

SANTÉ DES PLANTES ET DES ANIMAUX, MALADIES ÉMERGENTES, ÉPIDÉMIOLOGIE

Note prospective stratégique

Sandrine Paillard, Bernard Cristofini, Patricia Auroy, Sébastien Carcelle,

Sommaire

Introduction

A - Les composantes

B - Les scénarios

C - Les enjeux et rôles pour l'INRA

Annexe 1- Auditions et participations à l'atelier de prospective

Annexe 2 - Bibliographie

Annexe 3 - Les facteurs d'aggravation du risque d'émergence de maladies et d'épidémies

Annexe 4 - L'usure de l'arsenal thérapeutique

Annexe 5 - Les acteurs institutionnels

Introduction

La présente note a été rédigée à partir d'une analyse documentaire (annexe 2), d'une série d'auditions et d'un atelier de prospective (annexe 1). Elle est construite selon le plan suivant :

- A. Identification des principales composantes susceptibles d'influencer, à l'horizon 2020, l'occurrence de maladies animales et végétales et l'ampleur de leurs conséquences économiques, sociales et humaines avec, pour chacune de ces composantes, différentes hypothèses d'évolution possibles ;
- B. Combinaisons d'états de ces composantes permettant de construire des scénarios des devenir possibles de la problématique ;
- C. Sur la base des scénarios, mise en évidence des enjeux et rôles pour l'INRA.

A - Les composantes

Diverses maladies liées à des agents pathogènes (virus, bactéries, parasites, champignons microscopiques, mycotoxines, algues, prions, etc.) peuvent affecter les plantes et les animaux, et parfois se transmettre à l'homme. Elles peuvent avoir des conséquences graves sur l'économie ou même la santé humaine. Si l'émergence ou la résurgence de maladies ne sont pas des phénomènes nouveaux, l'amplitude géographique, la vitesse de diffusion et la gravité des maladies posent aujourd'hui des questions et des enjeux nouveaux.

Quatre composantes ou grands ensembles de variables sont susceptibles d'influencer l'occurrence de maladies animales et végétales et l'ampleur de leurs conséquences :

1. Gravité des maladies émergentes et des épidémies
2. Capacités cognitives face aux maladies émergentes et épidémies
3. Gouvernance mondiale en matière de santé des plantes et des animaux
4. Articulation des rôles, en France, en matière de recherche, d'expertise, d'évaluation et de gestion des risques

Notations :

Chaque composante, numérotée de 1 à 5, est décrite par quelques variables qui en définissent les différents aspects, les variables étant notées 1.1), 1.2)...pour la composante 1, puis 2.1), 2.2)...pour la composante 2.....

Chacune de ces variables est décrite en indiquant une évolution possible à horizon 2020 ; si elle se produit, l'état de la variable est alors notée < + > ; il est noté < - > dans le cas contraire.

Partie C : Les notes de prospective stratégique

Les hypothèses d'évolution de la composante sont alors construites, notée 1H1, 1H2.... pour la composante 1, 2H1, 2H2... pour la composante 2... ; on indique à chaque fois la combinatoire d'états des variables constitutives de la composante qui définissent l'hypothèse.

Composante 1. Gravité des maladies émergentes et des épidémies

L'accentuation des risques d'occurrence de maladies émergentes (ou ré émergentes) chez les plantes et les animaux terrestres et aquatiques fait aujourd'hui l'objet d'un consensus. Elle tient à la mondialisation et à l'évolution des modes de vie et d'organisation économique qui en découle. En revanche, les questions concernant la gravité et la nature des maladies susceptibles de se développer demeurent controversées.

Principales variables constitutives de la composante :

- 1.1) La nouveauté et la virulence des agents pathogènes : sont considérés ici la capacité des virus à muter, des pathogènes à développer de nouvelles stratégies, ainsi que le caractère plus ou moins contagieux des maladies au sein d'une population (+,-).
- 1.2) Le franchissement de la barrière d'espèce : il s'agit ici de l'ampleur des possibilités de transmission des maladies des espèces végétales et animales vers l'humain (zoonoses) (+,-).
- 1.3) L'occurrence de désordres écologiques, tels que des incendies, des tremblements de terre ou encore des conflits armés et des attaques bio terroristes (+,-).

Hypothèses d'évolution de la composante :

- (1-H1) Dissémination de pathogènes nouveaux, virulents avec franchissement de barrières d'espèces vers l'homme (1.1 + ; 1.2 + ; 1.3 + ou -).
- (1-H2) Dissémination limitée de pathogènes à peu près connus (1.1 - ; 1.2 - ; 1.3 -).

