PREMIER MINISTRE
Liberté
Égalité
Fraternité

l'ena
ÉCOLE NATIONALE D'ADMINISTRATION

CONCOURS D'ENTREE A L'ECOLE DE 2021

CONCOURS EXTERNE SPECIAL

Spécialité : sciences de la vie

Epreuve d'admissibilité

(durée : cinq heures – coefficient 6)

Une épreuve de rédaction d'une note d'analyse et de propositions
à partir d'un dossier de 25 pages maximum.

SUJET

Le Haut-Commissaire au Plan souhaite animer et coordonner des propositions interministérielles qui soutiennent l'innovation sur des sujets stratégiques.

La sécurité alimentaire et l'infectiologie sont au cœur de l'actualité. L'approche globale « une seule santé » (« One Health »), qui est prônée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), a identifié l'antibiorésistance comme une priorité de santé publique au niveau international. Cette antibiorésistance apparait comme fortement corrélée avec les modes d'alimentation et leur évolution.

Conseiller(ère) scientifique auprès du Haut-Commissaire au Plan, vous êtes sollicité(e) pour rédiger, à partir de vos connaissances et du dossier constitué à cet effet, une note qui devra faire un état des lieux de cette problématique multisectorielle en reliant l'évolution des modes alimentaires avec l'antibiorésistance et qui devra présenter le cadre d'action des pouvoirs publics, les enjeux ministériels et les impacts sociologiques et économiques à anticiper. Vous proposerez un plan identifiant, finançant et valorisant des projets innovants comprenant un volet recherche.

Votre note pourra comprendre des schémas et tableaux récapitulatifs.

« Reproductions effectuées par l'ENA avec l'autorisation du CFC (20, rue des Grands Augustins – 75006 PARIS). »

	Documents joints	**Pages**
1.	« 1ère réunion du comité interministériel pour la santé, maitriser la résistance bactérienne aux antibiotiques, 13 mesures interministérielles, 40 actions », Comité interministériel pour la santé, 17 novembre 2016, *https://solidarites-sante.gouv.fr* (extrait)	1 et 2
2.	« Programme prioritaire de recherche Antibiorésistance, La recherche aujourd'hui, c'est réduire l'antibiorésistance demain », rapport Inserm, 25 septembre 2019, *www.inserm.fr* (extrait)	3 à 9
3.	« Réduire l'utilisation des antibiotiques vétérinaires », Ecoantibio2, plan national de réduction des risques d'antibiorésistance en médecine vétérinaire 2017-2021, mai 2017, *https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecoantibio-2-2017-2021* (extraits)	10 et 11
4.	« Consommation d'antibiotiques et résistance aux antibiotiques en France : une infection évitée, c'est un antibiotique préservé ! », Rapport ANSES, novembre 2018, *https://antibioresistance.fr* (extraits)	12
5.	« Impact économique d'une réduction d'usage des antibiotiques en feedlot », Pierre Sauvage, thèse de doctorat vétérinaire, 2019, *https://oatao.univ-toulouse.fr/25661/* (extrait)	13 à 17
6.	**«** Quels impacts de la baisse de la consommation de viande sur l'agriculture française ? Simulations avec le modèle MAGALI 2 », revue Analyse du Centre d'études et de prospective, n° 149, février 2020, *https://agreste.agriculture.gouv.fr*	18 à 21
7.	« L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde. Transformer les systèmes alimentaires pour une alimentation saine et abordable. », FAO, FIDA, OMS, PAM et UNICEF, 2020, *https://doi.org/10.460/ca9692fr* (extraits)	22 et 23
8.	Plan « Generation Deeptech » présenté par BPI FRANCE le 30 janvier 2019, *https://www.bpifrance.fr/A-la-une/Actualites/Generation-Deeptech-5-ans-pour-faire-de-la-France-une-Deeptech-Nation-45514* (extraits)	24
9.	Exemple d'une start-up française : Pherecydes Pharma	25

Liste des sigles, abréviations et anglicismes :

ADN :	Acide désoxyribunocléique
AFB :	Agence française pour la biodiversité
ANSES :	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
BPI :	Banque publique d'investissement
CGDD :	Commissariat général au développement durable
CHU :	Centre hospitalier universitaire
CIS :	Comité interministériel pour la santé
CPIAS :	Réseau national de prévention des affections associées aux soins
CREDOC :	Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie
DEB :	Direction de l'eau et de la biodiversité du ministère de la transition écologique
ECDC :	Centre européen de contrôle et de prévention des maladies
F-CRIN :	Infrastructure de recherche clinique portée par l'INSERM
FAO :	Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Feedlot :	Nom donné aux ateliers d'engraissement des bovins en Amérique du Nord
FIDA :	Fonds international de développement agricole
INERIS :	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRA :	Institut national de la recherche agronomique
INSERM :	Institut national de la santé et de la recherche médicale
Loi PACTE :	Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises
OIE :	Organisation mondiale de la santé animale
OMS :	Organisation mondiale de la santé
PAM :	Programme alimentaire mondial des Nations-Unies
R&D :	Recherche et développement
ROSP :	Rémunération sur objectifs de santé publique
SDES :	Service de la donnée et des études statistiques
SIDE :	Système d'information du développement durable et de l'environnement
UE :	Union européenne
UNICEF :	Fonds d'urgence international des Nations-Unies pour l'enfance
VIH :	Virus de l'immunodéficience humaine
WHO :	World Health Organization (Organisation mondiale de la santé)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

COMITÉ INTERMINISTÉRIEL POUR LA SANTÉ

comité interministériel pour la santé
maîtriser l'antibiorésistance

1ère RÉUNION DU COMITÉ INTERMINISTÉRIEL POUR LA SANTÉ

MAÎTRISER LA RÉSISTANCE BACTÉRIENNE AUX ANTIBIOTIQUES

13 GRANDES MESURES INTERMINISTERIELLES
40 ACTIONS

17 novembre 2016

SYNTHESE DES PROPOSITIONS DU COMITE PERMANENT RESTREINT

Les problèmes posés par le développement de l'antibiorésistance en France, et plus généralement au niveau mondial, sont multiples et complexes. Ils se caractérisent par :

- l'accroissement des taux de résistances parmi les bactéries pathogènes pour l'homme et l'animal ;
- la raréfaction de l'arsenal thérapeutique lié au désengagement de l'industrie en recherche et développement de nouveaux produits ;
- la surconsommation d'antibiotiques ;
- l'accès ou le recours limité aux moyens diagnostiques permettant de mieux cibler les traitements ;
- l'application insuffisante des mesures de prévention, qu'il s'agisse de la maîtrise de la transmission des bactéries, ou de la vaccination permettant d'éviter le recours aux antibiotiques.

Menace encore peu ou mal perçue par le public et les professionnels, la diffusion de bactéries et/ou de gènes de résistance impacte l'ensemble des activités de médecine humaine et vétérinaire ainsi que l'environnement. Ceci justifie une approche intersectorielle et interministérielle, selon l'approche globale « une seule santé » (« *One Health* ») prônée par l'OMS et l'OIE, afin de maîtriser l'expansion de l'antibiorésistance et préserver les immenses bénéfices apportés à la médecine par les antibiotiques. Cette approche appliquée à la politique publique nationale s'inscrit nécessairement en étroite coordination avec les nombreuses instances internationales qui ont fait de la maîtrise de l'antibiorésistance une priorité de santé publique (Union européenne, G7 et G20, OMS, OIE).

Dans cette optique, les principales mesures qu'il est proposé au CIS d'adopter concernent :

- La mise en place d'un programme pérenne de communication intersectorielle basée sur l'antibiorésistance, visant à modifier de manière durable la perception des antibiotiques par tous les publics concernés ;
- L'incitation des prescripteurs à une plus juste prescription des antibiotiques, associée à la mise à disposition d'outils, y compris de moyens diagnostiques appropriés en santé humaine et animale ;
- La coordination de la recherche et le soutien à un plan national de recherche intersectoriel, centré sur 9 priorités de recherche, incluant l'analyse et la mesure d'impact de la résistance bactérienne dans l'environnement ;
- La création d'un domaine de valorisation stratégique dédié à l'innovation en antibiothérapie et alternatives aux antibiotiques, au sein du consortium de valorisation thématique commun aux alliances Aviesan et AllEnvi afin de favoriser la recherche et le développement de nouveaux produits ;

- La mise en place d'un comité technique de l'antibiorésistance chargé d'évaluer et d'accompagner le développement des nouvelles technologies et produits contribuant à la maîtrise de l'antibiorésistance ;
- Le renforcement de l'organisation de la surveillance, de l'utilisation des données (de consommations et de résistance) et la production d'indicateurs de suivi communs aux différents secteurs concernés ;
- Enfin, une coordination renforcée des plans en cours dans une optique « une seule santé », en cohérence avec les actions internationales.

[...]

Note du jury : les renvois à la bibliographie n'ont pas été repris dans cet extrait. Le jury a adapté les notes de lecture en tant que de besoin.

Contexte général : l'antibiorésistance et ses enjeux

Les antibiotiques, molécules capables d'inhiber la croissance ou de tuer les bactéries, représentent une des découvertes les plus importantes de la médecine et ont permis de sauver des millions de vies chaque année depuis les années 40. Cependant leur utilisation massive voire abusive a engendré de nombreux problèmes au premier rang desquels la sélection de bactéries résistantes. Les résistances aux antibiotiques ont émergé rapidement et se sont propagées essentiellement par transferts horizontaux de gènes entre les bactéries ainsi que par la diffusion de bactéries devenues résistantes entre individus de même espèce et entre humains, animaux et environnement[1]. La médecine se trouve progressivement désarmée dans la lutte contre les infections à bactéries multirésistantes et commence à faire face à de véritables impasses thérapeutiques, dont la fréquence augmente même dans les pays à revenu élevé[2].

La problématique de la transmission et de la dissémination de la résistance est globale. Elle doit tenir compte du mésusage d'antibiotiques en médecine humaine, vétérinaire et de la contamination *via* les êtres vivants, par des antibiotiques, de bactéries résistantes et des gènes de résistance dans l'environnement. À souligner que, la résistance aux antibiotiques n'est pas spécifique aux bactéries responsables d'infections. Elle touche également les bactéries des flores commensales qui constituent le microbiome des individus vivants. Il est documenté que le microbiote digestif est un réservoir de bactéries résistantes, servant de réservoir à la dissémination, faisant parler de « nouveau péril fécal ».

Les *Centers for Disease Control* (CDC)* et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) ont établi une liste de bactéries multi-résistantes (BMR) critiques pour lesquelles il est urgent de rechercher/développer de nouveaux traitements[3], parmi lesquelles les entérobactéries (dont *Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae*), *Pseudomonas aeruginosa, Acinetobacter baumannii,* mais aussi *Staphylococcus aureus, Enterococcus faecium, Salmonella, Campylobacter* et *Neisseria gonorrhoeae.*

L'aggravation de la résistance aux antibiotiques entraîne l'accélération des enjeux et des risques. Les médecins doivent plus fréquemment utiliser des antibiotiques « de dernier recours », qui sont plus coûteux, peuvent avoir plus d'effets secondaires et sont souvent inabordables voire non disponibles dans les pays à revenu faible ou intermédiaire. Le degré de risque grandissant est dû en partie à de nombreux facteurs économiques, sociaux et environnementaux aggravants, avec en contrepartie l'absence de solutions thérapeutiques dans un avenir immédiat. Ainsi, aucune nouvelle famille originale d'antibiotique n'a été mise sur le marché au cours des 30 dernières années[4] et des difficultés d'approvisionnement de plus en plus fréquentes sont apparues du fait de ruptures et tensions au sein des chaînes de production. On se doit aussi de tenir compte qu'il existe de grandes différences de systèmes et de stratégies de santé, et d'accessibilité aux soins entre pays[5]. Les changements environnementaux et climatiques s'ajoutent et font partie des facteurs exacerbant l'émergence et la dissémination de gènes de résistance. Enfin, en situation de globalisation, d'échanges économiques et migratoires croissants, d'interactions plus intenses entre l'Homme et son environnement, **aucun État n'a la capacité d'agir seul face à la résistance antimicrobienne,**

* Note du jury : Centres de contrôle des maladies

et le défaut de certains États à traiter cette question peut ruiner l'effort de tous les autres. La coopération n'est plus une option : **c'est la condition de réussite** dans la bataille globale lancée contre l'antibiorésistance.

