « Contexte : société, économie et politique »	91

<b>7. Organisation institutionnelle de l'ESR</b>	93
<i>Marco Barzman, Mélanie Gerphagnon, avec la contribution d'Évelyne Lhoste</i>	
Structuration des organisations	93
Pilotage et stratégie des institutions	94
Métiers et compétences	96
Modèle économique de l'ESR : évolution des modes de financement de la recherche	97
Hypothèses d'évolution à 2040 pour « Organisation institutionnelle de l'ESR »	98
<b>Partie II</b>	
<b>Présentation des scénarios</b>	
<b>8. Quatre scénarios</b>	103
<i>Marco Barzman, Mélanie Gerphagnon, Geneviève Aubin-Houzelstein, Alain Bénard, Olivier Mora</i>	
Analyse morphologique du système en 2040	103
Quatre futurs possibles pour envisager l'avenir	103
<b>9. Enjeux des scénarios</b>	111
<i>Marco Barzman, Olivier Mora</i>	
Scénario 1 : plateformisation de la recherche et de l'enseignement, et captation des données par des firmes privées	111
Scénario 2 : enjeux environnementaux globaux et internationalisation de la recherche et de l'enseignement supérieur	114
Scénario 3 : ancrage territorial de l'ESR et organisation multi-acteur	117
Scénario 4 : limitation des ressources et sobriété numérique	120
<b>10. Enseignements des scénarios</b>	123
<i>Marco Barzman, Olivier Mora</i>	
Les spécificités des domaines concernés	123
Les enjeux des scénarios pour la recherche	124
Les enjeux des scénarios pour l'enseignement supérieur	128
<b>Conclusion</b>	131

<b>Références bibliographiques</b>	133
<b>Remerciements</b>	144
<b>Les auteurs</b>	145

# Préface

**À L'ORIGINE DE CETTE ÉTUDE PROSPECTIVE**, plusieurs réflexions collectives, à l'Inra et au sein du collectif que représente Agreenium, ont convergé sur l'importance d'anticiper l'impact de la transition numérique sur les activités de recherche et d'enseignement supérieur. Au sein de l'Inra, ce besoin d'anticipation a émergé conjointement à la direction des ressources humaines et du développement durable — qui réfléchit aux évolutions des activités des personnels de la recherche pour une bonne gestion des emplois et des compétences mais aussi aux impacts sur les organisations et façons de travailler — et chez le délégué scientifique à la transition numérique, qui a mission de préparer l'Institut aux changements induits par le caractère disruptif des technologies numériques. À l'échelle d'Agreenium, la réflexion sur la transformation pédagogique liée à la transition numérique, à la suite des travaux du Conseil national du numérique, a rapidement débouché sur le besoin de maîtriser ces enjeux dans l'enseignement supérieur, pour mieux anticiper les impacts aux différents niveaux d'organisation et aux échelles collective et individuelle. Ces besoins convergents et complémentaires ont conduit l'Inra et Agreenium à confier à la Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études de l'Inra, une étude prospective pour envisager les conséquences de la transition numérique sur les pratiques de recherche et celles d'enseignement supérieur.

Cette étude prospective a été conduite selon la « méthode des scénarios », qui permet d'explorer les futurs possibles en prenant en compte la complexité du système, les interrelations entre les différents facteurs en jeu, et les incertitudes. Elle a mobilisé une équipe projet et un groupe d'experts pendant dix-huit mois. La production ressortant de leur travail est impressionnante, tant par la quantité des contributions analysées (publications scientifiques, rapports d'études, dires d'experts, *focus groups*...), que par la qualité du rapport. Que tous les contributeurs soient donc ici doublement remerciés, d'abord pour avoir participé à cette aventure collective que constitue toujours une étude prospective, mais aussi parce que le travail consenti a été intense tout au long de ces dix-huit mois.

Si les commanditaires à l'origine du cahier des charges de l'étude avaient imaginé que le périmètre thématique allait permettre de limiter le champ d'investigation, il est très vite apparu que les domaines avaient finalement peu d'influence et que les travaux menés pouvaient concerner l'ensemble de l'enseignement supérieur et de la recherche (ESR), qu'il soit français ou non.