Composante 2. Capacités cognitives face aux maladies émergentes et épidémies

Les progrès de la recherche dans les sciences du vivant, mais aussi dans d'autres disciplines permettant de comprendre les facteurs d'émergence et de diffusion des maladies (géographie, climatologie, sciences sociales, etc.) peuvent améliorer l'appréciation des risques associés aux maladies des plantes et des animaux ainsi que la capacité à concevoir des actions préventives et curatives. Ces progrès dépendent de l'efficacité de la recherche et des ressources qui lui sont attribuées, ainsi que des principes qui régissent les possibilités d'expérimentation.

Principales variables constitutives de la composante :

- 2.1) Les progrès des connaissances dans les champs disciplinaires de la santé animale et végétale (virologie, entomologie, épidémiologie, etc.) permettant de concevoir des réponses curatives (+,-);
- 2.2) Le développement de connaissances utiles à l'évaluation et à la gestion des risques permettant de concevoir des dispositifs préventifs (y compris de gestion des crises) (+,-).

Hypothèses d'évolution de la composante :

- (2-H1) La recherche produit des connaissances utiles pour faire face aux nouvelles maladies et pour concevoir des dispositifs de prévention (2.1 + ; 2.2 +),
- (2-H2) La recherche ne parvient pas à concevoir des thérapies ni à développer des connaissances utiles à la prévention (2.1 - ; 2.2 -)

Composante 3. Gouvernance mondiale en matière de santé des plantes et des animaux

Si aujourd'hui la gouvernance mondiale en matière de santé des plantes et des animaux se limite, pour l'essentiel, à une remontée des informations de surveillance au niveau des organisations internationales, elle est susceptible d'évoluer. Ainsi, les missions d'évaluation et de gestion des risques peuvent être assumées de façon isolée par chaque pays ou faire l'objet d'une plus grande coopération internationale et/ou d'une régulation supranationale.

Principales variables constitutives de la composante :

3.1) Existence d'une gouvernance mondiale sur les questions d'épidémies et de maladies émergentes reposant, en matière de régulation, sur les grands organismes internationaux (OIE, ONU, OMS, FAO...), et en matière de recherche, sur une mutualisation des moyens et des résultats (+,-).

3.2) Existence d'une gouvernance européenne sur les questions d'épidémies et de maladies émergentes reposant sur la Commission européenne, l'EFSA, l'EFSE ... en matière de régulation, et le PCRD en matière de recherche (projets intégrés, ERA-Net, etc.) (+,-) .

Hypothèses d'évolution de la composante :

- (3-H1) L'Europe partenaire d'une gouvernance mondiale (3.1 + ; 3.2 +)
- (3-H2) Absence de gouvernance supranationale et européenne : chaque pays agit seul (3.1 - ; 3.2 -)

Composante 4. Articulation des rôles, en France, en matière de recherche, d'expertise, d'évaluation et de gestion des risques

La configuration institutionnelle de l'articulation des fonctions de recherche, d'expertise, d'évaluation et de gestion des risques, peut prendre des formes variées selon les pays. Elle représente un équilibre particulier entre deux impératifs en tension : la séparation des fonctions pour garantir leur indépendance d'une part, et la mise en commun des informations et des connaissances, d'autre part. En France, ces articulations sont hétérogènes selon les sujets (animal, végétal, alimentation...) et en évolution ; la volonté de séparation des fonctions d'évaluation et de gestion des risques est à l'origine de la création de l'AFSSA en 1998. Dans le végétal, où les fonctions d'évaluation et de gestion des risques sont regroupées au Ministère de l'agriculture, une restructuration du même type est en cours de conception.

Principales variables constitutives de la composante :

4.1) Configuration institutionnelle des fonctions de recherche, d'expertise, d'évaluation et de gestion des risques : séparation entre les missions, qui sont réalisées dans des institutions différentes, ou intégration des missions de recherche, d'expertise, d'évaluation et de gestion des risques au sein d'institutions (+,-).

4.2) Degré de coordination et de coopération dans la réalisation des fonctions dans l'hypothèse de leur séparation institutionnelle (+,-).

Hypothèses d'évolution de la composante :

- (4-H1) Les diverses fonctions sont confiées à des organisations distinctes mais des mécanismes institutionnels efficaces d'articulation sont mis en place en matière de production et gestion des connaissances, notamment au travers de coopérations fortes sur les bases de données, l'épidémiologie et les banques d'échantillons, ainsi que sur l'identification (systématique et taxonomie) (4.1 +, 4.2 +).
- (4-H2) Les fonctions sont séparées et le niveau de coopération entre les fonctions est faible, empêchant une coordination efficace des activités de production des connaissances et de celles-ci avec la veille (surveillance du territoire) (4.1 + ; 4.2 -).