Face à ces défis mondiaux, des initiatives d'action ont été entreprises ces dernières années afin de mobiliser la communauté européenne et/ou internationale (figure 1) . L'OMS, en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), a élaboré en 2015 un « plan global », incitant chaque État membre à construire un plan national de lutte contre la résistance aux antibiotiques dans une optique « *One Health*, Une seule santé » . Dans ce même esprit, l'antibiorésistance constitue une des priorités majeures du prochain *Framework Programme* (FP9)* de la Commission européenne. La Commission européenne a lancé, en 2012, l'Initiative de programmation conjointe européenne sur la résistance aux antimicrobiens (JPI-AMR), impliquant maintenant 27 pays européens, pour le financement et la coordination de la recherche , ainsi que plusieurs appels à projets de l'Initiative pour les médicaments innovants (IMI). Les ministres de la Santé du G7 ont publié en 2016 des engagements à prendre dans quatre domaines, notamment sur la résistance aux antimicrobiens à travers le communiqué de Kobe. Évènement marquant, le 21 septembre 2016, au siège des Nations Unies, les chefs d'État et les représentants d'États et de gouvernements ont reconnu que la clé de la lutte contre la résistance aux antimicrobiens était la prévention et le contrôle des infections chez l'Homme et les animaux. Plusieurs propositions ont été mises en avant pour prévenir et contrôler : 1) la surveillance : qualité de l'eau et environnements sains, 2) investir dans des systèmes de santé solides capables de fournir une couverture maladie universelle, 3) promouvoir la recherche sur les tests de diagnostic et les nouveaux antimicrobiens. Ils ont reconnu que le principe fondamental de la lutte contre la résistance aux antimicrobiens est la promotion et la protection de la santé dans le cadre d'une approche « Une seule santé », soulignant que cela nécessitait une action multisectorielle cohérente, complète et intégrée. La Commission européenne a lancé en 2017 une action conjointe pour lutter contre la résistance aux antibiotiques et réduire les infections associées aux soins (EU-JAMRAI). Cette action conjointe, coordonnée par la France (Inserm avec le ministère des Solidarités et de la Santé) a pour objectif d'assurer l'adoption et la mise en synergies des mesures des États membres de l'UE, en adoptant une approche « Une seule santé », afin de réduire le coût de la résistance. Un volet recherche et innovation de cette action conjointe est développé en lien avec le JPI-AMR sur les priorités de recherche et les incitations économiques pour le développement d'innovations thérapeutiques et diagnostiques. Plus récemment, pour maximiser l'impact des initiatives de recherche fondamentale et clinique sur les antimicrobiens, le G20 a suscité en 2017 un Hub de collaboration R&D, qui examinera les options pratiques d'incitation au marché.

* Note du jury : programme-cadre

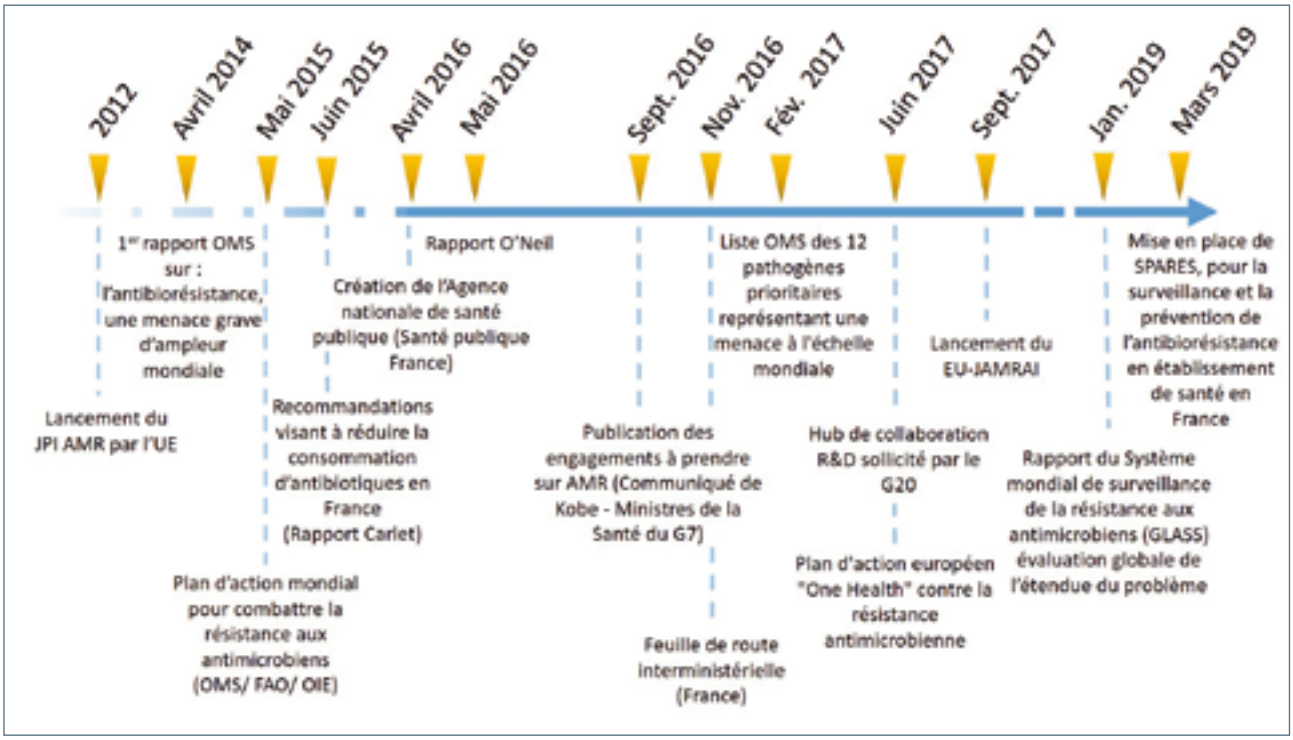


Figure 1 - Résumé chronologique d'actions internationales montrant l'accélération de la prise de conscience sur l'antibiorésistance

Jusqu'à présent, le fardeau des infections causées par des bactéries (multi-)résistantes aux antibiotiques n'avait pas fait l'objet d'étude globale approfondie au niveau de l'Europe. Sous l'impulsion de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OECD) et de l'ECDC, une étude, publiée dans *The Lancet Infectious diseases* en 2018 par Cassini *et al.*, a estimé l'incidence des infections associées à 16 bactéries résistantes aux antibiotiques à partir de données du réseau européen de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (EARS-Net) . Cette étude, menée sur 5 types d'infections, a pris en compte les données corrigées par pays selon la couverture de la population, la multiplication du nombre de bactériémies (BSI) par un facteur de conversion afin d'estimer le nombre de cas d'infections autres que les BSI. En s'appuyant sur un modèle de prédiction des conséquences de l'infection, cette étude a estimé à 671 689 le nombre d'infections pour l'année 2015 dues à des bactéries résistantes aux antibiotiques dont 63,5 % sont associées aux soins, et qui sont à l'origine de 33 110 décès attribuables à une infection bactérienne, et 874 541 années d'espérance de vie corrigée de l'incapacité (pour *disabilility-adjusted life years:* DALY) . Selon la même étude, le coût associé à la prise en charge de ces maladies à l'échelle européenne est estimé à 11,3 milliards de dollars. Dans l'UE, l'impact est le plus élevé chez les nourrissons (âgés de moins d'un an) et les personnes âgées de 65 ans et plus. Il est comparable en matière de « DALY » perdues à celui de la grippe, de la tuberculose et du VIH/sida combinés. Les auteurs estiment que les infections résistantes aux traitements antibiotiques pourraient être à l'origine de 2,4 millions de décès en Europe, Amérique du Nord, et Australie entre 2015 et 2050, si l'on ne redouble pas d'efforts pour enrayer l'antibiorésistance.

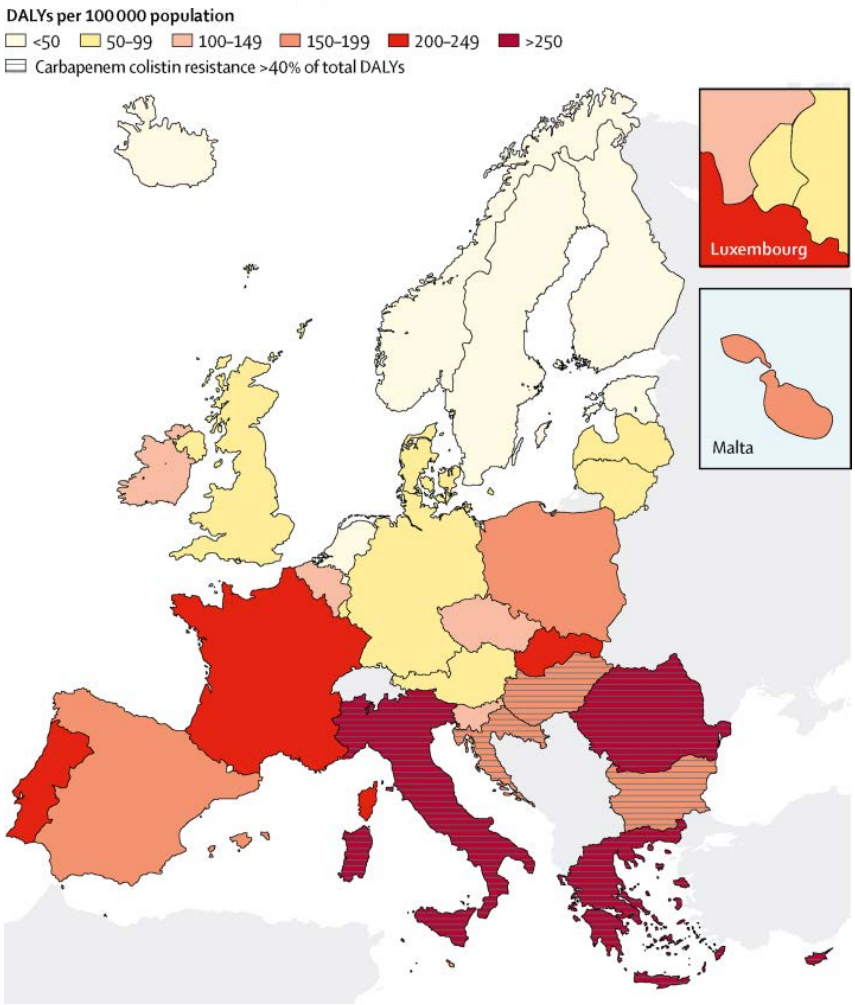


Figure 2 - Estimations de la charge des infections par des bactéries résistantes aux antibiotiques d'importance majeure en santé publique, mesurée en années de vie perdues ajustées sur l'incapacité pour 100 000 habitants (DALY), dans l'Espace économique européen en 2015

En janvier 2019, les premières données mondiales de surveillance ont été publiées par le Système mondial de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (GLASS) , mis en place par l'OMS en 2015. Issues de 52 pays participants à ce jour (dont 25 pays à revenu élevé, 20 pays à revenu intermédiaire et 7 pays à revenu faible), 22 pays ont fourni des données sur les niveaux d'antibiorésistance. Les données montrent que le problème est mondial. Cependant, la qualité et l'exhaustivité des données varient largement en fonction des pays en raison des difficultés propres à chaque système de santé et de surveillance.

En France, une étude publiée par Touat *et al.* , fondée sur une extraction des hospitalisations liées à des maladies infectieuses bactériennes pour tous les séjours survenus en 2015, indique que le coût total de la résistance aux antibiotiques est estimé à 109,3 M€ en France avec une moyenne de 1 103 € par séjour. Ce coût pourrait atteindre 287,1 M€ si tous les cas étaient identifiés et incluaient les traitements en antibiotiques en médecine de ville. Ces chiffres montrent que la résistance aux antibiotiques entraîne un surcoût substantiel pour l'Assurance maladie. Selon les travaux de Cassini *et al.* 2019, le fardeau en terme de « DALY » serait particulièrement élevé pour notre pays, plaçant la France au sixième rang en Europe (Figure 2) . Les deux études convergent pour montrer la nécessité de renforcer les programmes visant à prévenir les infections par des bactéries résistantes et à réduire les coûts engendrés par un ensemble de mesures combinant des programmes de bon usage des antibiotiques, l'amélioration de l'hygiène dans les structures de soins, des campagnes de sensibilisation dans les médias, et d'éducation auprès des prescripteurs et des personnels de

soin ainsi que des tests de diagnostic rapide pour réagir et adapter prescriptions et traitements. Ces mesures de prévention et de contrôle pourraient éviter, dans notre pays, les 5 600 décès liés aux infections causées par 8 bactéries résistantes , les 160 000 décès liés à des infections à bactéries multi-résistantes et économiser 471 M$ par an.

La France regroupe un très large éventail de compétences et d'expertises dans le domaine de la résistance aux antibactériens, reconnues à l'échelle internationale. Au niveau national, les actions menées mériteraient davantage de structuration, d'harmonisation et de cohérence pour impulser des avancées significatives en santé humaine, animale et sur l'environnement. Ceci est en partie dû au fait que les organismes et instituts nationaux de recherche, voire les agences et réseaux de surveillance, ont des missions segmentées entre la recherche en santé humaine, en santé animale, ou au niveau de l'environnement, et par conséquent peuvent plus difficilement couvrir l'ensemble des disciplines dans un concept « Une seule santé » et surtout fertiliser la recherche à l'interface des disciplines.