S'il est trop tôt pour envisager la façon dont les responsables de la recherche et de l'enseignement supérieur vont se les approprier, nous considérons, à notre niveau de responsabilité dans un système d'enseignement supérieur et de recherche, que nous devons engager rapidement une stratégie collective pour prendre ce qui nous paraît le meilleur

dans chacun des scénarios contrastés proposés, et plus généralement anticiper pour éviter le pire. Cette étude, qui a pris en compte les principales dimensions de l'activité de recherche et d'enseignement supérieur, en l'organisant en sept composantes (organisation institutionnelle de l'ESR, pratiques d'enseignement et de formation, éthique et culture numérique, données, interactions de l'ESR avec la société, pratiques de recherche, contexte sociétal), aboutit en effet à des propositions paradoxales qui peuvent souvent inquiéter, alors qu'il existe des chemins de progrès humain considérable permis par la transition numérique. Comment profiter de l'immense apport de la plateformes dans la production et le partage des connaissances, sans prendre le risque que les données soient captées et monétisées par des entreprises mondialisées ? Quelle organisation et quel pilotage de l'ESR peuvent être envisagés aux différentes échelles (mondiale, continentale, nationale, régionale) si l'on considère que la connaissance est un bien commun ? Comment concilier d'un côté le développement des usages des outils numériques pour la recherche et l'enseignement supérieur et d'un autre côté la frugalité dans la consommation d'énergie et de terres rares qui s'imposera un jour ou l'autre à tous ? Ces quelques questions trouvent des éléments de réponse dans l'analyse des enjeux pour la recherche et pour l'enseignement supérieur de chacun des scénarios envisagés, et nous devons donc chercher la bonne combinaison pour tracer le chemin désirable. La transition numérique est une véritable opportunité pour la recherche et l'enseignement supérieur, sous réserve que les choix d'aujourd'hui créent les conditions de poursuite de l'émancipation humaine dans une nature préservée.

Enfin, l'étude prospective se projetant à l'horizon 2040, il nous faut décider maintenant pour la génération qui va suivre, afin d'éviter de reproduire la « dépendance au sentier » que nous connaissons aujourd'hui dans d'autres activités face à des enjeux nouveaux. Après ce chantier doit donc en venir un nouveau : celui de l'élaboration d'une stratégie collective pour notre système d'enseignement supérieur et de recherche, que ce soit par grandes thématiques aux différents niveaux de politiques publiques (en particulier française et européenne), ou dans les négociations internationales (pour la bonne répartition des pouvoirs publics et des pouvoirs privés). Nous espérons humblement que cette étude prospective, menée dans un champ thématique à nombreux défis d'avenir mais pour lequel il n'était pas naturel d'associer recherche et enseignement supérieur, va être à l'origine d'un engagement sans précédent pour affirmer une volonté politique permettant la réussite de la transition numérique dans l'ensemble du système d'enseignement supérieur et de recherche.

Marion Guillou et Philippe Mauguin

# Introduction

Marco Barzman, Mélanie Gerphagnon, Olivier Mora

## Aperçu des questions posées

**LA TRANSITION NUMÉRIQUE IMPACTE** tous les secteurs d'activité. L'enseignement supérieur et la recherche publics (ESR) ne sont pas exempts des bouleversements qu'elle induit. Les transformations des pratiques et des modes d'organisation de l'ESR, des relations entre les acteurs de cet écosystème, ainsi qu'un sentiment d'accélération de ces transformations génèrent diverses images du futur — fantasmées ou plausibles. Avec cette prospective, nous proposons d'éclairer le débat concernant les implications à venir de cette transition pour la recherche et l'enseignement supérieur dans les sciences agronomiques, de l'environnement, de l'alimentation et vétérinaires.

