



Direction de l'Expertise scientifique collective, de la Prospective et des Études (DEPE)

Bilan des activités 2018-2019

Nouveaux projets 2020

Guy RICHARD & Chantal LE MOUËL

MAI 2020

1.Introduction

L'objectif de cette note est de présenter les principales activités de la DEPE de ces deux dernières années. La période 2018-2019 correspond à la fin de la DEPE en tant que délégation rattachée au PDG. La DEPE est devenue l'une des deux directions de la [DGD EAPP](#) au 1^{er} janvier 2020 (avec la direction DAPP). C'est également une période de renouvellement des effectifs de la DEPE (une quinzaine de personnes) avec :

- Un nouveau directeur depuis le 1^{er} avril 2018, Guy Richard (ex.CD EA). Il est le troisième directeur de la DEPE après Philippe Chemineau (ex.CD PHASE) (2010-2013) puis Bertrand Schmitt (ex.CD SAE2) (2014-2018).
- L'arrivée d'une conseillère pour le développement des sciences économiques et sociales au sein des opérations de la DEPE : Chantal Le Mouël, UMR SMART-LERECO (Rennes), pour 20% ETP.
- L'arrivée d'une gestionnaire par concours externe (septembre 2019) : Sandrine Gobet, d'une documentaliste en double activité (avril 2020) : Virginie Lelièvre (département AgroEnv) pour 20% ETP, et de trois chefs de projet :
 - Sophie Leenhardt en détachement du MTES (février 2020),
 - Jean-Louis Drouet (UMR EcoSys Grignon) en double activité pour 50% ETP (mars 2020),
 - en cours de recrutement par concours externe (arrivée en septembre 2020 si le concours est fructueux).
- Le départ de trois chefs de projet : Muriel Dunier (retraite), Marco Barzman (mobilité INRA-IRSTEA 2019) et Olivier Rechauchère (BAMI 2020).
- Enfin, cinq CDD devraient rejoindre la DEPE pour les opérations en démarrage en 2020.

Cette période a été marquée par la publication, en français et en anglais, des [principes de conduite des expertises et des études scientifiques collectives à l'INRA](#) en mai 2018. C'est un document de référence d'une cinquantaine de pages qui s'appuie sur la norme [AFNOR X50-110](#) et sur les chartes [institutionnelle](#) et [nationale](#) de l'expertise. Il permet de présenter les activités de la DEPE dans sa dimension « expertise », il devrait être prochainement complété par un document analogue pour la dimension « prospective ».

Enfin, la DEPE a produit un nouveau type de livrable à la demande et à destination de la Direction générale. Il s'agit de notes internes d'une quinzaine de pages, rédigées par la DEPE, qui viennent alimenter la réflexion stratégique de l'établissement et dont les sujets pourraient constituer de futurs thèmes d'expertise. La première note a concerné les perturbateurs endocriniens (janvier 2019), la deuxième traite de la question des plastiques en agriculture et agro-alimentaire (prévue pour le 2^{ème} trimestre 2020).

Cette note comprend la présentation :

- des cinq opérations conduites en 2018-2019,
- des cinq opérations qui démarrent début 2020,
- des activités transversales ayant vocation à faire connaître et à valoriser les opérations DEPE.

2.Opérations 2018-2019

Les cinq opérations conduites en 2018-2019 (une ESCo, deux études et deux prospectives, cf. tableau ci-après) s'inscrivent dans quatre priorités du document d'orientation [INRA2025](#) : #Global (2), #Climat (1), #Food (1) et #Openscience (1).

#Global : les entrées des deux opérations #Global concernent l'environnement et la sécurité alimentaire.

La [prospectif La mer monte](#), réalisée à la demande de l'Alliance Allenvi, explore plusieurs scénarios de réponse de la société au niveau et à la vitesse d'élévation de la mer, et à l'intensité et à la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes. Elle fait suite à l'[étude ScenEnvi](#) qui avait proposé une typologie des grandes prospectives internationales sur l'environnement aux horizons 2030-2100 selon le gradient d'intensité de la gouvernance étatique et de la qualité de l'environnement. Les scénarios de La mer monte combinent une gouvernance mondiale apte ou non à prendre rapidement des mesures pour ralentir le réchauffement du climat, et des politiques locales allant de l'anticipation, par les aménagements littoraux et/ou la gestion du repli, au laisser-faire. Le rapport a été publié en octobre 2019, il est cohérent avec les prévisions du [rapport spécial du GIEC](#) sur

l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique. Il inclut trois analyses régionales (Aquitaine, Pays-Bas et Vietnam). L'ensemble aurait dû être présenté lors du congrès de l'[UICN 2020](#).