Si la France reste l'un des grands acteurs de la recherche clinique mondiale, une enquête du Leem* relègue le pays au 4e rang européen dans la participation aux essais industriels initiés dans le monde, derrière l'Allemagne, le Royaume-Uni et l'Espagne. Cette participation est en baisse, avec un recul de 13 % par an en moyenne entre 2015 et 2017. Parmi les propositions faites à l'issue de cette enquête pour renforcer l'attractivité de la France, sont notées :

- réduire le délai entre les demandes d'autorisation et l'inclusion du 1er patient (7 mois en médiane actuellement) ;
- augmenter l'inclusion des patients et la fiabilité des centres investigateurs (améliorer l'identification des patients à inclure et leur information, renforcer la coordination entre les centres investigateurs) ;
- disposer d'un réseau de compétences multiples (formation des professionnels, partage d'expertise entre chercheurs publics et industriels, et entre disciplines).

Il est à souligner que plusieurs types de réseaux dans le domaine de l'antibiorésistance existent en France en santé humaine, santé animale et concernant l'environnent, et répondent déjà en partie aux propositions émanant de l'enquête du Leem. Pour rappel :

- En 2016, le paysage institutionnel national des agences et opérateurs de santé en charge de la prévention des infections associées aux soins a connu une évolution substantielle avec la création de l'Agence nationale de santé publique (Santé publique France), qui a entre autres pour mission de coordonner la surveillance, les études et l'expertise en matière de prévention et de lutte contre les infections associées aux soins et la résistance aux anti-infectieux. En 2017, les cinq centres interrégionaux de coordination de la lutte contre les infections nosocomiales et leurs 26 antennes ont été transformés en 17 centres de prévention des infections associées aux soins (CPias). Courant 2018, Santé publique France a poursuivi la restructuration amorcée. Elle a chargé le CPias du Grand-Est, associé au CPias Nouvelle Aquitaine et au service de microbiologie du CHU de Limoges, de la **mission nationale de surveillance et de prévention de l'antibiorésistance en établissements de santé** (**SPARES**) (Figure 1). Les objectifs de SPARES sont d'assurer la mise en œuvre et de coordonner la surveillance de la consommation d'antibio-

* Note du jury : le Leem est l'organisation professionnelle des entreprises du médicament opérant en France

tiques et la résistance bactérienne ainsi que d'évaluer la prévention de la transmission croisée des BMR et bactéries hautement résistantes (BHR). Le CPias Pays de Loire en lien avec le CPias Gd Est sont en charge d'une mission identique pour les soins de ville et les établissements médico-sociaux.

- Des **réseaux de recherche clinique** sont en place, tels que **CRICS-TRIGGERSEP** (*Trial Group for Global Evaluation and Research in Sepsis*), réseau labellisé F-CRIN et qui regroupe des forces en recherche fondamentale et translationnelle dans le domaine du sepsis ; **RENARCI** (Réseau national de recherche clinique en infectiologie), qui a pour objectif de renforcer la visibilité et l'attractivité de la France dans la recherche clinique en infectiologie et en particulier pour le développement de nouveaux agents anti-infectieux ; **OUTCOMEREA**, association ayant pour but de développer les actions de recherche et d'enseignement afin d'améliorer la prise en charge des patients les plus graves, ou encore **CLIN-Net France**, filiale du réseau européen CLIN-Net, lui-même partie prenante d'ECRAID, dont l'objectif est de lutter au niveau européen contre l'antibiorésistance et qui vient d'être récemment créé et soutenu par la commission européenne. CLIN-Net fédère les réseaux d'investigations déjà existants ainsi que les investigateurs en infectiologie jusque-là isolés, dans le but de faciliter la mise en place d'études pour développer de nouveaux anti-infectieux.
- Des **réseaux de surveillance ou de recherche en santé animale**, tel que le réseau d'épidémiosurveillance de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales (**RESAPATH**)**,** issu d'un partenariat entre l'Anses et des laboratoires d'analyses vétérinaires publics ou privés français participant volontairement au réseau, le Réseau Recherche Antibiotiques Animal (**R2A2**), coordonné par l'Inra et focalisé sur l'usage des antibiotiques en élevage, et certains observatoires peuvent également être mobilisés pour traiter de l'antibiorésistance, tel que **ECOSCOPE**, le pôle de données d'observation pour la recherche sur la biodiversité, **OZCAR** (Observatoires de la zone critique : application et recherche), dédié à l'étude du fonctionnement des surfaces terrestres et des sous-sols, et le réseau des **Zones ateliers** (ZA) qui se focalise autour d'une unité fonctionnelle (ex. un fleuve et son bassin versant, les paysages, agricoles ou urbains).
- Des **réseaux de surveillance et de collecte de données environnementales** ont également été mis en place. Parmi les acteurs identifiés sont à retenir : CGDD/SDES/SIDE, DEB, AFB, INERIS…

Implicitement, à la lecture des descriptifs énumérés de ces principaux réseaux, chacun apparaît comme ayant un objectif propre et un mode de fonctionnement autonome. Ainsi, il n'existe pas au niveau national une structure permettant d'interconnecter l'ensemble des réseaux existants pour une mise en commun de compétences, savoirs, expertises, méthodologies pour accélérer les recherches dans la lutte contre la résistance aux antimicrobiens et s'imposer en leader européen.

Le développement de nouveaux antibiotiques est une des pistes pour endiguer l'accroissement d'infections résistantes aux antibiotiques. En 2017, a été recensé le développement en cours de 51 antibiotiques, dont 33 étaient de nouvelles molécules incluant 9 molécules présentant un caractère innovant parmi lesquelles 3 seulement ciblent des pathogènes critiques : la Murepavidine (peptide ciblant des constituants membranaires de *A. baumannii*) et 2 combinaisons d'inhibiteurs de bêta-lactamases (dérivés de l'acide

borique avec une bêta-lactamine.). Le récent rapport de l'OMS est très explicite et indique que d'ici 2022, seule une dizaine de nouvelles molécules seront utilisées en clinique et que globalement les nouveaux produits mis sur le marché resteront peu innovants et apporteront finalement peu à l'arsenal thérapeutique actuel . Il est toutefois à souligner que le développement de nouveaux adjuvants et les associations de molécules pourraient en partie compenser la perte de la nouveauté et que la réhabilitation d'anciens antibiotiques reste une piste à explorer.

Ce bilan montre l'urgente nécessité de développer des alternatives thérapeutiques telles que les anticorps monoclonaux, les peptides antimicrobiens, les bactériophages qui sont des stratégies susceptibles de générer moins de résistance croisée avec les antibiotiques. Les champs d'action à considérer pour stopper et inverser la courbe des résistances sont la prévention contre les infections, en particulier le développement de vaccins contre des pathogènes prioritaires mais également contre des virus responsables de pathologies qui se compliquent d'infections bactériennes, ainsi que la prise en considération de la persistance et la tolérance bactérienne. Le développement de tests de diagnostic rapides et mobiles capables de différencier les infections et de dresser le profil de résistance pour proposer une antibiothérapie adaptée fait partie de l'arsenal thérapeutique pour limiter la consommation d'antibiotiques. En parallèle, les mesures combinant des programmes pour un meilleur usage des antibiotiques, de formation et d'éducation sont à mettre en œuvre. Enfin, la dimension écologique globale de l'antibiorésistance, impose tout d'abord d'élaborer des stratégies de lutte qui ne dissocient pas l'Homme de son environnement (agriculture, animaux domestiques et sauvages, sols, eau…). Il est aussi primordial de prendre en compte nos interconnections/relations avec les pays à revenu limité à travers les mouvements de populations, et de développer des approches de prévention et de contrôle de l'antibiorésistance dans ces pays.

« Réduire l'utilisation des antibiotiques vétérinaires », Ecoantibio2, plan national de réduction des risques d'antibiorésistance en médecine vétérinaire 2017-2021, mai 2017, *https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecoantibio-2-2017-2021* (extraits)

Document n° 3

Feuille de route interministérielle pour la maîtrise de l'antibiorésistance http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/feuille_de_route_antibioresistance_nov_2016.pdf	**ECOANTIBIO²**
1. Mettre en œuvre la première grande campagne de communication intersectorielle, dans le cadre d'un programme de communication pluriannuel centré sur l'antibiorésistance, ses déterminants et ses conséquences	**A5.** Mettre en œuvre le volet « santé animale » de la campagne de communication nationale et interministérielle pour la sensibilisation à la prévention de l'antibiorésistance
2. Renforcer l'éducation à la santé des populations, en particulier des jeunes et des propriétaires d'animaux, à travers des programmes éducatifs et les medias	**A5.** Mettre en œuvre le volet « santé animale » de la campagne de communication nationale et interministérielle pour la sensibilisation à la prévention de l'antibiorésistance
3. Créer un portail unique interministériel - ou un espace internet sur social-sante.gouv.fr - d'information et de sensibilisation du public et des professionnels sur l'antibiorésistance, et permettant à tous de s'engager dans la maîtrise de l'antibiorésistance	**A6.** Compléter le portail interministériel d'information et de sensibilisation du public et des professionnels sur l'antibiorésistance avec des informations spécifiques au domaine animal et à Ecoantibio
4. Renforcer la place de l'antibiorésistance dans la formation initiale des professions de santé, en particulier des pharmaciens, sages-femmes, infirmiers, dentistes et des vétérinaires. Créer et prioriser le suivi des programmes de formation continue dédiés au bon usage des antibiotiques en santé humaine. Renforcer la formation continue des vétérinaires et professionnels de l'élevage en santé animale	**A7.** Renforcer la place de l'antibiorésistance, la prescription raisonnée des antibiotiques et la promotion des autres moyens de maîtrise des maladies infectieuses dans la formation initiale et continue des professionnels et futurs professionnels
5. Déployer des structures régionales d'appui en antibiothérapie au service des professionnels de santé en ville, à l'hôpital et en établissement médico-social dans chaque région, en s'appuyant sur les réseaux régionaux de référents en antibiothérapie et les structures de vigilance et d'appui, notamment les CPIAS. En santé animale, élargir le réseau de référents régionaux en médecine vétérinaire et garantir son financement	**A13.** Développer le réseau de vétérinaires régionaux référents en antibiothérapie
6. Assurer la diffusion, la promotion et la mise à disposition de tous les prescripteurs d'outils de bon usage des antibiotiques	**A11.** Élaborer, mettre à jour et diffuser des guides de bonnes pratiques
7. Encourager le recours aux tests de diagnostic rapide contribuant à la maîtrise de l'antibiorésistance, en ville et à l'hôpital. En milieu vétérinaire, développer et donner accès à des kits de diagnostic ainsi qu'à des tests rapides pour déterminer la sensibilité des bactéries aux antibiotiques	**A15.** Améliorer les outils biologiques du diagnostic vétérinaire
11. Suivre l'évolution de l'objectif fixé dans la convention médicale concernant la limitation du taux de prescription d'antibiotiques dits « critiques » associé à la ROSP, et intervenir auprès des prescripteurs « hors normes » afin de réduire les prescriptions injustifiées. En médecine vétérinaire, veiller à la bonne application du décret et de l'arrêté d'avril 2016 qui encadrent la prescription et la délivrance d'antibiotiques « critiques »	**A18.** Contrôler le respect des règles de prescription, de délivrance et d'administration des antibiotiques

[…]