Dans l'enseignement supérieur, la transition numérique modifie les contenus, les outils et les méthodes pédagogiques. Les rôles respectifs des enseignants et des apprenants et l'élaboration des parcours de formation sont et seront transformés par les algorithmes, les intelligences artificielles et le développement de plateformes numériques. La profusion de ressources pédagogiques en ligne renforce les possibilités d'autoformation et remet en question la contribution du présentiel, de la formation initiale et des diplômes dans le parcours de chacun. Par qui, humains ou algorithmes, et comment les contenus et les parcours de formation les plus adaptés et correspondant aux besoins seront-ils décidés ? Quels rôles les enseignants, les formateurs et les apprenants joueront-ils dans des parcours numériques individualisés ou dans des communautés d'apprentissage digitalisées ? Le foisonnement des outils numériques favorisera-t-il l'accès à l'enseignement et à la formation pour tous ou renforcera-t-il les inégalités ? Face aux enjeux économiques et aux grands opérateurs privés, quelle sera la place de l'enseignement supérieur et de la formation publics dans le marché de la connaissance ? Comment les métiers de la recherche et de l'enseignement supérieur ainsi que les compétences associées au numérique pourront-ils être accompagnés et développés dans ce contexte ?

La recherche et les pratiques de recherche se trouvent également face à des opportunités et des défis inédits. Le numérique a permis l'émergence de nouveaux métiers et de nouvelles façons de produire, de valider et de faire circuler la connaissance. Les données massives favorisent les approches abductives basées sur la fouille de données tandis que les outils d'intelligence artificielle et de simulation en émergence transforment les

pratiques de recherche. De nouveaux métiers apparaissent afin de traiter, analyser et gérer ces données massives ; comment vont-ils s'articuler avec les disciplines existantes ? Des collectifs de recherche se structurent en réseaux ou s'assemblent autour de grands dispositifs scientifiques, parfois incluant aussi la société civile. De nouvelles interactions apparaissent au sein d'écosystèmes de recherche et d'innovation en évolution. Les nouvelles capacités de communication permettent une organisation distribuée, mondialisée, centrée autour de clusters territoriaux ou de réseaux individuels labiles. Enfin, le numérique transforme nos objets d'étude : agriculture numérique, *foodtech*, e-santé, sciences vétérinaires connectées, etc. Face à ces changements, quelle sera la place du numérique dans la recherche en 2040 ?

Cette étude prospective, commanditée par l'Inra et Agreenium, explore l'évolution des rôles et des pratiques dans la recherche et l'enseignement supérieur en agronomie, environnement, alimentation et santé animale face à la transition numérique. Au-delà de ces domaines d'application, cette initiative traite des questions pertinentes pour un large éventail d'acteurs concernés par le fonctionnement de la recherche, l'apprentissage et les modes de partage des savoirs, de l'enjeu des données dans l'économie numérique et de nouvelles relations entre la science et la société. Ce rapport présente le travail effectué sur deux parties, après une nécessaire exposition de la méthodologie adoptée, où sont décrites les méthodes et démarches qui ont servi à élaborer quatre scénarios et identifier les enjeux majeurs pour le devenir de la recherche et l'enseignement supérieur publics.

La première partie (Rétrospectives, tendances actuelles et hypothèses d'évolution) synthétise le travail effectué sur les tendances passées et actuelles (rétrospectives), ainsi que sur les hypothèses d'évolution identifiées pour les différentes composantes du système. Elles concernent les pratiques de recherche, les pratiques d'enseignement et de formation, les données, les interactions de l'ESR avec la société, l'éthique et les cultures numériques dans l'ESR, le contexte (société, économie et politique) et l'organisation institutionnelle de l'ESR.

La seconde partie présente les quatre scénarios contrastés d'évolution à l'horizon 2040 (chapitre 8), leurs enjeux, en termes d'opportunités et de risques (chapitre 9) et leurs enseignements identifiés à partir des grandes questions qu'ils mettent en lumière (chapitre 10).