[L'étude Agricultures européennes 2050](#) (AE2050) conduite à la demande de l'association Pluriagri¹ s'inscrit dans la lignée des travaux prospectifs sur l'évolution de la sécurité alimentaire mondiale conduits par l'INRA et le CIRAD (prospective [Agrimonde-Terra](#)), avec une approche quantitative reposant sur l'outil GlobAgri produit par Agrimonde-Terra et déjà mis en oeuvre dans cette prospective ainsi que pour l'étude [Afrique du Nord – Moyen Orient](#). GlobAgri est un outil permettant de créer une base de données et un modèle de bilans de produits agro-alimentaires adaptés (en particulier, nomenclature produits et géographique) à chaque prospective/étude. Le modèle de bilans peut projeter les besoins en terre agricole (surfaces cultivées et prairies permanentes) des pays/régions considérées et au niveau mondial, qui résultent d'hypothèses posées sur l'évolution démographique, des régimes alimentaires, des rendements végétaux et animaux et des surfaces cultivables disponibles. Pour l'étude AE2050, une régionalisation du continent Europe en huit sous-régions a été réalisée (modèle GlobAgri-AE2050 qui sera remobilisé pour la prospective Agriculture européenne sans pesticides en démarrage cf. section suivante). Les scénarios simulés pour AE2050 articulaient des hypothèses alternatives à 2050 qui portaient sur (1) l'impact du changement climatique (température moyenne, pluie annuelle, concentration en CO₂) sur la production agricole (en dehors des événements extrêmes) et sur la disponibilité en surfaces cultivables, (2) l'augmentation des rendements végétaux grâce au progrès technique, (3) l'évolution des régimes alimentaires. L'étude montre que l'Europe dispose de marges de manœuvre pour contribuer, modestement, à la couverture des besoins alimentaires mondiaux, ou pour orienter son agriculture vers une production agroécologique (sachant que l'impact d'événements extrêmes n'a pas été considéré), ce qui est particulièrement intéressant dans le cadre du Pacte vert européen. L'étude met également l'accent sur l'augmentation considérable des besoins alimentaires de l'Afrique, une analyse complémentaire des données simulées est en cours pour l'évaluer plus finement.

#Climat : [l'étude 4pour1000](#) a consisté à évaluer, par simulation, le potentiel de stockage additionnel des sols métropolitains cultivés, prairiaux et forestiers en fonction de nouvelles modalités de gestion de ces écosystèmes. Elle s'inscrit dans l'initiative internationale dite 4 pour 1000, valeur qui correspond au ratio, à l'échelle mondiale, entre le flux de gaz à effet de serre et le stock de Carbone organique dans les sols. Une étude bibliographique a permis d'identifier les pratiques agricoles et sylvicoles stockantes à modéliser (cultures intermédiaires, semis direct, agroforesterie, apport de nouvelles ressources organiques, prairies temporaires, fertilisation et fauche des prairies). Les simulations agronomiques ont été réalisées à l'aide des modèles [STICS](#) et [PaSim](#) en mobilisant la plateforme [RECORD](#) avec une résolution spatiale kilométrique. Les simulations économiques ont été faites avec le modèle BANCO. La ligne de base agronomique, avec les pratiques actuelles, correspond aux simulations de [l'étude EFESE-EA](#). Le stockage additionnel moyen de C sur 30 ans varie de + 28 à + 466 kgC/ha/an pour les différentes pratiques testées, avec une forte variabilité spatiale sur la France métropolitaine pour les sols agricoles et prairiaux. Pour les sols forestiers, l'enjeu est de conserver les stocks et les pratiques actuels. Partant du coût additionnel de mise en œuvre pour l'agriculteur de chaque pratique stockante et du coût de la tonne de C supplémentaire stockée associée par région (les deux coûts étant calculés sur la base des simulations agronomiques), le modèle BANCO simule l'allocation de l'effort de stockage entre les pratiques et les régions, qui minimise le coût total pour un objectif de stockage national donné.

Stocker davantage de carbone est donc techniquement possible, le stockage additionnel pouvant atteindre 1,9 % par an pour l'ensemble des surfaces agricoles et forestières françaises. Mais, pour un pays industrialisé comme la France, les émissions nationales annuelles de gaz à effet de serre représentent près de 40 % du stock de carbone organique des sols (3,58 Gt de carbone dans l'horizon 0-30 cm). Aussi, une augmentation de quelques % par an du stock de carbone organique des sols ne permettrait de compenser qu'environ 10 % des émissions nationales annuelles de gaz à effet de serre. La réduction des émissions de GES reste donc la première priorité pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 : le stockage additionnel de carbone dans les sols et la biomasse représente un levier significatif et complémentaire pour atteindre cet objectif de la neutralité Carbone. C'est un élément important à considérer au moment où se définit la future PAC avec l'introduction éventuelle de paiements pour services environnementaux, dont celui relatif au stockage du carbone. Cette étude a permis de développer une chaîne de modélisation agronomique et économique originale qui pourrait être appliquée à plusieurs pays européens dans le cadre du projet EJP Soil, et à l'état du Massachusetts aux États-Unis.

¹ Association créée par les producteurs français de grandes cultures (céréales, oléagineux et betteraves à sucre) et par le Crédit Agricole pour anticiper les évolutions de l'agriculture.

Opération	Intitulé	INRA 2025	Commanditaire	Date du colloque	Pilotes scientifiques Chef de projet DEPE	Commentaires <i>Suites envisagées</i>
Prospective	La mer monte	#Global	Allenvi	24 octobre 2019	Olivier Mora (INRA) Denis Lacroix (IFREMER) Nicolas de Menthière (IRSTEA) Audrey Béthinger	https://www.inrae.fr/actualites/faire-face-montee-mer Dans la suite de l'étude ScenEnvi déjà conduite pour Allenvi Présentation Ambassade de France aux Pays-Bas
Etude	AE2050	#Global	PluriAgri	14 février 2020	Bertrand Schmitt (SAE2) Hervé Guyomard (SAE2) Philippe Debaeke (EA) Anaïs Tibi	https://www.inrae.fr/actualites/agricultures-europeennes-horizon-2050 Suite Agrimonde-Terra (2016) et étude ANMO (2015) Participation des MP GloFoods et ACCAF Création de GlobAgri-AE2050 incluant une régionalisation intra-européenne, ré-utilisable pour la prospective Agriculture européenne sans pesticides <i>Utilisation des simulations pour le continent africain</i>
Etude	4pour1000	#Climat	Ademe M. Agriculture & Alimentation	13 juin 2019	Sylvain Pellerin (EA) Laure Bamière (SAE2) Olivier Rechauchère	https://www.inrae.fr/actualites/stocker-4-1000-carbone-sols-potentiel-france Suite ESCo Carbone (2002), étude GES (2013) et étude Forêt-Bois (2017) Consolidation du dispositif de simulation EFESE-EA (2017) Présentation à la commission européenne (2019) <i>Prolongation Planet A, projet européen NIVA Application Outre-Mer (IRD et CIRAD), Massachusetts USA, Europe (EJP Soil)</i>
ESCo	Qualité des aliments d'origine animale	#Food	M. Agriculture & Alimentation FranceAgriMer	29 mai 2020 ?	Sophie Prache (PHASE) Véronique Santé Louthellier (CEPIA) Catherine Donnars	Suite ESCo RIS Elevage (2017) Analyse des cahiers des charges des SIQO
Prospective	Transition numérique	#Open-Science	Inra Agreenium	27 juin 2019	Marco Barzman	https://www.inrae.fr/actualites/quelle-transition-numerique-lenseignement-superieur-recherche Ouvrage QUAE Valorisation Agreenium, INRA, MESRI