12. En médecine humaine, adapter les conditionnements des présentations per os et injectables aux durées de traitement minimales recommandées, et étendre l'expérimentation de la dispensation à l'unité des antibiotiques. En médecine vétérinaire, privilégier le développement de conditionnements adaptés par les industriels et proposer un cadre réglementaire favorisant la délivrance par fraction des antibiotiques	**A16.** Maintenir l'offre thérapeutique
13. Insérer un message de mise en garde à destination des patients et des éleveurs sur le conditionnement des antibiotiques	**A19.** Affirmer et défendre les positions françaises au niveau européen pour les insérer en droit européen
14. En médecine vétérinaire, promouvoir les mesures de biosécurité en élevage en renforçant et développant les programmes d'amélioration des conditions d'élevage	**A1.** Poursuivre les recherches, les études et le développement de méthodes relatives aux mesures de prévention sanitaire et zootechnique (solutions non médicamenteuses) **A4.** Réduire l'introduction et la dissémination des agents pathogènes **A7.** Renforcer la connaissance de l'antibiorésistance, la prescription raisonnée des antibiotiques et la promotion des autres moyens de maîtrise des maladies infectieuses dans la formation initiale et continue des professionnels et futurs professionnels
[...]	
16. Promouvoir la vaccination préventive des infections à travers notamment la campagne de communication (cf. action n°1) et la consultation nationale en cours	**A3.** Encourager l'usage des vaccins pour prévenir l'apparition des maladies infectieuses **A4.** Réduire l'introduction et la dissémination des agents **A5.** Mettre en œuvre le volet « santé animale » de la campagne de communication nationale et interministérielle pour la sensibilisation à la prévention de l'antibiorésistance
[...]	
19. Renforcer et connecter les réseaux de recherche, de surveillance et les observatoires	**A14.** Surveiller l'évolution de l'antibiorésistance
[...]	
24. Préserver l'efficacité de l'arsenal thérapeutique en adoptant des mesures incitatives permettant de conserver sur le marché de vieux antibiotiques	**A16.** Maintenir l'offre thérapeutique **A19.** Affirmer et défendre les positions françaises au niveau européen pour les insérer en droit européen
25. Faire bénéficier les produits et technologies innovants de maîtrise de l'antibiorésistance d'un ensemble de mécanismes incitatifs réglementaires et économiques	**A19.** Affirmer et défendre les positions françaises au niveau européen pour les insérer en droit européen
[...]	
27. Communiquer annuellement sur les données de consommation et de résistance auprès du public et des professionnels selon une approche "*One Health*", en privilégiant les indicateurs communs	**A5.** Mettre en œuvre le volet « santé animale » de la campagne de communication nationale et interministérielle pour la sensibilisation à la prévention de l'antibiorésistance **A6.** Compléter le portail interministériel d'information et de sensibilisation du public et des professionnels sur l'antibiorésistance avec des informations spécifiques au domaine animal et à Ecoantibio
28. Rendre plus lisible et opérationnelle la cartographie de la surveillance de la résistance et de la consommation d'antibiotiques en santé humaine et s'appuyer sur les réseaux de vigilance et d'appui pour générer des indicateurs de proximité sur les données de consommation et derésistance pour les professionnels en santé humaine. *(NB : bien que le titre n'évoque pas la santé animale mais il y a bien un volet vétérinaire dans cette action)*	**A9.** Construire, entretenir et diffuser des outils d'autoévaluation pour les éleveurs et les vétérinaires **A14.** Surveiller l'évolution de l'antibiorésistance
[...]	
31. Étudier le coût de la résistance bactérienne aux antibiotiques en médecine humaine et vétérinaire, de manière à élaborer desindicateurs économiques pertinents	**A8.** Évaluer les mesures mises en œuvre par Ecoantibio et en assurer une communication large aux parties prenantes

« Consommation d'antibiotiques et résistance aux antibiotiques en France : une infection évitée, c'est un antibiotique préservé ! », Rapport ANSES, novembre 2018, *https://antibioresistance.fr* (extraits)

Document n° 4

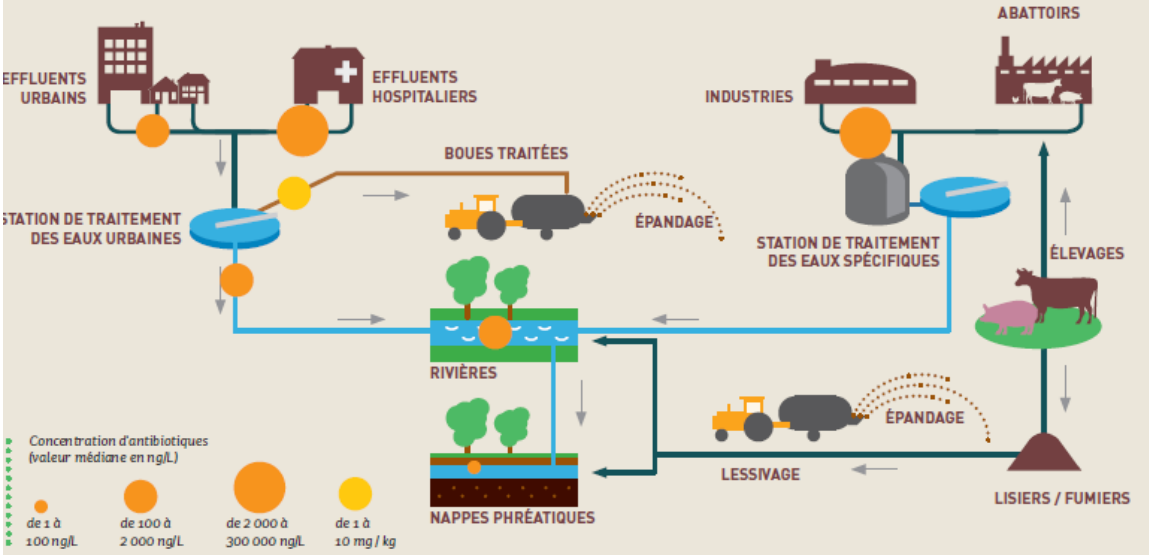
[…]

CONSOMMATION D'ANTIBIOTIQUES EN FRANCE

En 2017, il a été vendu en France 759 tonnes d'antibiotiques destinés à la santé humaine et 499 tonnes d'antibiotiques destinés à la santé animale. Ce rapport entre consommations en santé humaine et animale est très variable d'un pays européen à l'autre . En France, il s'est inversé aux cours des dernières années. En santé animale, 95 % des antibiotiques sont administrés à des animaux destinés à la consommation humaine et 5 % à des animaux de compagnie . En santé humaine, 93 % des antibiotiques sont utilisés en médecine de ville et 7 % en établissements de santé .

[…]

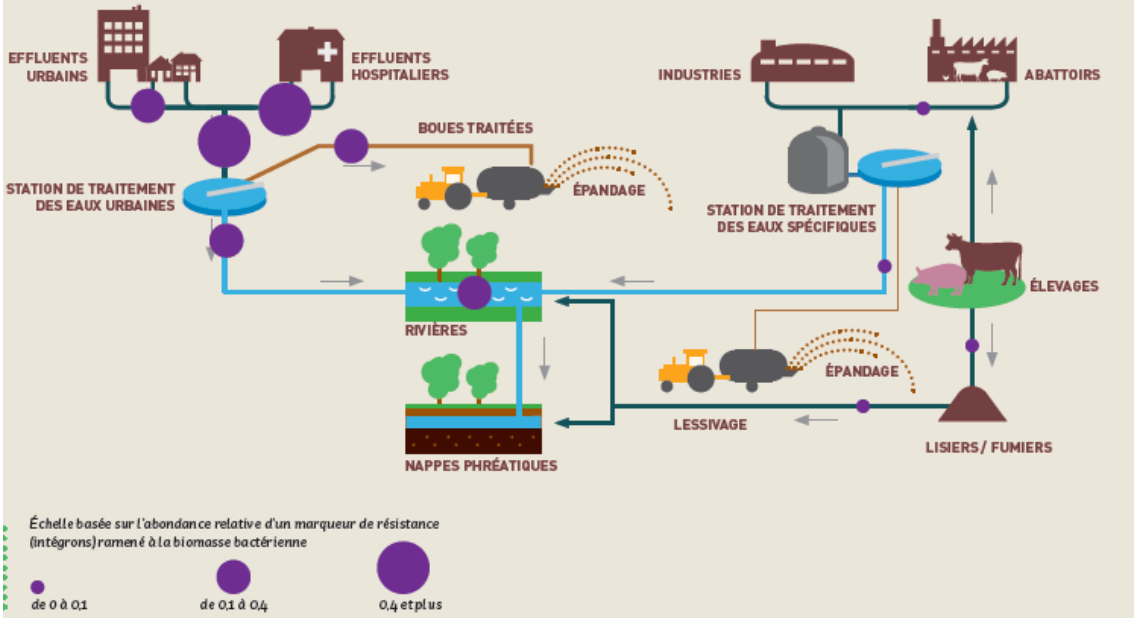
DISSÉMINATION DES ANTIBIOTIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT



Source : Inserm Univ. Limoges, CHU Limoges, RESINFIT, U1092, d'après Segura, 2009 [a]

[…]

DISSÉMINATION DES GÈNES DE RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES DES BACTÉRIES PRÉSENTES DANS L'ENVIRONNEMENT



Source : Inserm Univ. Limoges, CHU Limoges, RESINFIT, U1092

[…]

1. Introduction

1.1. Antibiorésistance et santé publique

Le 21 septembre 2016, la résistance aux antimicrobiens, et particulièrement aux antibiotiques, a fait l'objet de la quatrième Assemblée Générale des Nations Unies sur un thème de santé, après le virus d'immunodéficience humaine, les maladies non transmissibles et la maladie due au virus Ébola (WHO, 2016). Aujourd'hui, environ 700 000 décès par an (nombre probablement sous-estimé) sont imputables à l'antibiorésistance à l'échelle de la planète. En 2050, il est estimé que le nombre de décès imputables à l'antibiorésistance serait de 10 millions par an, devant les cancers (8,2 millions), les diabètes (1,5 million), les maladies diarrhéiques (1,4 million), ou les accidents de la route (1,2 million) (Review on Antimicrobial Resistance, 2016). Ainsi, il s'agit d'une problématique planétaire dont la prise en charge requiert une approche pluridisciplinaire (WHO, 2015 ; FAO, OIE, WHO, 2003).

On définit cliniquement la résistance aux antibiotiques comme étant la capacité d'une bactérie à survivre à des concentrations d'antibiotiques qui tuent, ou inhibent la prolifération, des bactéries sensibles de la même souche. C'est un phénomène évolutif inévitable qui répond à la théorie darwinienne. La résistance, spontanée ou acquise, de bactéries face aux antibiotiques leur procure un avantage évolutif vis-à-vis des bactéries sensibles en présence d'antibiotiques. Ainsi, tout usage des antibiotiques augmente la pression de sélection en faveur des bactéries résistantes (Acar, Davies, 2009).

Les conséquences de l'antibiorésistance sur la santé humaine peuvent être regroupées en deux catégories (FAO, OIE, WHO, 2003). La première conséquence citée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est « l'augmentation du risque de développer des infections qui n'auraient pas dû se déclarer ». En effet, lorsqu'un antibiotique est consommé, les bactéries qui y sont résistantes prolifèrent plus facilement que les bactéries sensibles. Par exemple, le risque de déclarer une salmonellose à *Salmonella* résistante à un antibiotique est multiplié par plus de trois lorsque cet antibiotique est consommé concomitamment à la contamination par *Salmonella*, pour une toute autre raison, par rapport à la situation où il n'est pas consommé (Barza, Travers, 2002). Ainsi, sur plus d'un million de salmonelloses humaines recensées aux États-Unis, plus de 36 000 d'entre elles peuvent être attribuées à la résistance des salmonelles aux antibiotiques, causant plus de 400 hospitalisations et environ 15 décès. La deuxième grande conséquence de l'antibiorésistance sur la santé humaine est « l'augmentation de la fréquence

d'échec des traitements antibiotiques et l'augmentation de la sévérité des infections » (allongement de la durée des maladies, augmentation de la fréquence de développer une bactériémie ou une septicémie, augmentation de la fréquence des hospitalisations et de leurs durées, augmentation de la mortalité).

Par son impact sur la santé, l'antibiorésistance a des conséquences économiques globales. Elle augmente les coûts de santé, diminue la main-d'œuvre et la productivité et abaisse le revenu des ménages et national (WHO, 2015). En Europe, l'impact économique dû aux bactéries résistantes est actuellement estimé à plus d'1,5 milliard d'euros (Commission Européenne, 2017). Une équipe américaine a évalué l'impact économique d'infections à germes résistants aux antibiotiques dans un centre hospitalier universitaire au cours de l'année 2 000 (Roberts et al., 2009). Les résultats sont surprenants. Dans une cohorte d'environ 1 400 patients, 138 présentaient une infection à un ou plusieurs germes résistants. En moyenne, les infections à germes résistants coûtaient 21 018 $ de plus par patient que lorsque les germes n'étaient pas résistants. En tenant compte des coûts hospitaliers, de la mortalité et de la perte de productivité, le coût sociétal des infections à germes résistants de la cohorte étudiée s'étalait de 10,7 à 15 millions de dollars.

1.2. Consommation des antibiotiques dans le monde

En parallèle, la consommation d'antibiotiques ne cesse d'augmenter dans le monde. Entre 2000 et 2015, la consommation humaine d'antibiotiques a augmenté de 65 % (Klein et al., 2018). Ce phénomène est particulièrement notable dans les pays à revenus intermédiaires inférieurs : on note par exemple une augmentation de 103 % en Inde. Si les taux de consommation par habitant restent constants entre 2015 et 2030, la consommation mondiale d'antibiotiques n'augmenterait que de 15 % pendant cette période. En revanche, dans le cas où l'augmentation des taux de consommation serait aussi nette entre 2015 et 2030 qu'entre 2000 et 2015, on noterait une augmentation de 202 % de la consommation mondiale d'antibiotiques chez l'Homme. Parallèlement, en tenant le plus possible compte de l'évolution des systèmes d'élevage, la consommation mondiale d'antibiotiques chez les animaux passerait de 63 151 tonnes en 2010 à 105 596 tonnes en 2030 (Van Boeckel et al., 2015), soit une augmentation de 67 %. Les deux-tiers de cette augmentation seraient liés à l'augmentation du nombre d'animaux élevés à travers le monde.