## Méthodologie

**L'OBJECTIF DE CETTE PROSPECTIVE** est d'anticiper les conséquences à venir des évolutions engendrées par la transition numérique sur la recherche et l'enseignement supérieur, en particulier dans les domaines d'application que sont l'agriculture, l'alimentation, l'environnement et la santé animale — domaines de compétences de l'Inra et des autres membres d'Agreenium. Afin d'appréhender un large éventail des évolutions possibles, en tenant

compte des incertitudes et des interdépendances, cette prospective a été conduite selon une méthode systémique à caractère exploratoire.

## ■ Le choix de la méthode des scénarios

La prospective s'est appuyée sur la méthode des scénarios basée sur l'analyse morphologique d'un système (Godet et Durance, 2008 ; de Jouvenel, 2004). Cette méthode permet d'appréhender les évolutions de long terme, en intégrant les discontinuités et les ruptures éventuelles.

À travers la série d'étapes décrites ci-dessous, il est possible avec cette méthode de construire une diversité de scénarios exploratoires répondant aux critères de pertinence, cohérence, plausibilité, transparence et contraste. La construction des scénarios s'appuie sur des combinaisons d'hypothèses d'évolution et se traduit par la production de récits où les chaînes de causalité sont explicitées. Les scénarios élaborés visent à renouveler les regards et les questionnements sur les transformations actuelles et à venir, auxquelles il convient de se préparer, ainsi que sur les actions à engager. Leur objectif est de contribuer aux débats et aux questionnements sur les évolutions en cours et de faciliter l'anticipation des enjeux futurs et l'identification des leviers d'action pour y répondre. Le travail de prospective prépare donc le terrain en éclairant les futurs possibles en amont de l'élaboration stratégique.

## ■ Organisation de la prospective

La transition numérique touche de multiples façons un grand nombre d'activités et de secteurs, et ce large spectre d'effets concerne également la recherche et l'enseignement supérieur. Pour prendre en compte les effets systémiques, la prospective s'est appuyée sur un ensemble de participants multi-institutionnels, pluridisciplinaire, incluant des acteurs partie prenante. Ceux-ci ont été répartis en trois groupes<sup>1</sup>.

### *Comité de suivi*

Le comité de suivi a orienté tout au long de l'étude le déroulement de l'étude en fonction des résultats préliminaires, du calendrier de la réalisation de l'étude prévu, et des objectifs définis. Il regroupait des représentants Inra et Agreenium, soit les commanditaires de l'opération.

### *Groupe de travail*

Le groupe de travail a assuré, avec l'équipe projet, l'analyse rétrospective du système et la construction des scénarios. Il était composé d'acteurs issus de la recherche, de l'enseignement supérieur, des collectivités territoriales, du développement agricole, et de la coordination internationale.

1. La liste des membres des différents groupes figure au début de l'ouvrage.

## **Équipe projet**

L'équipe projet a conduit l'exercice au quotidien en assurant l'animation globale de l'exercice et notamment des ateliers avec le groupe de travail ainsi que les synthèses bibliographiques ayant servi de support aux discussions internes, et la mise en forme des travaux.

Collectivement, les domaines d'expertise des membres du groupe de travail et de l'équipe projet couvraient les systèmes d'information, la politique des données, les ressources humaines, les sciences vétérinaires, l'agronomie, la génétique, la bio-informatique, la sociologie, les sciences de l'éducation, la sociologie du travail, et l'économie.

## **■ Les étapes de la prospective**

### ***Le cadrage du sujet***

Dans la phase de cadrage, le groupe de travail a discuté et s'est accordé sur l'horizon temporel de la prospective et sur son périmètre thématique.

L'horizon de la prospective a été fixé à 2040. Ni trop lointain, ni trop proche, cet horizon répondait à la nécessité d'envisager, d'une part, des ruptures possibles et la généralisation de signaux faibles, notamment les transformations des usages numériques en lien avec les changements générationnels, et, d'autre part, de prendre de la distance vis-à-vis des enjeux immédiats et de court terme pour étudier des transformations plus systémiques.