#Food

L'INRA a rendu en 2016 une ESCo sur les [rôles, services et impacts des élevages européens](#) qui n'avait pas pris en compte les dimensions nutritionnelles des produits animaux. L'ESCo Qualité des aliments d'origine animale de 2020 vient compléter ce manque, l'objectif étant de caractériser la qualité des aliments d'origine animale selon les conditions d'élevage, d'abattage, de transformation et de consommation des produits animaux. L'attention a été portée à la couverture de l'ensemble de la chaîne alimentaire et aux différents volets de la qualité des produits. Les principaux produits consommés et produits en Europe ont été considérés : viandes bovines, ovines, porcines et de volailles, lait, œufs, chair de poisson, ainsi que les aliments issus de leur transformation : viandes et poissons transformés, produits laitiers, ovoproduits, ingrédients et plats composites contenant des produits animaux. Quelques produits transformés ont été plus spécifiquement analysés : lait UHT (traitement thermique), steak de bœuf haché (hachage), saucisson, fromages (fermentation), nuggets, lait infantile, pizzas (produits composites). La qualité a été déclinée en sept propriétés : organoleptique, commerciale (critères de prix à l'éleveur), technologique (aptitude à la transformation), nutritionnelle, sanitaire (sécurité biologique et chimique des aliments, additifs et effets santé/épidémiologie), d'usage et d'image. Une attention particulière a été portée à la place de la qualité des aliments dans les cahiers des charges des signes de qualité d'origine (SIQO). Les effets de la consommation de produits animaux sur la santé humaine ont été évalués.

L'ESCo, dont le colloque de restitution est prévu le 29 mai prochain, met en évidence les processus de construction et de détérioration de la qualité tout au long de la chaîne alimentaire, et les antagonismes entre propriétés de la qualité. Si la consommation de produits animaux contribue à une bonne couverture des besoins nutritionnels humains, les études d'épidémiologie nutritionnelle montrent des effets contrastés sur les risques de pathologies chroniques d'origine alimentaire. L'ESCo met en avant le besoin important de renforcer des études intégrées et multicritères pour éclairer pleinement des questions relatives à l'étiquetage ou à la formulation des produits par ex. elle vient éclairer l'ensemble des débats liés à la loi Agriculture et Alimentation (EGALIM, 2018) et au programme national nutrition santé (PNNS 2019-2023).

#OpenScience

Moocs, profusion de ressources pédagogiques en ligne..., la transition numérique modifie les contenus, les outils et méthodes pédagogiques, ainsi que le rôle des enseignants et des apprenants. Données massives, intelligence artificielle, réseaux de neurones et fouille de données remodelent également la recherche, ses pratiques et ses métiers. L'INRA et Agreenium ont souhaité anticiper les enjeux de la transition numérique avec une [prospective](#) sur les évolutions des pratiques de recherche, de l'apprentissage et du partage des savoirs, de l'enjeu des données dans l'économie numérique, et des relations science-société. Quatre scénarios ont été développés pour envisager les changements à venir. Le scénario 1 « L'ESR au pied des géants du numérique » explore les conséquences de l'entrée du capitalisme de plateforme dans l'ESR associée à une science orientée par la donnée. Le scénario 2 « L'ESR et le numérique pour la préservation de la planète », évoque la capacité de l'ESR, augmentée par les usages internationaux et transdisciplinaires du numérique, à gérer la complexité et à adopter la planète comme objet d'étude. Le scénario 3 « Les écosystèmes numériques territorialisés de l'ESR » décrit les relations facilitées par le numérique entre acteurs du monde scientifique et avec le reste de la société. Le scénario 4 « L'ESR face à la frugalité numérique » suppose la mise en adéquation de la transition numérique avec la transition écologique. La prospective a déjà été utilisée par Agreenium et par plusieurs de ses établissements pour réfléchir à leur stratégie numérique, en terme de valorisation des connaissances par exemple (cf. séminaire Agreenium du 13 février 2020), elle fera l'objet d'une présentation à la DGESIP du MESRI. Nul doute qu'avec la pandémie Covid-19, cette prospective est particulièrement d'actualité, même si le scénario 4 impliquant une frugalité numérique sera peut-être rapidement dépassé !

3. Opérations en démarrage

Cinq nouvelles opérations sont en démarrage en ce début d'année 2020 (cf. tableau ci-après). Les trois dimensions du tripode INRAE sont concernées, Agriculture, Alimentation et Environnement. Deux opérations sont conduites avec des comités d'experts européens. Ce sera la première fois pour une opération d'expertise (une première étude avait été réalisée pour l'EFSA en 2017 sur la [conscience des animaux](#), mais avec un comité d'experts français).