1.3. Importance des productions animales dans la problématique de l'antibiorésistance

Ainsi, l'utilisation des antibiotiques dans les productions animales est au cœur du problème. L'alimentation est en effet reconnue comme la première voie de transmission de la résistance aux antibiotiques de l'animal à l'Homme (FAO, OIE, WHO, 2003). Une étude s'est intéressée à l'influence de l'utilisation d'antibiotiques comme promoteurs de croissance sur la contamination des carcasses des bovins abattus et de leur viande hachée par des bactéries résistantes (Alexander et al., 2010). Dans le groupe traité aux antibiotiques et le groupe non-traité, des *Escherichia coli* résistantes à l'ampicilline (Amp^r) et aux tétracyclines (Tet^r) ont été retrouvées dans les fèces, le contenu intestinal, sur la peau, la carcasse immédiatement après l'éviscération et après 24 heures de réfrigération, dans la viande hachée réfrigérée à 5 °C pendant un à huit jours, ainsi que sur le matériel de l'abattoir. Seule l'analyse des fèces a mis en évidence une prévalence supérieure de bactéries résistantes dans le groupe traité par rapport au groupe contrôle (Amp^r : 26,5 % *vs*. 7,9 % ; Tet^r : 50,9 % *vs*. 12,6 %). Ainsi, la contamination des denrées alimentaires par des *E. coli* résistantes aux antibiotiques peut avoir lieu que les animaux aient été traités ou non aux antibiotiques. Par ailleurs, une enquête rétrospective (Dechet et al., 2006) a fait le lien entre une épidémie de salmonelloses à *Salmonella enteritica* sérotype Typhimurium DT104, résistante à plus de cinq antibiotiques, dans le nord-est des États-Unis en décembre 2003, et la consommation de bœuf haché cru ou insuffisamment cuit. La viande avait été préparée dans un abattoir où *Salmonella enteritica* Typhimurium avait été isolée auparavant. De même, en 1999, une épidémie de salmonellose à *Salmonella enteritica* sérotype Typhimurium DT104 résistante aux fluoroquinolones, qui s'était déroulée en 1998, a été investiguée (Mølbak et al., 1999). L'enquête a permis de remonter jusqu'à deux élevages de porcs charcutiers où des salmonelles qui présentaient le même profil de résistance que celles responsables de l'épidémie, ont été isolées. Aucune fluoroquinolone n'avait été administrée dans ces élevages en 1998 ; l'acquisition de la résistance à ces antibiotiques était certainement liée à une utilisation plus ancienne.

On considère donc que l'utilisation des antibiotiques en productions animales, bien que souvent nécessaire pour le traitement des maladies infectieuses, favorise la transmission de bactéries résistantes des animaux à l'Homme et peut donc être néfaste pour la santé humaine. Tout particulièrement, l'usage des antibiotiques par voie orale, et notamment à des doses sous-thérapeutiques pour favoriser la croissance des animaux, est décrié. L'équipe de Zhang *et al.* (2013) s'est intéressée à l'influence de la voie d'administration des antibiotiques sur la

résistance aux antibiotiques des bactéries du tube digestif de souris. Avant l'administration par voie orale ou intraveineuse de tétracycline ou d'ampicilline aux souris, des *Enterococcus spp*. résistants aux tétracyclines (Tet^r) et des *E. coli* portant un gène codant pour une bêta-lactamase (bla_{CMY2}) leur ont été inoculés. Les pools de gènes Tet^r et bla_{CMY2} ont été mesurés après l'administration de tétracycline et d'ampicilline, respectivement. Dans les deux cas, l'augmentation de la population bactérienne antibiorésistante était plus rapide et plus forte lors de l'administration des antibiotiques par voie orale que par voie intraveineuse. L'administration d'antibiotiques a également favorisé l'émergence de résistances chez des souris à qui aucune bactérie résistante n'avait été inoculée. Ce phénomène était plus prononcé lorsque les antibiotiques étaient administrés par voie orale. En effet, lorsque les concentrations en antibiotiques sont insuffisantes pour tuer les bactéries, leur ADN est plus souvent réparé et la fréquence de réparation de l'ADN, et donc le nombre d'erreurs de synthèse, augmente (Acar, Davies, 2009). C'est ainsi que les concentrations sous-thérapeutiques d'antibiotiques favorisent l'émergence de gènes de résistance. Ce phénomène est plus important lorsque les antibiotiques utilisés ciblent l'ADN des bactéries ou sa synthèse. En 2015, une équipe canadienne s'est intéressée à l'effet de l'administration continue de tylosine par voie orale, à dose sous-thérapeutique, sur la résistance aux macrolides des entérocoques fécaux de jeunes bovins engraissés en feedlot (nom donné aux ateliers d'engraissement de bovins en Amérique du Nord) (Beukers et al., 2015). Le groupe d'animaux traités à la tylosine a été comparé à un groupe contrôle non-traité. Avant toute ingestion de tylosine, environ un quart des animaux (tous groupes expérimentaux confondus) présentaient dans leurs fèces des entérocoques résistants à l'érythromycine et un tiers à la moitié des animaux présentaient des entérocoques résistants à la tylosine. La proportion de jeunes bovins présentant des entérocoques résistants à au moins un macrolide a augmenté au cours de l'expérimentation dans les deux groupes. Toutefois, la proportion d'entérocoques résistants était significativement supérieure dans les fèces des animaux traités à la tylosine que dans le groupe contrôle. Ainsi, l'administration d'antibiotiques par l'alimentation sélectionne des bactéries résistantes chez une grande proportion des animaux d'un atelier, et le transfert de bactéries résistantes entre les individus est facile lorsque la proximité entre les animaux est grande. La population de bactéries résistantes peut donc augmenter chez des individus non-traités. Par ailleurs, le personnel d'élevage est exposé au microbiote des animaux élevés et des bactéries résistantes peuvent être transférées des animaux d'élevage à l'Homme. Le portage humain de Staphylocoques dorés Résistants à la Méthicilline (SARM) est supérieur chez les éleveurs de veaux de boucherie que chez les personnes qui ne sont pas en contact d'animaux d'élevage, et est d'autant plus important que le nombre de veaux

dans l'élevage est grand (Graveland et al., 2010). En connaissant le risque que constitue le transfert de germes pathogènes résistants entre hommes, qui peut générer des infections nosocomiales à bactéries résistantes aux antibiotiques (Mølbak et al., 1999), il est logique de s'intéresser au développement de l'antibiorésistance à grande échelle dans les élevages.

1.4. Politiques publiques et antibiorésistance

Afin de « maintenir le plus longtemps possible et sans discontinuer la capacité de traiter et de prévenir les maladies infectieuses au moyen de médicaments sûrs et efficaces » (WHO, 2015) des politiques publiques internationales, communautaires et nationales sont mises en place. Selon l'OMS, les politiques mondiales et nationales devraient suivre cinq objectifs. D'abord, l'antibiorésistance devrait être connue et comprise par l'ensemble de la population. Ensuite, les connaissances sur l'antibiorésistance (écologie microbienne, mécanismes d'acquisition et de transmission de l'antibiorésistance, etc.) devraient être renforcées grâce à la recherche fondamentale. De plus, la prévention devrait être le premier moyen de gestion des maladies infectieuses. L'utilisation des médicaments antibiotiques devrait être optimisée en santés humaine et animale, en incitant les professionnels de santé à obtenir des diagnostics de certitude, et la consommation des antibiotiques devrait être parfaitement connue pour faciliter sa régulation. Enfin, les investissements dans la lutte contre l'antibiorésistance devraient être incités par des arguments économiques de poids.

En médecine vétérinaire, l'application de ces grands principes passe par la régulation de l'utilisation des antibiotiques à des doses sous-thérapeutiques pendant de longues durées pour la prévention des maladies ou pour favoriser la croissance des animaux. Comme dans les pays européens (Commission Européenne, 2017), cette pratique a été jugée « inappropriée » par l'Agence Nationale de l'Alimentation et du Médicament états-unienne dans sa « Guidance for Industry #213 » (Food and Drug Administration, 2013). La régulation de l'utilisation des antibiotiques s'axe autour de la classification des antibiotiques selon leur importance en médecine humaine : ce sont les antibiotiques d'importance médicale (WHO Advisory Group on Integrated Surveillance of Antimicrobial Resistance, 2017). (...)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Analyse

CENTRE D'ÉTUDES ET DE PROSPECTIVE
–
n° 149 - Février 2020

Document n° 6

Quels impacts de la baisse de la consommation de viande sur l'agriculture française ?
Simulations avec le modèle MAGALI 2

La tendance observée à la baisse de la consommation de viande est susceptible d'avoir des impacts sur les filières animales françaises et doit donc être analysée pour identifier les mesures adaptées pour accompagner ces secteurs. Dans cet objectif, cette note présente des simulations, réalisées avec le modèle macro-économétrique MAGALI 2, explorant les effets de la diminution de consommation de viande sur l'agriculture française.

Après avoir crû jusque dans les années 1980, puis stagné durant une dizaine d'années, la consommation totale de viande a reculé depuis les années 1990, et enregistré une baisse de 12 % entre 2007 et 2016 selon une étude du Crédoc[1]. Plus précisément, de 2007 à 2017, les consommations annuelles moyennes de viandes ovine/caprine, porcine et bovine ont diminué respectivement de 28 %, 9 % et 11 % environ, alors que celle de volaille a augmenté de 15 %[2]. La charcuterie se distingue des autres pièces de porc par sa consommation globalement croissante depuis les années 1980. Ces tendances pourraient se poursuivre puisque, toujours selon le Crédoc, 47 % des Français interrogés estiment manger de la viande en trop grande quantité.

Divers facteurs expliquent ces évolutions des conduites alimentaires. Ainsi, 31 % des personnes enquêtées par le Crédoc[1] considèrent que produire de la viande est néfaste pour l'environnement, 25 % que la consommer augmente le risque de certains cancers et 23 % qu'elle apporte trop de mauvais nutriments (gras par exemple). À ces perceptions négatives s'ajoutent, entre autres, le souhait d'une alimentation moins coûteuse, des changements de modes de vie, l'influence de nouvelles cultures alimentaires et un vieillissement structurel de la population, la consommation de viande diminuant avec l'âge[3].

Dans ce contexte, de nombreuses instances nationales ou internationales prennent position sur ce que devrait être un régime alimentaire garantissant la bonne santé des individus, la sécurité alimentaire d'une population mondiale croissante, et durable pour la planète. À titre d'exemple, un groupe de chercheurs a publié dans la revue scientifique *The Lancet*[4] son régime idéal : la consommation de viande y est limitée à 45 g/j/p, très au-dessous des 135 g/j/p déclarés en 2016 au Crédoc. Si de telles préconisations alimentaires correspondent à des objectifs atteignables seulement à long terme, leur large diffusion et leur assimilation par les consommateurs instruisent sur les défis auxquels doivent se préparer les filières de viandes animales.

L'utilisation de modèles économétriques peut aider à évaluer l'impact potentiel de la modification des régimes alimentaires sur les secteurs agricoles. En effet, les résultats obtenus présentent des états futurs probables des filières, selon qu'elles auront plus ou moins pris en compte les dynamiques d'évolution sociale aujourd'hui constatées. Dans cette note, nous avons ainsi simulé, à titre exploratoire, l'adoption par l'ensemble de la population française des repères alimentaires promus par le ministère de la Santé, avec le modèle macro-économique MAGALI 2[5].

Dans la première partie sont décrits les facteurs pouvant expliquer la diminution des consommations de viande en France. Dans un deuxième temps est détaillé un scénario d'évolution de ces consommations. Enfin, la troisième partie présente les résultats des simulations avec MAGALI 2, toutes les autres variables économiques étant égales par ailleurs.

1. Une baisse tendancielle de la consommation de viande

Les régimes alimentaires ont toujours évolué au gré des transformations sociales. Sous l'impulsion d'acteurs spécifiques, de nouvelles conceptions se développent, s'affirment, se généralisent, et remplacent les normes en place. Un tel phénomène s'observe de nos jours concernant la viande. Cet aliment occupait une place centrale dans la culture gastronomique française de la deuxième moitié du XXe siècle. Au sein des représentations collectives, la viande était garante d'une bonne santé et incarnait une certaine idée de la modernité alimentaire. Elle doit maintenant faire face à une modification des attentes sociétales et sa consommation est de plus en plus critiquée.