B – Les scénarios

1. Synthèse des hypothèses sur les composantes

Facteurs	Hypothèses	H1	H2
1. Gravité des maladies émergentes et des épidémies		1-H1) Des épidémies mondiales avec pathogènes nouveaux, virulents,	1-H2) Des épidémies ou maladies sans surprises
2. Capacités cognitives		2-H1) La recherche propose des réponses efficaces	2-H2) La recherche dépassée
3. Lieu d'exercice des fonctions régaliennes		3-H1) L'Europe partenaire d'une gouvernance mondiale	3-H2) Des pays isolés
4. Articulation des rôles en France entre recherche, évaluation et gestion des risques		4-H1) Séparation des fonctions avec coopération efficace	4-H2) Séparation des fonctions sans coopération

2. Scénarios envisageables

Un scénario d'ensemble est une combinaison d'états de chaque composante

I. Situation maîtrisée [1-H1/2, 2-H1, 3-H1, 4-H1] Les avancées scientifiques et institutionnelles au plan national et international permettent une maîtrise des maladies émergentes, la France y contribuant pleinement, dans le cadre européen ; la situation est maîtrisée même dans le cas d'émergence de pathogènes nouveaux et dangereux

II. Des risques élevés de maladies à fort impact [1-H1, 2-H2, 3-H2, 4-H2] Des risques importants liés aux maladies émergentes, face auxquels la recherche est impuissante et les nations, dont la France, incapables de coopérer

III. Un 'chacun pour soi', générateur de tensions [1-H1, 2-H1, 3-H2, 4-H1/2] Face à l'incapacité des Etats à coopérer pour mettre en œuvre des politiques de prévention, les réponses sanitaires existent, mais sont curatives et ne bénéficient qu'à certains pays ou certaines zones, ce qui crée des tensions fortes

IV. La France, partenaire peu dynamique [1-H1/2, 2-H1/2, 3-H1, 4-H2] La communauté internationale avance vers des réponses scientifiques et trouve des régulations efficaces, mais la France, par manque d'articulation entre capacités de recherche et bases de données sur les risques, n'est pas en capacité de développer suffisamment des approches épidémiologiques. De ce fait, elle ne contribue pas autant qu'il aurait été souhaitable à l'affirmation scientifique et géopolitique de l'Europe en ces domaines.

C - Les enjeux et rôles pour l'INRA

Une vision globale des risques...

L'accentuation des risques associés aux maladies des plantes et des animaux résulte de facteurs variés, associés aux évolutions des environnements écologiques et socio-économiques (tels que le réchauffement climatique, le développement des échanges, ou encore la modernisation des processus de production). La mission de gestion des risques, qui implique un ensemble varié d'acteurs (acteurs de la réglementation, agences d'évaluation des risques, professionnels des filières, recherche, etc.), doit donc, pour être efficace, reposer sur une évaluation globale et à long terme des risques afin de déboucher sur des actions efficaces, qui permettraient de mieux apprécier l'ensemble des coûts et des bénéfices associés à une action donnée.

... qui souffre de contradictions institutionnelles

Or, en France le cloisonnement entre les différents acteurs impliqués dans la gestion des risques (acteurs de la réglementation, agences d'évaluation des risques, professionnels des filières, recherche, etc.) ne permet pas de parvenir à une évaluation globale des risques. De plus, dans un contexte marqué par une moindre tolérance aux risques de la part de la société et une tendance à la judiciarisation, chacun des acteurs est tenté de reporter une part de responsabilité sur d'autres acteurs au détriment de la mission commune de gestion des risques. Par exemple, la réglementation en matière de santé des plantes et des animaux est de plus en plus contraignante, ce qui peut produire des effets pervers pour les autres acteurs impliqués, et in fine sur l'efficacité de la gestion des risques. Ainsi, l'INRA rencontre des difficultés à conduire des recherches sur des maladies des plantes qui ne sont pas (encore) sur le territoire dans la mesure où l'expérimentation en pleins champs sur ces maladies est la plupart du temps interdite. Par conséquent, l'INRA se trouve parfois dans l'impossibilité de remplir pleinement sa mission, qui est de produire des connaissances permettant au régalién de réagir le plus en amont possible face à une maladie.