Alimentation

Une ESCo sur l'alimentation des personnes âgées est en cours de conventionnement avec le ministère des solidarités et de la santé, et la caisse nationale de solidarité pour l'autonomie. Ce sera la première opération commanditée à INRA/INRAE par le ministère chargé de la santé. La question de la dénutrition des personnes âgées est majeure aujourd'hui dans les sociétés occidentales, que la personne âgée reste chez elle ou qu'elle soit dans un établissement spécialisé, sa prévention est inscrite dans les priorités du 4^{ème} PNNS 2019-2023.

L'ESCO portera sur quatre points :

1. Besoins nutritionnels spécifiques de la personne âgée et caractérisation des consommations alimentaires et de leur évolution avec l'âge dans les divers contextes de vie des personnes âgées : domicile, habitat inclusif, institution, hôpital dans une logique de parcours.
2. Relations entre consommations alimentaires, risques de dénutrition et état de santé (altérations physiologiques/physiopathologiques) chez les personnes âgées (notamment par des approches d'épidémiologie descriptive).
3. Identification des déterminants des comportements et des choix alimentaires des personnes âgées (accessibilité et caractéristiques de l'offre alimentaire, préférences sensorielles, contexte social, relationnel, physiologique, psychologique...) ainsi que des freins à l'adoption d'une alimentation adaptée à leurs besoins dans les différents cadres de vie (domicile et institution).
4. Identification et évaluation des leviers d'action et des stratégies d'intervention visant à assurer la couverture des besoins alimentaires des personnes âgées et la prévention des risques de dénutrition et de pathologies dégénératives dans les différents contextes de vie (domicile, institution). Cette analyse intégrera une typologie des modèles d'intervention, une identification des conditions de leur efficacité, une évaluation de leur rapport coût/efficacité et de leurs impacts au regard de la question des inégalités sociales.

L'ESCO s'appuiera avant tout sur l'ensemble de la littérature internationale dite « certifiée » mais elle analysera également un ensemble de données issues de la littérature grise et correspondant à différentes expériences de stratégies préventives de prise en charge du grand âge, conduites notamment en France par des dispositifs locaux. Pour cela, un Comité Technique, composé de scientifiques et de professionnels de terrain du secteur (collectivités locales et départementales, agences régionales de santé, institutions publiques et privées, associations, assurances...) sera mis en place.

Environnement

L'INRA et le Cemagref avaient réalisé en 2005 une ESCo sur l'usage et les conséquences des pesticides en agriculture qui a été à l'origine du Plan Ecophyto de 2010. Le plan Ecophyto2+ a saisi INRAE et l'IFREMER pour actualiser la connaissance de l'impact écotoxicologique des pesticides sur la biodiversité non cible (une ESCo a été confiée à l'INSERM pour l'étude de l'impact des pesticides sur la santé humaine) en prenant en compte les pesticides de synthèse et naturels, les produits et les organismes de biocontrôle épandus dans les écosystèmes agricoles et dans les jardins, espaces verts et infrastructures (JEVI), en associant l'impact sur les organismes vivants à la quantification des services écosystémiques qui en dépendent, et en couvrant toute la chaîne de dispersion depuis le lieu d'épandage jusqu'aux écosystèmes marins. L'ESCO devra apporter un éclairage sur les méthodes d'évaluation des pesticides et de suivi de leurs effets, et sur les voies de remédiation permettant de réduire ou de gérer des contaminations antérieures.

Agriculture

INRAE a été saisi d'une seconde ESCo financée par le plan Ecophyto2+ relative à la gestion de la diversité de la couverture végétale pour favoriser la prophylaxie des cultures et la régulation naturelle des bioagresseurs. Complémentaire de l'ESCO sur les pesticides, elle vient éclairer de nouvelles modalités de gestion des agroécosystèmes et des paysages pour supprimer l'usage des pesticides. Seront étudiés à la fois dans leur diversité interspécifique et intraspécifique, ainsi que dans leur dynamique sur du court (saisonnier) ou moyen terme (interannuel) :

- Dans la parcelle cultivée : les mélanges variétaux, les variétés composites, les variétés populations, les peuplements complexes associant plusieurs espèces (annuelles et/ou pérennes, herbacées et/ou arbustives), les cultures intermédiaires, l'enherbement inter-rang, les plantes de services ;
- Les infrastructures agroécologiques comme les haies, prairies, bandes enherbées et bandes fleuries mais aussi les lisières de bois, bosquets, ripisylves, cours d'eau, jardins, murets, ainsi que les cultures directement adjacentes et interfaces entre zones agricoles et espaces non cultivés.
- Au niveau du paysage : structure du paysage (composition, configuration) tant sur sa partie cultivée que semi-naturelle, et/ou naturelle.