La transformation des modes de vie, l'urbanisation, la métropolisation et l'évolution des liens entre vies familiale et professionnelle entraînent une réduction des temps de cuisine et de repas. Le besoin de s'adapter aux mobilités

1. Tavoularis G., Sauvage E., 2018, *Consommation et modes de vie. Les nouvelles générations transforment la consommation de viande*, Crédoc, n°300.
2. FranceAgriMer, 2019, « Les marchés des produits laitiers, carnés et avicoles. Bilan 2018 perspectives 2019 », *Données et bilans*.
3. Hérault B, 2016, « Construction des institutions et des normes sociales partagées », *CIV Viande, Sciences et Société*, Actes du colloque à l'Institut Pasteur : http://www.interbev.fr/fiche/animal-viande-et-societe-des-liens-qui-seffilochent/
4. Willett W. *et al.*, 2019, « Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems », *The Lancet*, vol. 393, n°10170, p. 447-492.
5. Ramanantsoa J, Payen A, 2019, *Simuler les évolutions de la « ferme France » avec le modèle MAGALI 2. L'exemple des effets de chocs sur le prix du pétrole*, Centre d'études et de prospective, Analyse n°139 : https://agriculture.gouv.fr/simuler-les-evolutions-de-la-ferme-france-avec-le-modele-magali-20-lexemple-des-effets-de-chocs-sur

quotidiennes reconfigure les rapports à l'alimentation, avec une baisse globale de la consommation de viande, mais aussi une préférence pour les viandes blanches et le steak haché, peu chers et vite cuits, au détriment de la viande rouge.

En parallèle, des évaluations scientifiques ont progressivement amené à reconsidérer les effets sur la santé de la consommation de viande, rouge en particulier. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), une consommation excessive supérieure à 50 g/j/p de viande transformée entraîne une augmentation du risque de cancer colorectal de 18 %. Sont incriminés les sels nitrités, ajoutés notamment dans les charcuteries, et le fer hémétique, présent naturellement dans les viandes, en particulier rouges. La multiplication de ces messages engendre une méfiance des consommateurs. Ils s'ajoutent aux crises sanitaires des dernières décennies touchant les productions animales, très médiatisées et sources – mais plutôt de manière transitoire – de craintes et de défiance envers ces aliments. Par exemple, suite à la crise de la « vache folle », 45 % des Français déclaraient[6] avoir diminué ou stoppé leur consommation de bœuf.

Les mangeurs de viandes s'interrogent aussi de plus en plus sur les conditions de vie et d'abattage des animaux, certains cas de maltraitance ayant été révélés par des reportages ou des vidéos. De même, certaines pratiques sont remises en question, comme l'épointage des poussins, le broyage des poussins mâles dans la filière de production d'œufs et la castration à vif des porcelets. L'installation de grandes exploitations intensives, comme il en existe dans d'autres pays, est également source de controverses (ex. ferme dite des « 1000 vaches »). La conclusion souvent tirée de ces faits médiatisés est qu'il faut diminuer la consommation de produits animaux, pour ne pas cautionner leur exploitation. Les offres de produits végétariens et végans se multiplient donc, en restauration comme dans les rayons des magasins. Si la fraction de la population française ayant banni la consommation de viande reste limitée (environ 2 %[7] en 2017), la propagation de leurs messages aurait un impact important, si on étend l'effet d'une diminution de consommation même limitée à l'ensemble de la population française.

Sans lister ici toutes les causes de la tendance structurelle à la baisse de la consommation de viande, signalons que l'impact environnemental et climatique de l'élevage est de plus en plus souvent mis en avant par les consommateurs. Il est responsable de 14,5 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales[8] et participe à la « déforestation importée », utilisant du soja pour l'alimentation des animaux. Adopter un régime sans viande serait alors interprété « meilleur pour la planète », et répondrait à une demande citoyenne de progrès en matière de durabilité.

De multiples facteurs sociaux, économiques et environnementaux confirment donc l'évolution structurelle de la société française vers une alimentation moins riche en produits carnés. Les acteurs des filières animales commencent d'ores et déjà à s'adapter à cette tendance. C'est le cas d'Interbev, qui préconise de manger moins de viande en quantité, mais de meilleure qualité[9], produite en France et selon des conditions répondant aux nouvelles attentes sociétales. Dans le même esprit d'adaptation au changement, cette note décrit, à l'aide d'un exercice de modélisation, les impacts potentiels d'un scénario de réduction de la consommation de viande.

2. Scénarios de consommation et modélisation du secteur agricole français

Malgré les éléments vus ci-dessus, la viande demeure un aliment de qualité largement consommé. Elle est une source importante de fer, de vitamine B12, d'acides aminés et de protéines facilement assimilables[10], ce qui la rend essentielle pour certaines populations (enfants, personnes âgées, femmes enceintes, etc.). Aussi, de nombreuses études et expertises ont été menées pour identifier la juste place de la viande dans des régimes sains et équilibrés. Nous retiendrons ici les repères alimentaires promus par le ministère français de la santé.

Depuis 2001, ce ministère s'appuie sur l'expertise du Haut conseil de la santé publique et de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), pour élaborer le Programme national nutrition santé (PNNS). Ce dernier a été associé au Programme national pour l'alimentation (PNA) pour constituer le Programme national de l'alimentation et de la nutrition (PNAN)[11]. La quatrième version du PNNS, lancée en octobre 2019, se prolongera jusqu'en 2023.

Entre autres recommandations, le PNNS 4 conseille d'augmenter la consommation de fruits et légumes pour atteindre au total 500 g/p/j, de manger deux fois par semaine des légumes secs (lentilles, pois chiches, etc.), de réduire la part des produits salés, sucrés, et de la viande dans son alimentation, afin de s'approcher, pour cette dernière, des 500 g/p/semaine, hors volaille (le programme n'a pas identifié à l'heure actuelle, dans la littérature scientifique, de seuil au-delà duquel la santé serait négativement impactée par sa consommation).

Dans la modélisation réalisée avec MAGALI 2 (encadré 1), il est supposé que tous les Français adoptent les recommandations du PNNS 4 en 2017, afin d'en observer les impacts potentiels sur l'agriculture française à l'horizon 2021[12]. Pour ce faire, un scénario « contre-factuel » sert de référence. Défini jusqu'en 2021, il décrit un futur probable correspondant à une évolution des consommations de viande selon les tendances observées ces dernières années et construit avec des experts ; il suppose que sur la période 2017-2021, la consommation de viande rouge diminue de 12 % et les consommations de porc et de volaille augmentent respectivement de 2 % et 7 % (tableau 1). En plus des hypothèses de consommation de viandes, le contre-factuel intègre une évolution future probable, toujours selon les dires d'experts, de l'ensemble des variables économiques décrivant l'agriculture française (surfaces, prix de vente des productions végétales, etc. cf encadré 1).

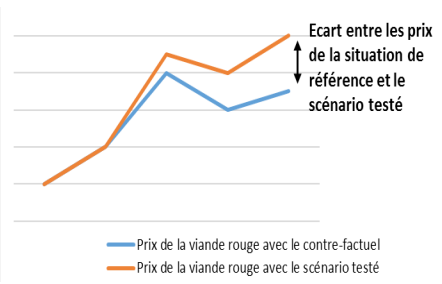
Tableau 1 – **Récapitulatif des hypothèses de consommation testées par rapport aux valeurs de référence**

	PNNS	Scénario de référence MAGALI 2
Type de viande	*Gramme/personne/semaine*	
Rouge (bovine et ovine)	500	349
Porcine		486
Volaille	Non borné	335

Source : auteure

À ce contre-factuel, on peut comparer des scénarios prospectifs tels que l'adoption massive des recommandations du PNNS. Ce scénario alternatif entraînera des arbitrages différents entre les productions animales et végétales de la « ferme France », et donc un écart au scénario de référence (figure 1). C'est cet écart qui est analysé par la suite.

Figure 1 - **Principe d'utilisation du modèle MAGALI 2 : comparaison d'une variable, le prix de la viande rouge, obtenue avec le scénario test par rapport à son évolution donnée par le contre-factuel**



Source : auteure

6. Crédoc, 2001, *Vache folle : la crise d'octobre a des effets durables sur la consommation de bœuf.*
7. Anses, 2017, *Etude individuelle des consommations alimentaires* 3 (INCA3), rapport d'expertise collective.
8. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2016, *Élevage & changement climatique*
9. Interbev, 2019, *Aimez la viande, mangez-en mieux*, dossier de presse pour le Salon international de l'agriculture 2019.
10. Inra, 2019, « Faut-il réduire notre consommation de viande ? Des données pour comprendre », site consulté en octobre 2019 : http://www.ara.inra.fr/Le-centre-Les-recherches/Elevage-a-l-herbe/Elevage-gaz-a-effet-de-serre-et-stockage-de-carbone/(key)/3
11. Haut Conseil de la santé publique, 2017, *Avis relatif à la révision des repères alimentaires pour les adultes du futur Programme de nutrition santé 2017-2021*.
12. MAGALI 2 permet de faire des simulations à + 5 ans par rapport aux dernières données réelles enregistrées dans la base qu'elle interroge, ici datant de 2017. Autrement dit, le présent de MAGALI se situe actuellement en 2017 et son horizon de projection en 2021. Des mises à jour régulières permettent de faire évoluer ces jalons.

Encadré 1 : **le modèle MAGALI 2**

Le fonctionnement du secteur agricole est modélisé par un jeu d'équations économétriques, liant entre elles des indicateurs essentiels de l'agriculture : prix des produits agricoles et des consommations intermédiaires, montants des aides, surfaces, rendements, etc. Par exemple, la consommation de viande dépend des valeurs des deux années précédentes et des prix de l'année précédente. Tous les calculs reposent sur une base de données mise à jour régulièrement. Des dires d'experts permettent de prolonger les tendances mesurées dans un futur à horizon de 5 ans : le modèle utilise ces informations pour construire un avenir probable (contre-factuel).

MAGALI 2 représente l'ensemble de l'agriculture française comme étant constitué de deux grandes fermes : l'une exclusivement de cultures de vente (blé dur, blé tendre, orge, maïs grain, etc.), et l'autre mixte (ateliers végétaux et animaux). Au sein de chaque ferme, puis entre les fermes, les surfaces sont réparties chaque année entre les types de production, pour maximiser la marge globale de la « ferme France ». Ces réorientations des surfaces entraînent la modification des niveaux de consommation d'intrants et des volumes de production. Ces résultats sont ensuite pris en compte l'année suivante, de manière itérative, pour calculer les marges espérées par type de production, et par suite réattribuer les surfaces.

En cas de baisse de la consommation de viande, une partie du surplus produit peut être exportée. En fonction de l'ampleur de cette diminution, l'augmentation des exportations peut s'avérer insuffisante pour écouler l'ensemble des excédents, et par conséquent entraîner une diminution des prix en raison d'une offre abondante et par suite induire des marges plus faibles pour les ateliers animaux. Par construction, le modèle ne joue pas sur les volumes importés pour réduire l'écart entre offre et demande.

3. Des secteurs de productions animales impactés de manière hétérogène

Au terme de la période de projection (5 ans), les hypothèses du scénario PNNS 4 représentent une diminution de 43,5 % de la consommation de viandes de bœuf et de porc, soit une chute d'environ 38 % de la consommation globale de viande par rapport à la situation de référence à l'horizon de + 5 ans. Comme dit plus haut, la consommation de volailles n'est pas contrainte par les hypothèses. À terme, elle s'infléchirait de 29 %. Dans quelle mesure l'agriculture française pourrait-elle faire face à ces réorientations majeures de la demande en produits carnés ?

Une baisse des résultats et une réorientation des surfaces

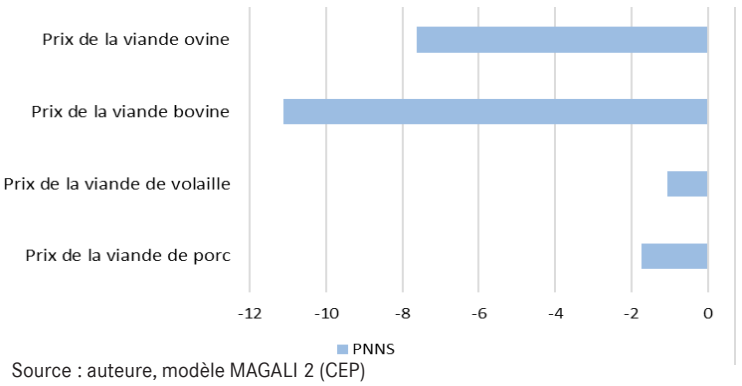
La réduction de la consommation de viande aurait d'abord un impact sur son prix. La figure 2 présente les équilibres atteints à la fin de la période de simulation. La viande bovine serait la plus durement touchée : son prix chuterait de 11 % par rapport au scénario de référence. La viande ovine verrait son prix reculer d'environ 8 %. Les impacts seraient plus faibles pour les viandes porcine et de volaille : leurs prix baisseraient respectivement de 2 % et 1 %.

Suite à la diminution probable des prix, les marges à l'hectare des exploitations mixtes seraient en baisse par rapport au scénario de référence (- 5 %). Ces résultats sont principalement dus aux pertes de marge dans les ateliers ovins (- 8%) et bovins (- 36 %).