La transition numérique impacte de nombreux secteurs d'activité, depuis la gouvernance mondiale jusqu'aux relations sociales des individus. Il était donc particulièrement important de clarifier le périmètre thématique pour éviter de se perdre dans une analyse excessivement globalisante. Il fallait en même temps veiller à prendre en compte l'ensemble des modifications générées par le numérique qui étaient pertinentes pour le sujet de cette prospective. En effet, la transition numérique est une transformation sociétale qui impacte à la fois les pratiques de recherche et d'enseignement ainsi que de grandes questions politiques, sociales et économiques.

### ***L'identification des composantes et variables définissant le système***

Dans une deuxième phase, le groupe de travail a identifié les facteurs déterminants du devenir de l'enseignement supérieur et de la recherche dans le cadre de la transition numérique. Ces facteurs sont présentés sous forme de diverses composantes, qui ensemble constituent le « système » de la prospective.

Pour cela, le groupe de travail a d'abord identifié les grands enjeux du numérique pour la recherche et l'enseignement à l'horizon 2040. Puis ces enjeux ont été regroupés afin de définir des domaines thématiques relativement indépendants, qui ont été considérés comme les composantes du système. Le système ainsi défini comprend sept composantes, présentées dans la figure 1.

Figure 1. Les sept composantes du système.

	Hypothèse d'évolution 1	Hypothèse d'évolution 2	Hypothèse d'évolution 3	Hypothèse d'évolution 4	Hypothèse d'évolution 5
Pratiques de recherche					
Pratiques d'enseignement et de formation					
Données					
Interactions de l'ESR avec la société					
Éthique et culture numérique					
Contexte : société, économie et politique					
Organisation institutionnelle de l'ESR					

Chaque composante est elle-même définie par une série de variables qui permettent de la décrire. Comme leur nom l'indique, les variables varient, qualitativement ou quantitativement, au cours du temps. Elles sont constitutives de la composante. Pour cette prospective, chaque composante a été définie par trois à quatre variables.

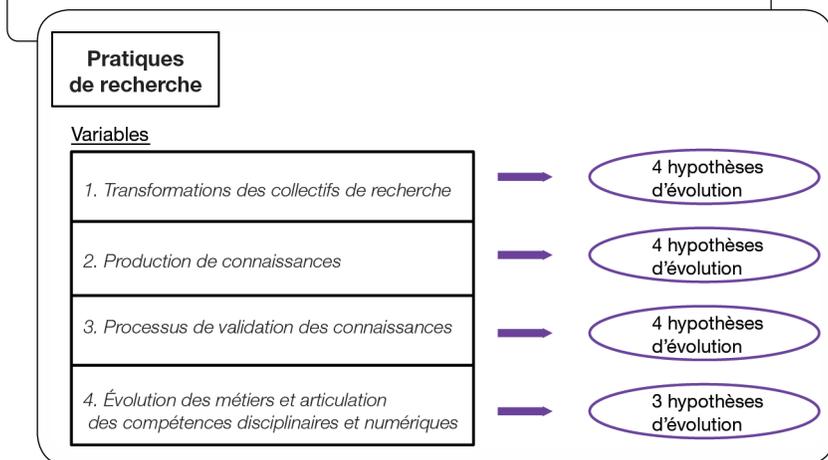
### ***L'analyse rétrospective des variables et leurs hypothèses d'évolution possible à l'horizon 2040***

La troisième phase de la prospective a consisté, pour chaque variable, à construire une base de connaissance des dynamiques passées et en cours, puis à élaborer des hypothèses d'évolution spécifiques à la variable en question.

Dans un premier temps, une revue de la littérature menée par l'équipe projet et discutée par le groupe de travail a permis de dégager les tendances passées et en cours de chacune des variables. Ce travail qui correspond à l'analyse rétrospective du système est présenté en détail dans la première partie.

Dans un second temps, l'analyse des tendances passées des variables et l'identification des signaux faibles et des ruptures possibles ont servi de base à l'élaboration de nombreuses hypothèses d'évolution (94) des variables à l'horizon 2040. Les variables et les hypothèses d'évolution des variables sont schématisées dans la figure 2 ci-dessous, à travers l'exemple de la composante « Pratiques de recherche ».