Opération	Intitulé	Tripode INRAE	Commanditaire	Partenaire	Pilote scientifique	Chef de projet	Commentaire
ESCo	Alimentation des personnes âgées	Alimentation	M. Santé Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie		Véronique Coxam (Alimh) Claire Sulmont-Rossé (Alimh) Philippe Cardon (U. Lille)	Catherine Donnars	Une première saisine du ministère en charge de la santé Un comité technique pour réaliser une synthèse des expérimentations de terrain (EPHAD, ARS...) Pourrait inclure une revue systématique
ESCo	Effets des pesticides sur la biodiversité	Environnement	Plan Ecophyto2+ (M. Agriculture M. Recherche M. Environnement)	IFREMER	Laure Mamy (AgroEnv) Stéphane Pesce (Aqua) Wilfried Sanchez (Ifremer)	Sophie Leenhardt	Suites ESCo Pesticides et Environnement (2005), Agriculture et Biodiversité (2008) Pourrait inclure une revue systématique avec méta-analyse Revue des modèles et des bases de données
ESCo	Effets de diversité de la couverture végétale sur la prophylaxie des cultures	Agriculture	Plan Ecophyto2+ (M. Agriculture M. Recherche M. Environnement)		Vincent Martinet (EcoSocio) Aude Vialatte (Terra)	Anais Tibi	Suites ESCo Agriculture et Biodiversité (2008), Etudes Diversification (2013), EFESE-EA (2017) Pourrait inclure une revue systématique avec méta-analyse Revue des modèles et des bases de données
Prospective	Agriculture européenne sans pesticides	Agriculture	PPR Protéger et Cultiver autrement (M. Recherche M. Agriculture)			Olivier Mora	Suites AgriMonde Terra et Agriculture européenne 2050 Dimension européenne Implication de 24 institutions européennes Scénarios qualitatifs et quantification par modélisation (GlobAgri)
Étude	Durabilité environnementale des systèmes agricoles	Agriculture & Environnement	Réseau Temperate Agriculture (OCDE)		Jacques-Eric Bergez (AgroEnv)	Audrey Bethinger	Première étude DEPE réalisée par un groupe d'experts internationaux (européens)

L'ESCo intégrera un recul historique, par exemple, l'effet des remembrements ou l'évolution de certaines espèces cultivées sur les populations de bioagresseurs. Elle abordera l'impact des couverts végétaux sur la biodiversité dans son ensemble et les services écosystémiques autres que la régulation des bioagresseurs (par exemple conséquence sur la lame d'eau drainée annuelle).

En parallèle à l'ESCo sur la gestion de la diversité de la couverture végétale pour la prophylaxie des cultures, INRAE a été saisi par le PPR Protéger et cultiver autrement pour conduire une prospective sur une **agriculture européenne sans pesticides**. Si la diversification des parcelles et des paysages est un levier majeur pour supprimer les pesticides, ce n'est pas le seul. L'objectif de la prospective est donc de construire plusieurs scénarios mobilisant tous les leviers agronomiques et toute la chaîne de valeur depuis la production jusqu'à la consommation. Conduite à l'échelle de l'Europe, elle s'appuiera sur le consortium [Towards chemical pesticide-free agriculture](#), pour lequel un [MOU](#) entre 24 institutions de recherche européennes a été signé lors du SIA 2020. L'objet de la prospective est triple :

1. Bâtir plusieurs scénarios décrivant des agricultures européennes sans pesticide (et les enjeux qu'ils posent), tenant compte de l'évolution du climat (impacts sur les bio-agresseurs et sur les plantes cultivées), des régimes alimentaires, et de la demande non alimentaire (bioénergie notamment) en les présentant en regard d'un scénario BAU (qui pourrait être repris de l'étude AE2050),
2. Identifier les transitions à mettre en œuvre pour chaque scénario sur la base d'innovations techniques et organisationnelles au sens large, de reconfiguration des chaînes de valeur et de régulations politiques.
3. Évaluer par une analyse multicritère, issue d'un travail de simulation, les différents scénarios d'une agriculture sans pesticides (santé, environnement...).

Le modèle GlobAgri-AE2050 sera mobilisé pour réaliser ce troisième objectif. Un développement de modules « environnementaux » (gaz à effet de serre, biodiversité eau,) sera réalisé grâce à un financement complémentaire d'INRAE.

INRAE contribue ainsi à imaginer les agricultures de demain avec l'entrée privilégiée de la protection des cultures, qui doit faire face aux défis de l'impact du changement climatique sur l'évolution des cortèges de bioagresseurs et de la possible future suppression partielle ou totale des pesticides de synthèse. Une deuxième entrée concerne le changement climatique en lui-même dans ses deux dimensions « adaptation » et « atténuation ». Cela correspond à l'un des axes de recherche prioritaires du futur métaprogramme « Stratégies territorialisées d'adaptation et d'atténuation des systèmes agri-alimentaires et forestiers face au changement climatique » pour lequel la DEPE est également sollicitée pour construire des scénarios régionaux combinant Adaptation et Atténuation et tenant compte des ressources en eau. Enfin, une troisième entrée concerne la place des systèmes d'élevage dans les systèmes agricoles de demain. L'élevage est à la fois fortement contesté quand il est pratiqué de manière industrielle et fortement sollicité quand il s'agit de valoriser des surfaces en prairies et des coproduits végétaux. Le projet HorizonEurope-RIA Holistic Evaluation of Future Models for A Sustainable European Livestock Sector (HERMES), dans lequel la DEPE est présente, comporte un working package relatif à l'élaboration de scénarios décrivant l'évolution des systèmes d'élevage et de leur place dans les systèmes agricoles en Europe (pré-projet accepté avril 2020).

Avec ses trois entrées, INRAE sera en mesure de proposer différentes visions de l'agriculture européenne répondant aux champs de contraintes majeures qui s'appliquent à l'agriculture.