Finalement, l'excédent brut d'exploitation[13] (EBE) des ateliers animaux des fermes mixtes connaîtrait une contraction de 19 %, ce qui rendrait la production de cultures de vente plus attractive. On observerait donc une réorientation des surfaces au sein des fermes mixtes : les ateliers animaux perdraient environ 2 % des surfaces nécessaires à ces productions (superficies fourragères incluses), tandis que les surfaces des productions végétales progresseraient de 2 %. Ainsi, l'EBE généré par les ateliers de productions végétales des fermes mixtes progresserait de 2 %. Toutefois, cette augmentation ne serait pas suffisante pour compenser les pertes générées par les ateliers de productions animales, et l'EBE global des fermes mixtes subirait un recul de 11 % (figure 3).

Les difficultés rencontrées par les fermes mixtes pourraient aboutir à une ré-allocation des surfaces au bénéfice des fermes de cultures de vente de l'ordre de 3 %. Par conséquent, l'EBE de ces dernières pourrait s'accroître de 3 % environ. Toutefois, l'EBE total, agrégeant les résultats des cultures de vente et des fermes mixtes, diminuerait de 7 % par rapport au scénario de référence. La baisse des revenus dégagés sur les ateliers animaux et, par suite, des surfaces dédiées à ces productions, diminuerait les besoins en main-d'œuvre dans ces secteurs, au contraire des ateliers de cultures de vente où ils augmenteraient. La création d'emplois, salariés ou non, dans le secteur végétal compenserait les pertes dans le secteur animal.

Figure 2 - **Variation des prix à + 5 ans, en pourcentage par rapport au scénario tendanciel de référence**



Source : auteure, modèle MAGALI 2 (CEP)

Des impacts jusqu'à l'amont des filières

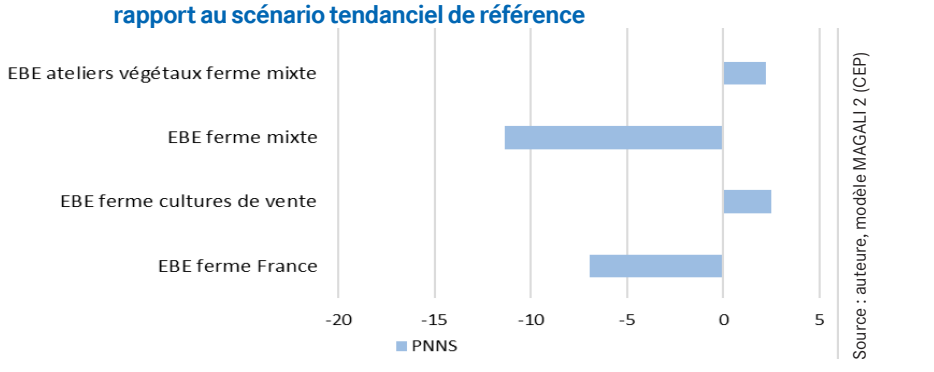
Les variations dans l'attribution des surfaces de production, entre les fermes mixtes et de cultures de vente, s'accompagneraient d'un changement des volumes d'intrants utilisés propres à chaque filière. Ainsi, la diminution de la production des ateliers animaux s'accompagnerait d'une baisse des besoins en aliments industriels : l'achat d'aliments pour bovins et ovins reculerait de 6 %. A l'inverse, l'augmentation des surfaces des productions végétales accroîtrait le besoin en intrants : + 1 % en engrais, + 1 % en produits phytosanitaires et + 0,3 % en produits pétroliers.

Enfin, le recul des productions animales entraînerait une diminution des émissions de gaz à effet de serre par rapport à la situation de référence (- 4 % environ). Cependant, l'augmentation potentielle d'intrants dans la production végétale compenserait cette diminution : les émissions totales seraient stables dans les deux scénarios.

Ces estimations reposent sur certaines hypothèses à garder en mémoire dans l'interprétation. En particulier, MAGALI 2 ne prend pas en compte le rééquilibrage des régimes alimentaires lors de la répartition des surfaces entre productions végétales, celle-ci se fondant exclusivement sur la rentabilité relative des productions, mesurée par les rapports de

13. Excédent brut d'exploitation : chiffre d'affaires, subventions incluses, moins les consommations intermédiaires, les charges salariales et les taxes mais avant les dotations aux amortissements.

Figure 3 - **Variation des excédents bruts d'exploitation à + 5 ans, en pourcentage par rapport au scénario tendanciel de référence**



marges à l'hectare, de façon à maximiser la marge globale de la « ferme France » (encadré 1). Or, les consommateurs pourraient favoriser certains produits végétaux pour compenser un moindre apport en protéines dû à la diminution de la consommation de viandes. Si les équilibres entre produits végétaux se modifiaient suite à ces changements de comportement, les résultats en termes d'EBE, d'emploi, de besoin en intrants et d'émissions de gaz à effet de serre seraient impactés, du fait de la forte variabilité des itinéraires techniques selon les types de cultures. Par exemple, l'EBE des exploitations spécialisées en céréales-oléoprotéagineux s'élevait en moyenne à 55 370 € en 2018 contre 72 990 € en maraîchage-horticulture[14] ; de même, les besoins en produits de protection des cultures varient entre les productions (par exemple, l'indicateur de fréquence de traitement[15] est en moyenne de 5,1 pour le blé tendre contre 16,5 pour la pomme de terre en 2017[16]). Enfin, le modèle MAGALI 2 ne prend pas en compte les émissions dues au retournement de prairies.

4. Exploration des impacts d'une hausse de la consommation de fruits et légumes, concomitante à la baisse de la consommation de viande

Le PNNS 4 encourage la consommation de fruits et légumes jusqu'à 500 g/j/p[7], par exemple répartis en 300g de légumes et 200g de fruits, ce qui représente des augmentations respectives d'environ 130 % et 55 % par rapport aux régimes mesurés en 2017[7]. Le modèle MAGALI 2 simule, à l'horizon de 5 ans, la valeur des rendements de ces produits. On peut en déduire la hausse des surfaces nécessaires à la production des quantités d'aliments cibles par rapport aux surfaces utiles aux quantités effectivement consommées aujourd'hui. Sous l'hypothèse d'un maintien des échanges extérieurs à leur niveau actuel, il faudrait environ 162 000 ha supplémentaires pour produire suffisamment de légumes et 101 000 ha supplémentaires pour les fruits, soit une augmentation de 60 % des surfaces de ces cultures en France. Dans le même temps, 314 000 ha seraient libérés par les animaux.

Toutefois, la propension des agriculteurs à s'engager dans la production de fruits et légumes dépendra du prix qu'ils peuvent en espérer par rapport aux autres types de cultures[17]. Avec MAGALI 2 et les hypothèses précédentes de diminution des consommations de viandes, il apparaît qu'un doublement du prix des fruits et des légumes, toutes choses égales par ailleurs, ne permettrait de convertir qu'environ 37 000 ha à la production de légumes et 24 000 ha à celle de fruits, contre environ + 7 000 et + 4 000 respectivement sans hausse de prix. Ces estimations sont loin des 101 000 ha et 162 000 ha nécessaires respectivement. Ainsi, augmenter la part des fruits et légumes dans les régimes alimentaires nécessiterait une action publique forte pour encourager leur développement dans l'agriculture française, en raison des marges élevées dégagées dans les autres ateliers de productions végétales, notamment en céréaliculture. Sans cela, cette nouvelle demande serait essentiellement satisfaite par des volumes plus élevés d'importations.

*

Le modèle macro-économique MAGALI 2 permet d'évaluer les impacts, sur les exploitations agricoles françaises, de scénarios d'évolution de leur environnement économique. Par construction, ce modèle fonctionne au niveau national ; l'échelon international ne transparaît qu'à travers les hypothèses émises sur certaines variables (ex : les exportations de viande correspondent en partie aux produits non consommés en France). Il intègre par ailleurs un modèle d'équilibre partiel pour les viandes, qui permet de tester, comme dans cette note, des variations de la demande en ces produits, et par suite d'évaluer ses impacts sur la « ferme France ».

Les simulations de l'impact d'une réduction de la consommation de viande sur les filières françaises confirment la nécessité d'anticiper ces évolutions. En cas d'adoption par l'ensemble de la population française des recommandations nutritionnelles du PNNS 4, les impacts seraient importants sur le secteur animal, notamment pour les revenus des fermes mixtes. Le secteur végétal pourrait ne pas suffire à maintenir les résultats économiques des exploitations, sans évolution profonde de l'agriculture. Au delà des filières agricoles, les secteurs de l'amont et de l'aval, par exemple les filières d'alimentation animale, seraient également impactés.

Les résultats agrégés présentés dans ces simulations peuvent masquer des évolutions différenciées selon les modes de production. Le modèle utilisé ne distingue pas les différentes conduites d'élevage (intensif, extensif, etc.). Or certains modes de production pourraient disparaître, alors que d'autres trouveraient leur place en répondant directement aux nouvelles attentes de la société. Il est vraisemblable que les régions spécialisées dans l'élevage intensif seraient confrontées à des défis importants alors que celles de cultures végétales seraient plus résilientes.

MAGALI 2 ne modélise pas non plus les évolutions de la demande internationale en produits carnés, qui ne joue donc pas de rôle dans la modulation des volumes pouvant être exportés pour écouler les surplus. Une incertitude existe donc quant à l'ampleur de la chute des résultats économiques des ateliers animaux : une partie des produits non consommés pourrait être écoulée sur les marchés des pays émergents, dont la demande devrait augmenter dans les prochaines années, alors qu'en parallèle, certains pays développés pourraient suivre des tendances alimentaires similaires et diminuer leur demande.

Dans tous les cas, si le régime alimentaire s'orientait effectivement vers une diminution significative de la consommation de viande, l'adaptation des filières représenterait un enjeu important auquel il semble indispensable de réfléchir dès à présent.

Aurore Payen
Centre d'études et de prospective

14. « Les résultats économiques des exploitations agricoles en 2018 : une année de consolidation des résultats », *Agreste Primeur* n°2020-1, janvier.
15. Il prend en compte le nombre de doses de produits phytopharmaceutiques appliquées par hectare pendant une campagne culturale.
16. « Pratiques culturales, Traitements phytosanitaires en grandes cultures », *Graph'Agri 2019*, Agreste.
17. Les prix des végétaux sont exogènes dans MAGALI 2, et le modèle étant national, les dynamiques d'offres et de demandes étrangères ne sont pas gérés par les équations économétriques.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
Secrétariat Général
Service de la statistique et de la prospective
Centre d'études et de prospective
3 rue Barbet de Jouy
75349 PARIS 07 SP
Sites Internet : www.agreste.agriculture.gouv.fr
www.agriculture.gouv.fr

Directrice de la publication : Béatrice Sédillot

Rédacteur en chef : Bruno Hérault
Mel : bruno.herault@agriculture.gouv.fr
Tél. : 01 49 55 85 75

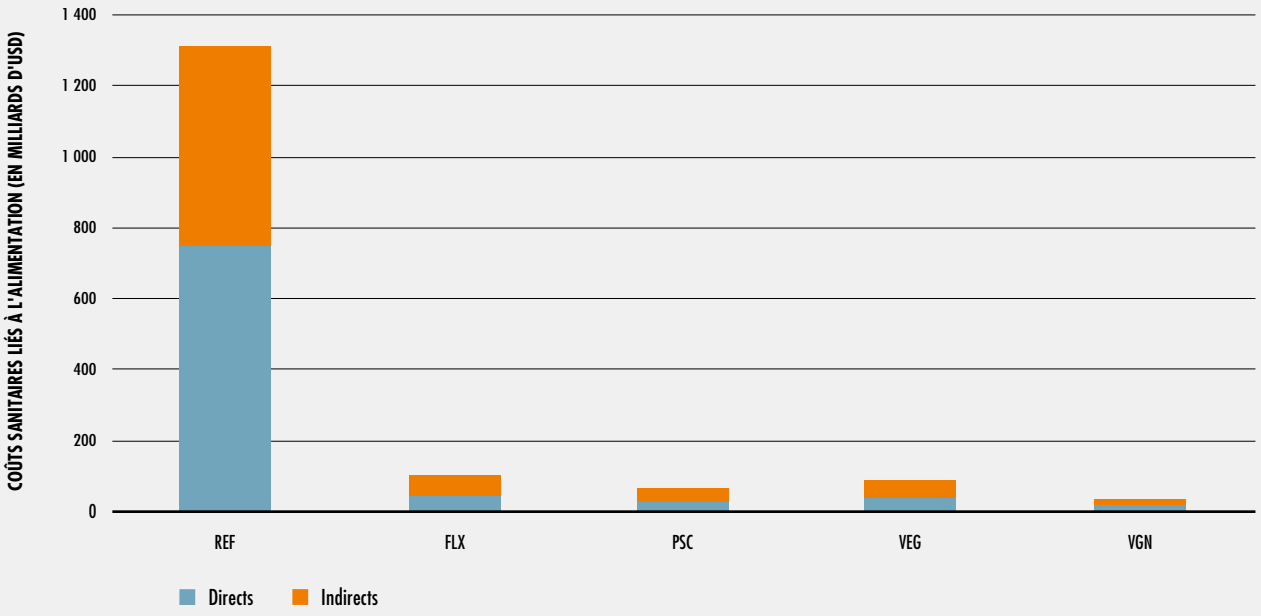
Composition : SSP
Dépôt légal : À parution © 2020

« L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde. Transformer les systèmes alimentaires pour une alimentation saine et abordable. », FAO, FIDA, OMS, PAM et UNICEF, 2020, *https://doi.org/10.460/ca9692fr* (extraits)

Document n° 7

[…]

FIGURE 34
L'ADOPTION DE L'UN OU L'AUTRE DES QUATRE RÉGIMES SAINS DE SUBSTITUTION RÉDUIRAIT CONSIDÉRABLEMENT LES COÛTS SANITAIRES LIÉS À L'ALIMENTATION D'ICI À 2030



NOTES: La figure montre les coûts sanitaires liés à l'alimentation en 2030 (en milliards d'USD), en distinguant les coûts directs des coûts indirects, selon les modes de consommation actuels (REF) et quatre régimes sains de substitution: flexivore (FLX), piscivégétarien (PSC), végétarien (VEG) et végétalien (VGN) (voir la note de bas de page y pour plus d'informations). Les coûts représentés couvrent 157 pays. Les coûts directs comprennent les frais médicaux et les dépenses de soins de santé directement associés au traitement d'une maladie spécifique. Les coûts indirects comprennent la perte de productivité correspondant aux jours ouvrables non travaillés et les coûts des soins de santé informels associés à une maladie spécifique. Les coûts sanitaires se rapportent aux quatre maladies liées à l'alimentation prises en compte dans l'analyse: maladies cardiovasculaires, accidents vasculaires cérébraux, cancer et diabète sucré de type 2. **(…)**

SOURCE: Springmann, M. 2020. *Valuation of the health and climate-change benefits of healthy diets*. Document ayant servi de base pour *L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2020*. Rome, FAO.