**Figure 2. Découpage en variables et construction d'hypothèses d'évolution des variables d'une composante.**



### **La construction des scénarios**

Au sein de chaque composante, le groupe de travail a combiné les hypothèses d'évolution de chaque variable selon des agencements cohérents, plausibles, pertinents et contrastés pour aboutir à des hypothèses d'évolution des composantes. À titre d'exemple, le processus de formulation d'hypothèses d'évolution d'une composante à partir d'hypothèses d'évolution de variables est présenté, toujours pour la composante « Pratiques de recherche », dans la figure 3 ci-dessous. On obtient ainsi un jeu de 31 hypothèses d'évolution possible des composantes. Ces hypothèses sont présentées dans la première partie à la fin de chaque chapitre décrivant les dynamiques passées et futures des composantes.

Les hypothèses d'évolution des composantes ont ensuite été regroupées dans un tableau dit « morphologique » (à retrouver au début du chapitre 8), qui a permis la construction des scénarios. À l'aide de ce tableau, le groupe de travail a combiné les hypothèses d'évolution des composantes pour construire quatre scénarios. Une combinaison d'hypothèses d'évolution de composantes (les « xxx ») constituant un scénario x est schématisée dans la figure 4 ci-dessous.

Les scénarios ont été construits avec les objectifs de pertinence par rapport à la question de départ, de cohérence interne en proposant une combinaison d'hypothèses non contradictoires entre elles, de plausibilité au regard des évolutions en cours, et d'intérêt pour les acteurs concernés. La finalité était de bâtir des scénarios suffisamment contrastés pour identifier le maximum de risques et d'opportunités associés à la transition numérique.

Figure 3. Formulation des hypothèses d'évolution d'une composante (en orange) à partir des hypothèses d'évolution des variables.

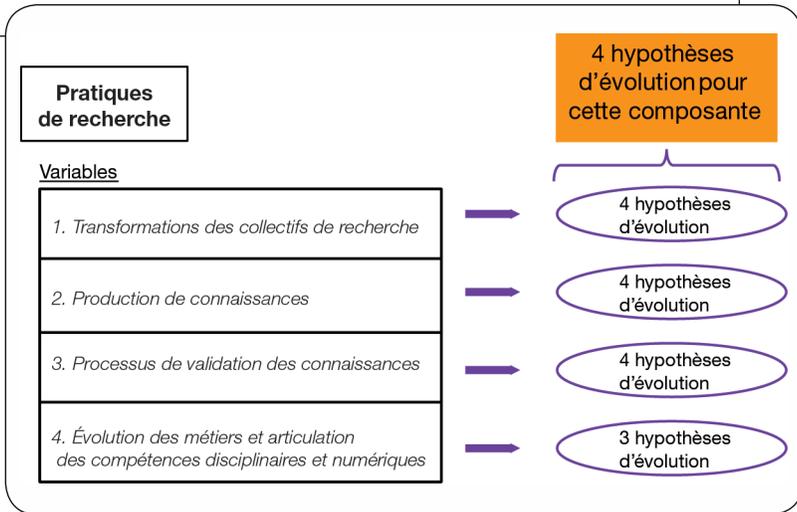
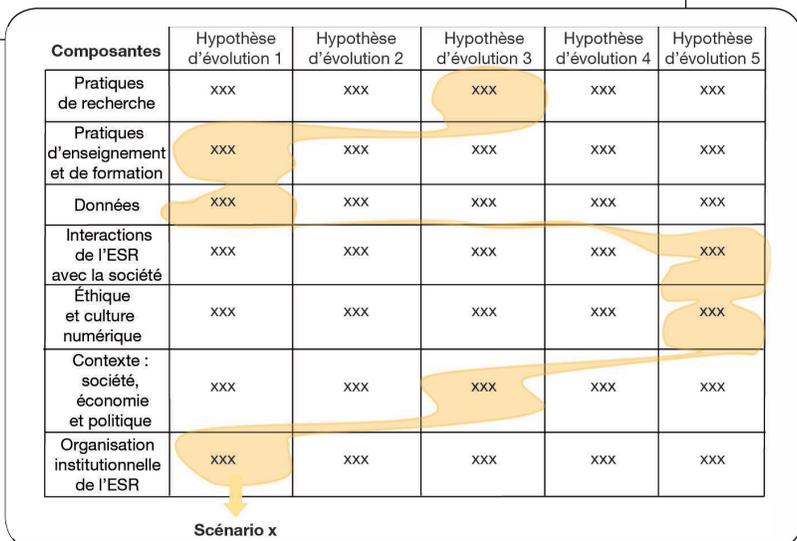