Agriculture et Environnement

La durabilité environnementale de l'agriculture est aujourd'hui évaluée, au sein des pays de l'OCDE, à l'échelle nationale à l'aide d'indicateurs de type surface cultivée, quantité d'intrants utilisées, flux de gaz à effet de serre ... Une diversification et une spatialisation de ces indicateurs apparaît nécessaire pour prendre en compte l'ensemble des interactions entre Agriculture et Environnement à plusieurs échelles. Un premier travail a été conduit par le réseau [TempAg](#) de l'OCDE (Temperate Agriculture) dans les années 2015 pour établir un état des lieux relatif à trois types d'indicateurs environnementaux : Life cycle assessment, Ecosystem services et Yield gap. L'étude [TempAg](#), qui a démarré début 2020, vise à construire un cadre conceptuel unifié d'évaluation environnementale des systèmes agricoles, depuis l'échelle de l'exploitation agricole jusqu'à l'échelle nationale, combinant ces trois types d'indicateurs. Le comité d'experts est constitué de chercheurs européens. Le travail conceptuel est conduit à partir de l'évaluation des conséquences de deux exemples d'évolution de pratiques agricoles : la généralisation des cultures intermédiaires et la suppression des néonicotinoïdes. L'applicabilité de ce nouveau cadre conceptuel sera évaluée à partir de la disponibilité de données de plusieurs régions européennes.

4. Valorisation et actions transversales

Valorisation

La valorisation des opérations DEPE reste hétérogène : publication de la synthèse sous forme d'un ouvrage QUAE, parfois également dans une revue internationale, numéro spécial d'une revue internationale, blog, dépôt des données, jeu sérieux, présentation dans des instances nationales (e.g. directions ministérielles), européennes (e.g. commission européenne), internationales (e.g. FAO). La publication de la synthèse chez QUAE devient systématique en français, en format papier payant et format numérique gratuit. Nous retardons désormais la publication de la synthèse en anglais tant que les articles prévus ne sont pas publiés. En effet, plusieurs éditeurs ont refusé des articles à cause de la publication antérieure de la synthèse en anglais. Le dépôt et la mise à disposition des données, numériques et documentaires, est à généraliser. Une enquête a été conduite en 2018/2019 auprès des pilotes des opérations récentes pour comprendre cette variabilité de la valorisation des opérations DEPE. La valorisation médiane est la publication d'un à deux articles scientifiques par opération. Elle dépend notamment de la capacité qu'ont eu les pilotes, après le rendu des livrables, à poursuivre leur investissement jusqu'à la publication d'articles scientifiques. La publication de la synthèse sous forme d'un article n'est pas toujours aisée, car elle est rédigée avec un esprit très différent de celui d'un article scientifique. En revanche, la publication des chapitres traités à partir d'une revue systématique voire d'une méta-analyse, apparaît plus facile. Il nous semble qu'il faudrait réussir à inscrire la valorisation d'une opération DEPE dès son démarrage, en la fondant sur le rapport et non pas sur la synthèse, et en favorisant le traitement des chapitres, lorsque cela est possible, sous forme d'une revue systématique. Il y aurait un équilibre à trouver entre d'un côté, l'investissement de chacun dans le travail collectif nécessaire à la mise en place d'un cadre conceptuel partagé, à la production du rapport et à la formulation des conclusions, et d'un autre côté, l'investissement dans la rédaction d'articles le plus tôt possible par petits groupes d'auteurs. Une option pourrait consister à identifier dès le départ de l'opération des revues pouvant accepter des articles, voire un numéro spécial, basés sur les chapitres du futur rapport, à engager la discussion avec ces revues, évaluer les contraintes de ces revues et en quoi elles sont contradictoires ou non avec le rapport, pour *in fine* décider collectivement d'une proposition de rapport pouvant intégrer des chapitres sous forme d'articles.

Actions transversales

Nous avons initié en 2019 une démarche de promotion des activités d'expertise et de prospective selon deux canaux :

- Des conférences ont été données en 2019 dans une dizaine de sites INRA pour présenter la DEPE et ses activités, et pour rendre compte des résultats d'une opération récente auprès d'un public le plus large possible constitué de doctorants, d'élèves-ingénieurs des écoles Agrénum et des personnels des UMR rattachées à l'INRA. L'auditoire a été de 20 à 50 personnes.
- Une formation a été organisée sur deux jours auprès des doctorants rattachés aux écoles doctorales dans lesquelles les unités INRA sont présentes.

La formation auprès des doctorants est reconduite en 2020 (une dizaine d'inscrits chaque année), et nous répondons aux sollicitations pour de nouvelles conférences, en essayant de donner une dimension nationale à celles-ci via le numérique.

Deux écoles-chercheurs traitant de prospective ont été organisées en 2018 à Bordeaux et en 2019 à Montpellier, avec une entrée « modélisation » en 2018 et « interdisciplinarité » en 2019. Avec celle de Lalonde les Maures en 2017 (avec une entrée « scénarisation »), ces trois écoles-chercheurs organisées par l'INRA, en partenariat avec IRSTEA, le CIRAD ou l'IFREMER, ont constitué un réseau d'environ 150 scientifiques réalisant ou utilisant la prospective dans leurs activités de recherche. L'intérêt croissant pour la prospective (cf. la consultation interne INRAE2030) nous incite à souhaiter mettre en place un réseau de chercheurs INRAE intéressés par les démarches de prospective et ouvert à l'extérieur.

L'année 2020 correspond aux 20 ans du lancement de la première ESCo à l'INRA, celle relative au stockage du carbone dans les sols agricoles. Il nous a semblé que cela était une occasion de porter un regard réflexif sur l'ensemble des opérations conduites par l'INRA et par la DEPE sur 20 ans. Il y a eu 44 opérations conduites sur la période 2000-2020. La DEPE a donc organisé une master-class visant à analyser collectivement les textes des livrables, les groupes d'experts mobilisés et les articles scientifiques cités, des 44 opérations. Deux logiciels d'analyse textuelle sont mobilisés, Iramuteq et Coretext, les résultats sont en cours de rédaction.