[…]

[…]

TABLEAU A7.1

DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE ACTUELLE DE RÉFÉRENCE (REF) ET DE QUATRE RÉGIMES ALIMENTAIRES SAINS DE SUBSTITUTION QUI INTÈGRENT DES CONSIDÉRATIONS DE DURABILITÉ (FLX, PSC, VEG ET VGN)

Scénario	Description	Sources
Référence (REF)	L'apport énergétique moyen au niveau mondial est estimé à 2 300 kcal par personne et par jour en 2010; la consommation par habitant est d'environ 354 g de fruits et légumes, 50 g de sucre, 28 g d'huile, 68 g de viande rouge, 31 g de volaille, 243 g d'œufs et de produits laitiers. 134 g de racines et de légumineuses, et 297 g de céréales **(…)**	Projections de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), ajustées du gaspillage et de la conversion en parties comestibles.
Flexivore (FLX)	Au max. 860 kcal/jour provenant d'aliments de base; 125 g/jour de légumineuses, de fruits à coque et de graines au min.; 500 g/jour de fruits et légumes au min.; 31 g/jour de sucre au max., 87 g/jour d'huile au max.; 43 g/jour de volaille et d'agneau au max., 13 g/jour d'œufs au max., 250 g/jour de lait au max.; 28 g/jour de poisson au min.	Habitudes alimentaires observées.
Piscivégétarien (PSC)	Variante du régime flexivore (FLX) dans laquelle les produits d'origine animale sont complètement remplacés par des produits à base de poisson **(…)** Les produits d'origine animale peuvent également être remplacés par une association de poisson ou de légumineuses et de fruits et légumes ou de céréales complètes, mais ces variantes ne sont pas traitées dans le présent rapport.	Habitudes alimentaires observées.
Végétarien (VEG)	Au min. six portions par jour de fruits et légumes (~660 g/jour), de légumineuses (~95 g/jour), pas de viande rouge, de volaille ni de poisson, sucre (~27 g/jour) et apport énergétique total recommandé pour une population modérément active (~2 100 kcal/jour) **(…)**	Habitudes alimentaires observées.
Végan (VGN)	Au min. sept portions par jour de fruits et légumes (~770 g/jour), de légumineuses (~110 g/jour), pas de viande rouge, de volaille, de produits laitiers, d'œufs ni de poisson, sucre (~27 g/jour) et apport énergétique total recommandé pour une population modérément active (~2 100 kcal/jour) **(…)**	Habitudes alimentaires observées.

NOTES: Le tableau décrit les cinq régimes alimentaires analysés dans la section 2.2. Voir la note de bas de page y pour en savoir plus sur les quatre régimes alimentaires sains de substitution.
SOURCE: Springmann, M. 2020. *Valuation of the health and climate-change benefits of healthy diets*. Document ayant servi de base à *L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2020*. Rome, FAO.

[…]

Note du jury : les renvois présents dans ce tableau n'ont pas été repris.

document n° 8

Plan « Generation Deeptech » présenté par BPI FRANCE le 30 janvier 2019, *https://www.bpifrance.fr/A-la-une/Actualites/Generation-Deeptech-5-ans-pour-faire-de-la-France-une-Deeptech-Nation-45514*
(extraits)

PRÉFACE

DE BRUNO LE MAIRE,
MINISTRE DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES

FRÉDÉRIQUE VIDAL,
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

AGNÈS PANNIER-RUNACHER,
SECRÉTAIRE D'ÉTAT AUPRÈS DU MINISTRE DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES

Investir dans l'innovation aujourd'hui, c'est préparer l'avenir et les emplois de demain.

En l'espace de quelques années, l'écosystème des startups en France a connu un développement sans précédent : plus de 10 000 startups ont émergé dans des secteurs d'activités très divers, démontrant le dynamisme et la créativité de nos entrepreneurs.

Fruit de ce formidable développement, les levées de fonds progressent rapidement : désormais au 2e rang européen, la France se rapproche à grands pas du Royaume-Uni.

L'État a accompagné ce bouleversement en investissant massivement en faveur de l'émergence et du développement des projets innovants et en stimulant les écosystèmes porteurs de ces innovations.

Il est désormais temps d'aller plus loin, en intensifiant les échanges entre le monde de la recherche et celui de l'entreprise, et en augmentant la vitesse du transfert de technologies : le temps qui sépare le passage de la découverte scientifique à la mise sur le marché doit changer d'échelle.

Acceptons aussi une plus grande prise de risque afin de repousser les frontières technologiques, à l'heure où émergent de nouvelles puissances qui investissent massivement dans le développement des très hautes technologies.

C'est le virage opéré d'emblée par le Gouvernement, qui fait de l'innovation de rupture une priorité. La création du Conseil de l'Innovation vise à bousculer les idées préconçues et faire émerger les initiatives qui constitueront la clé de voûte de l'innovation de demain, dans une perspective à la fois nationale et européenne. L'État investira 4,5 Md€ dans le financement de l'innovation de rupture ces 5 prochaines années, dont 1,6 Md€ de nouveaux moyens. Le Fonds pour l'Innovation et l'Industrie (F2I) contribuera chaque année à soutenir des grands défis sociétaux, afin de faire émerger les champions de demain et de répondre aux grands enjeux de notre époque. L'État confie à **Bpifrance** le soin de mettre en place un Plan Deeptech et renforce ses moyens de 70 M€ annuels. Nous avons également souhaité mettre en place un cadre réglementaire et administratif favorable. Trop de barrières, culturelles ou administratives, séparent encore la recherche et l'entreprise. L'objectif de la loi PACTE, c'est de les faire tomber, car le passage d'une idée qui prend vie en une innovation peut transformer la société, au bénéfice de l'ensemble des citoyens.

Ainsi, du laboratoire à l'usine du futur, les entrepreneurs de la deeptech bénéficieront d'un soutien de l'État et de son opérateur **Bpifrance** pour maturer leurs découvertes et leurs technologies, incuber leur projet d'entreprise, lever des fonds dès l'amorçage, développer leur produit et l'exporter partout dans le monde. Pour ces raisons, nous saluons l'initiative de **Bpifrance** qui, en construisant un référentiel commun pour tous les acteurs de la deeptech, contribuera à la formidable dynamique enclenchée par nos entrepreneurs, nos investisseurs, et l'ensemble des acteurs de l'innovation.

[...]

[...]

L'innovation
est partout

Elle se manifeste sous différentes formes, toutes pouvant être porteuses d'un changement plus ou moins radical dans les usages et les habitudes de consommation, la technologie, les réseaux de distribution, les modèles économiques, les produits. Elle est le facteur clé de la compétitivité et de la croissance de l'économie.

Il existe cependant une innovation particulière que l'on nomme **innovation de rupture** et qui va changer la courbe des performances de l'état de l'art. Elle se manifeste en tant qu'innovation de procédé qui bouleverse un marché établi, ou en tant qu'innovation de produit qui permet la création d'un nouveau marché.

Aujourd'hui comme hier, **l'innovation technologique de rupture trouve essentiellement son origine dans la recherche académique.** Les immenses avancées dans le traitement des données, l'intelligence artificielle, les biotechnologies, les nanotechnologies, l'informatique quantique, le stockage de l'énergie, contribuent à répondre aux défis sociétaux : transition énergétique, transports intelligents, santé pour tous, agriculture durable et lutte contre la faim…

Cette catégorie d'innovation technologique de rupture, que l'on appellera **« deeptech », repose de plus en plus sur les startups.**

En effet, elles bénéficient d'un accès plus abordable aux ressources technologiques, sont par nature plus agiles, et s'inscrivent dans un mouvement sociétal qui valorise de plus en plus l'entrepreneuriat

À leurs côtés, les **grands groupes** de l'hexagone sont indispensables. De plus en plus nombreux à mettre en place des politiques « d'open innovation », ils côtoieront les startups à travers des partenariats industriels, des programmes de co-développement, et leur offriront des opportunités de rachat.

Les startups de la deeptech, caractérisées par un risque technologique élevé, ont acquis une importance stratégique dans le paysage compétitif mondial. Elles représentent aujourd'hui **une catégorie à part sur laquelle tous les yeux sont braqués.**

[...]

zonebourse

Rechercher action, indice, devise, news, membre

BOURSE | ACTUALITÉS | ANALYSES | ÉMISSIONS | CONSEILS | PORTEFEUILL

L'application boursière la plus complète — S'abonner

Pherecydes Pharma : obtient 2ME de financement de BPI France

29/04/2021 | 18:28

Pherecydes Pharmaannonce aujourd'hui l'obtention d'un 'Prêt Garanti par l'Etat - Soutien Innovation' de 2 millions d'euros attribué par Bpifrance.

Ce prêt portant intérêts bénéficie d'un différé de remboursement d'un an et Pherecydes Pharma aura la possibilité, à l'issue de la première année, d'amortir le capital du prêt sur une durée allant jusqu'à 5 ans.

Guy-Charles Fanneau de La Horie, président du directoire s'est dit 'très heureux' de l'obtention de ce financement non dilutif.

pherecydes-pharma.com/produits-candidats/

PHERECYDES PHARMA

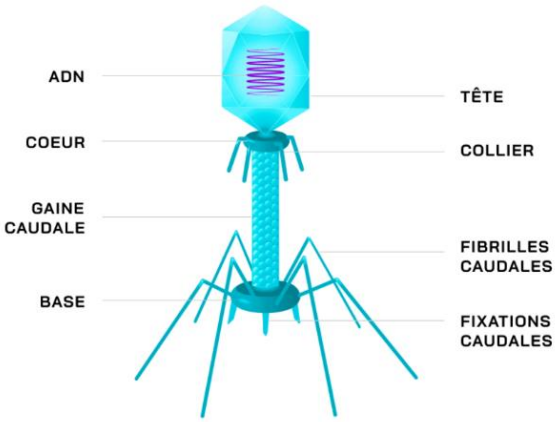
Produits candidats

NOS PHAGES COMBATTENT 3 BACTÉRIES RESPONSABLES DE PLUS DES DEUX TIERS DES INFECTIONS NOSOCOMIALES RÉSISTANTES.

Pherecydes développe aujourd'hui un portefeuille de 2 phages anti-*Staphylococcus aureus*, 4 phages anti-*Pseudomonas aeruginosa* et 5 phages anti-*Escherichia coli*.

pherecydes-pharma.com/les-phages/

PHERECYDES PHARMA



De quoi s'agit-il ?

Les phages sont des virus prédateurs naturels qui infectent exclusivement des bactéries. Ils n'infectent pas les cellules eucaryotes et sont donc inoffensifs vis-à-vis des humains, animaux, plantes, poissons...Ils sont présents dans tous les milieux aquatiques et terrestres et représentent l'espèce biologique la plus abondante sur Terre.

Les phages présentent de nombreuses qualités car ils offrent une excellente efficacité contre les bactéries, y compris les bactéries multi-résistantes aux antibiotiques, sont très bien tolérés du fait de leur haute spécificité et s'adaptent très rapidement aux mutations bactériennes tout en respectant le microbiote contrairement aux antibiotiques.