Figure 4. Construction d'un scénario (abstrait) par agencement d'hypothèses d'évolution des composantes dans le tableau morphologique.



En parallèle aux étapes décrites précédemment, l'équipe projet a enrichi et affiné l'analyse menée avec le groupe de travail par trois approfondissements complémentaires.

Tout d'abord, pour enrichir la réflexion sur l'avenir de l'enseignement en général, de l'intelligence artificielle dans l'apprentissage et du numérique dans la santé animale, trois auditions ont été organisées lors d'ateliers du groupe de travail :

- Prospective PREA2K30 – « Éducation et apprentissages à l'horizon 2030 », présentée le 23 mai 2018 par Georges-Louis Baron de l'Université Paris-Descartes ;
- « Panorama de l'intelligence artificielle pour l'éducation », présenté le 10 septembre 2018 par François Boucher de Sorbonne Université ;
- Prospective VetFuturs – « Évolution du numérique dans les soins vétérinaires et stratégies à adopter par la profession », présentée le 10 septembre 2018 par Denis Avignon du Conseil national de l'Ordre des vétérinaires.

En outre, deux ateliers participatifs du type « *focus group* » ont été menés pour apporter un regard critique sur les hypothèses d'évolution des composantes quant aux pratiques d'enseignement, de formation et de recherche, et enrichir la réflexion prospective. Les *focus groups* font appel à des formes d'animation dynamique, participative et collective. Des petits groupes de trois à quatre participants ont effectué des rotations rapides d'une station à une autre, en discutant et notant leurs commentaires. Le travail en petits groupes a alterné avec des discussions en réunion plénière. Ces ateliers ont été organisés :

- le 18 octobre 2018, avec une quinzaine d'ingénieurs pédagogiques d'Agreenium et d'ingénieurs formation de l'Inra ;
- le 22 octobre 2018, avec une quinzaine d'enseignants-chercheurs d'Agreenium et de chercheurs de l'Inra.

Enfin, avec des objectifs similaires, des consultations d'étudiants ont eu lieu. Les hypothèses d'évolution ont été proposées à un groupe d'étudiants élus au Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche en agronomie, alimentation et sciences vétérinaires, et au conseil d'administration d'Agreenium, afin d'obtenir leur point de vue.

À ce stade, le groupe de travail et l'équipe projet ont établi quatre scénarios, détaillés dans le chapitre 8. Ceux-ci se présentent sous la forme de récits basés sur une articulation des hypothèses d'évolution des composantes. Pris dans son ensemble, ce jeu de scénarios est conçu pour rendre compte de la pluralité des futurs possibles, et ainsi décrire l'éventail des futurs qu'il convient d'anticiper.

### ***Les enjeux des scénarios pour la recherche et l'enseignement supérieur***

Pour faciliter l'appropriation des scénarios et leur usage stratégique, le groupe de travail a consacré un atelier à une réflexion sur les enjeux de la transition numérique pour l'ESR au regard des changements envisagés dans les quatre scénarios. Ceux-ci ont été élaborés à travers un exercice « SWOT » — *Strength, Weakness, Opportunity, Threat*, c'est-à-dire atouts et vulnérabilités des institutions, et opportunités et menaces pour les établissements de recherche et d'enseignement supérieur en agronomie, environnement, alimentation et santé animale. Les résultats de ce travail sont présentés dans les chapitres 9 et 10.