Enfin, l'année 2020, c'est également l'horizon temporel de la prospective INRA2020 lancée au début des années 2000 par Bertrand Hervieu, alors président de l'INRA. 20 ans après, la pertinence des scénarios construits, que ce

soient les scénarios du contexte extérieur à l'INRA, ou ceux de l'INRA lui-même, est impressionnante et intéressante au moment où nous réfléchissons à INRAE2030. Prenons donc le temps de relire [INRA2020](#) !

5. Productions scientifiques

Ouvrages et Chapitres d'ouvrage

Type d'opération	Titre de l'opération	Titre de la publication	Auteurs/Coordinateurs	Revue/Ouvrage	Année Pagination
ESCo	Eutrophisation	L'eutrophisation - Manifestations, causes, conséquences et prédictibilité	G. Pinay, C. Gascuel, A. Ménesguen, Y. Souchon, M. Le Moal, A. Levain, C. Etrillard, F. Moatar, A. Pannard, P. Souchu	Ouvrage QUAE	2018
ESCo	Rôles, impacts et services des élevages	Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?	D. Andrivon, I. Savini	Ouvrage QUAE	2019
ESCo	Rôles, impacts et services des élevages	Impacts et services issus des élevages européens	B. Dumont, P. Dupraz, C. Donnars	Ouvrage QUAE	2019
ESCo	Artificialisation des sols	Artificialised Land and Land Take: What Policies Will Limit Its Expansion and/or Reduce Its Impacts?	M. Desrousseaux, B. Schmitt, P. Billet, B. Béchet, Y. Le Bissonnais, A. Ruas	In: H. Ginzky, Dooley E., Heuser I.L., Kasimbazi E., Markus T., Qin T. (eds.), International Yearbook of Soil Law and Policy 2018, Springer Nature,	2018
ESCo	Artificialisation des sols	Sols artificialisés Déterminants, impacts et leviers d'action	M. Desrousseaux, B. Béchet, Y. Le Bissonnais, A. Ruas, B. Schmitt	Ouvrage QUAE	2019
Etude	EFESE-EA	Services écosystémiques fournis par les espaces agricoles	A. Tibi, O. Théron	Ouvrage QUAE	2018
Etude	Forêt-Bois	Filière forêt-bois française et atténuation du changement climatique	A. Roux, A. Colin, J.-F. Dhôte, B. Schmitt	Ouvrage QUAE	à paraître
Etude	REVOLUC	Environmental Impact of Land Use Change in Agricultural Systems	O. Réchauchère, A. Bispo, B. Gabrielle, D. Makowski	Ouvrage Springer Sustainable Agriculture, Reviews 30	2018
Etude	Afrique du Nord - Moyen Orient	Food Dependency in the Middle East and North Africa Region	C. Le Mouél, B. Schmitt	Ouvrage Springer	2018
Prospective	AgriMonde Terra	Land Use and Food Security in 2050: a Narrow Road	C. Le Mouél, M. De Lattre-Gasquet, O. Mora	Ouvrage QUAE	2018
Prospective	Transition numérique	La transition numérique dans la recherche et l'enseignement supérieur à l'horizon 2040	M. Barzman, M. Gerphagnon, O. Mora	Ouvrage QUAE	2018
Prospective	La Mer Monte	La montée du niveau de la mer : conséquences et anticipations d'ici 2050	D. Lacroix, O. Mora, N. de Menthère, A. Béthinger	Ouvrage QUAE	à paraître

Publications internationales

Type d'opération	Titre de l'opération	Titre de la publication	Auteurs/Coordinateurs	Revue/Ouvrage	Année Pagination
ESCo	Rôles, impacts et services des élevages	Editorial: multicriteria assessment of livestock systems using a graphical tool	G. Richard, A. Bernues, J.-Y. Dourmad	Animal	2019 13:8, 1758-1759
ESCo	Rôles, impacts et services des élevages	Review: An integrated graphical tool for analysing impacts and services provided by livestock farming	J. Ryschawy, B. Dumont, O. Therond, C. Donnars, J. Hendrickson, M. Benoit, M. Duru	Animal	2019 13:8, 1760-17
ESCo	Rôles, impacts et services des élevages	Review: Associations among goods, impacts and ecosystem services provided by livestock farming	B. Dumont, J. Ryschawy, M. Duru, M. Benoit, V. Chatellier, L. Delaby, C. Donnars, P. Dupraz, S. Lemauiel-Lavenant, B. Méda, D. Vollet, R. Sabatier	Animal	2019 13:8, 1773-1784
ESCo	Rôles, impacts et services des élevages	Employment and farmers' work in European ruminant livestock farms: A review	N. Hostioua, D. Vollet, M. Benoit, C. Delfosse	Journal of Rural Studies	2020 74, 223-234
Etude	Scenewi	Multiple visions of the future and major environmental scenarios	D. Lacroix, L. Laurent, N. de Menthère, B. Schmitt, A. Béthinger, B. David, C. Didier, J. Parent du Châtelet	Technological Forecasting & Social Change	2019 144, 93-102
Etude	EFESE-EA	New indices for rapid assessment of pollination services based on crop yield data: France as a case study	G. Martin, C. Fontaine, F. Accatino, E. Porcher	Ecological indicators	2019 101, 355-363
Etude	REVOLUC	A meta-analysis of the greenhouse gas abatement of bioenergy factoring in land use changes	M. El Akkari, O. Réchauchère, A. Bispo, B. Gabrielle, D. Makowski	Scientific Reports	2018 ' 8:8563
Etude	AE2050	Quantitative synthesis of temperature, CO2, rainfall, and adaptation effects on global crop yields	D. Makowski, E. Marajo-Petitson, J.-L. Durand, T. Ben-Ari	European Journal of Agronomy	2020 115 126041
Prospective	AgriMonde Terra	Exploring the future of land use and food security: a new set of global scenarios	O. Mora, C. Le Mouel, M. de Lattre-Gasquet, C. Donnars, P. Dumas, O. Réchauchère, T. Brunelle, S. Manceron, E. Marajo-Petitson, C. Moreau, M. Barzman, A. Forslund, P. Marty	Plos One	en révision
Prospective	Transition numérique	Exploring Digital Transformation in Higher Education and Research via Scenarios	M. Barzman, M. Gerphagnon, G. Aubin-Houzelstein, G.-L. Baron, A. Bénart, F. Bouchet, J. Dible, J.-F. Gibrat, S. Hodson, E. Lhoste, C. Martin, Y. Moulrier-Boutang, S. Perrot, F. Phung, C. Pichot, M. Siné, T. Venin, O. Mora	Journal of Futures Studies	en révision
Prospective	La Mer Monte	Eight scenarios for anticipating sea-level rise through	D. Lacroix, O. Mora, N. de Menthère, A. Béthinger, G. Durand, D. Salas y Méllia, G. Le Cozannet, N. Roche, C. Valentin, M. Vagner	Frontiers in Marine Science	soumis

Dépôts de données

Type d'opération	Titre de l'opération	Base de données	Auteurs	Année	Accès
ESCo	Rôles, impacts et services des élevages	Dépôt des données : Typology of European livestock production areas	Bertrand Dumont, Jonathan Hercule, Catherine Donnars, Pierre Dupraz	2018	https://doi.org/10.15454/O78MYF
Etude	EFESE-EA	Système d'information EFESE-EA	Ane Meillet, Thomas Poméon	2018	https://odr.inra.fr/intranet/carto_joomla/index.php
Etude	Cultures intermédiaires	Dépôt des données : Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires	Julie Constantin, Christine Le Bas, Catherine Mignolet, Nicolas Beaudoin, Patrick Bertuzzi, Carolyne Dürr, Bruno Mary, Laurent Ruiz, Julien Tournebize, Olivier Rechauchère, Eric Justes	2020	https://doi.org/10.15454/3T24RE

Présentations orales à caractère international

Type d'opération	Opération	Titre de la manifestation	Public	Colloque scientifique	Lieu	Date	Auteurs
Etude	EFESE-EA	Présentation de l'étude EFESE-EA / Programme MAES	européen	non	Bruxelles	2018	Olivier Théron
Etude	EFESE-EA	Présentation des indicateurs des services rendus par les sols de l'étude EFESE-EA / Programme MAES	européen	non	Bruxelles	2018	Isabelle Cousin
Etude	EFESE-EA	FAO - Global Symposium on Soil Erosion Soil service index for soil erosion	international	non	Rome	15/07/2019	Joël Daroussin, Isabelle Cousin, Anaïs Tibi, Yves Le Bissonnais, Annette Girardin, Anne Meillet, Philippe Choler, Olivier Therond
Etude	4pour1000	Meeting IPCC : 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines (agroforestry and Soil carbon)	international	non	Kyoto	10/05/2019	Remi Cardinael
Etude	4pour1000	Colloque Food security and climate change : 4 per mille initiative new tangible global challenges for the soil	international	oui	Poitiers	19/06/2019	Sylvain pelelrin
Etude	4pour1000	Réunion organisée par la DG AGRI pour les DG de la commission européenne	européen	non	Bruxelles	14/10/2019	Sylvain Pellerin
Etude	Afrique du Nord - Moyen Orient	Atelier PRIMA-FAO « Current and Future Scenarios in the Water and Agro-Food sector: the Mediterranean Perspective »	International	non	Rome	20/11/2018	Chantal Le Mouël
Prospective	La Mer Monte	Réunion organisée par l'ambassade de France aux Pays-Bas	européen	non	La Haye	20/11/2018	Audrey Bethinger
Prospective	La Mer Monte	European Knowledge Hub on Sea Level Rise	européen	non	Bruxelles	18-19/03/2019	Audrey Bethinger
Prospective	Agrimonde Terra	Foresight4Food International Workshop. Titre de l'intervention: Crossing foresight and simulation approaches to explore contrasted futures of land use and global food security in 2050.	européen	oui	Montpellier	23/04/2018	Olivier Mora
Prospective	Agrimonde Terra	First Meeting of the Academic network of Living Lab Project "Towards climate-smart and Nutrition-sensitive Food System in India". Titre de l'intervention: A proposal to downscale the Agrimonde-Terra scenarios into Karnataka.	international	oui	Bangalore	25/09/2019	Olivier Mora
Prospective	Agrimonde Terra	Réunion organisée par la DG AGRI pour les DG de la commission européenne	européen	non	Bruxelles	14/10/2019	Olivier Mora et Chantal Le Mouel
Prospective	Agrimonde Terra	Lunch seminar organisé par la direction de l'agriculture et des échanges de l'OCDE	international	non	Paris	25/10/2018	Olivier Mora, Chantal Le Mouël, Marie de Lattre-Gasquet
Prospective	Agrimonde Terra	Workshop Pathways for decarbonised agriculture and food systems, Projet européen DEEDS. Titre de l'intervention: Diets and Food Security in Agrimonde-Terra Foresight	européen	oui	Montpellier	18/11/2019	Olivier Mora