1. Développer les interactions avec les acteurs de la santé des plantes et des animaux

La recherche produit des savoirs et des méthodologies en appui à l'évaluation des risques et permettant de mettre en œuvre des actions préventives et curatives. Or, la recherche dans le domaine de la santé des plantes et des animaux est une activité dont les progrès et l'apport à l'évaluation et à la gestion des risques reposent de façon déterminante sur des interactions fortes et coordonnées avec les autres acteurs impliqués. L'INRA doit donc développer ses interactions avec trois grands ensembles d'acteurs de la santé des plantes et des animaux 1) les autres acteurs de la recherche en France et dans le monde et 2) les institutions assurant des missions de type régalién et 3) les professionnels⁴⁸.

• Les partenariats de recherche

Le contexte de la recherche sur la santé des plantes et des animaux est marqué, d'une part, par une nouvelle configuration des risques, et d'autre part, par un effritement des ressources et des compétences dans les années 1990 du fait de la croyance selon laquelle les maladies des plantes et des animaux étaient en passe d'être maîtrisées. Face à ce contexte, les partenariats de recherche doivent avoir un double objectif :

1. atteindre une masse critique et assurer une bonne couverture globale des domaines de recherche de la santé des plantes et des animaux en évitant les redondances,
2. concevoir des projets de recherche communs afin d'assembler des connaissances et des compétences complémentaires (présentes dans différents organismes et différentes disciplines).

⁴⁸ Ne sont envisagés ici que les acteurs de la santé des plantes et des animaux ; il apparaît néanmoins important que la recherche dans ce domaine ne soit pas déconnectée des acteurs de la santé humaine du fait notamment des risques de zoonoses, ou encore des acteurs de la sécurité civile et militaire en raison des risques associés au bioterrorisme.

A l'égard du second objectif, le partage des domaines de recherche entre les différents instituts de recherche français ne peut plus avoir la même logique. Par exemple, la division du travail initiale entre le CIRAD (outre-mer) et l'INRA (métropole) doit aussi répondre aujourd'hui aux risques de développement des maladies du Sud dans le Nord du fait du développement des échanges et du changement climatique. Au-delà des institutions françaises, l'insertion européenne et internationale de l'INRA est un enjeu important en termes d'appropriation des connaissances et des méthodologies les plus en pointe.

- **Les relations avec les institutions assurant des missions de type régalien**

Les missions régaliennes concernent, d'une part, l'évaluation des risques, et d'autre part, la gestion des risques. La structuration de ces missions est actuellement différente en santé des animaux et en santé des plantes. Ainsi, l'évaluation et la gestion des risques sont séparées en santé animale depuis la création de l'AFSSA en 1998 alors que, dans le domaine des végétaux, la Protection des Végétaux (PV) (DGAL et services déconcentrés) assurent les deux missions (une restructuration est en cours de conception).

Si l'indépendance entre les missions de recherche, d'évaluation et de gestion des risques est une condition favorable à une gestion efficace des risques, les interactions entre les différents acteurs n'en sont pas moins déterminantes. En effet, d'un côté, l'évaluation et la gestion des risques s'appuient sur l'expertise des chercheurs en termes de compréhension des phénomènes et de méthodologies⁴⁹. D'un autre côté, la recherche a besoin des données collectées sur le terrain par les institutions en charge des fonctions régaliennes (notamment les bases de données et d'échantillons des laboratoires de références) afin de faire progresser les savoirs.

Faciliter la coopération entre la recherche et les acteurs du régalien passe certes par de « bonnes » relations institutionnelles mais aussi par le développement de relations structurelles. A cet égard, les chercheurs pourraient davantage contribuer à la formation des professionnels du régalien ; ceci permettrait une sensibilisation de ces derniers aux enjeux associés à l'émergence de maladies et, pour les chercheurs, un accès facilité à des données de meilleure qualité.

L'importance des relations entre l'INRA et l'AFSSA est renforcée par le fait que l'AFSSA conduit une activité de recherche ; la coordination des actions de recherche des deux institutions est donc déterminante. Ainsi, la montée en puissance récente de l'épidémiologie animale à l'INRA (dont les forces sont aujourd'hui du même ordre que celles de l'AFSSA) ne pourra être pleinement opérationnelle qu'à la condition d'une mise en place d'actions concertées, qui passe vraisemblablement par une clarification préalable des missions entre les deux organismes. L'insertion d'équipes INRA dans des projets de recherche européens, pour lesquels l'AFSSA est clairement perçue comme un acteur clé, repose sur des réponses communes ou, au moins, un positionnement concerté.

- **Les relations avec les professionnels**

Les relations avec les professionnels des filières de production végétale et animale permettent d'améliorer la réactivité de la recherche puisque c'est à leur niveau qu'émergent les maladies. Les pays qui se distinguent par la qualité de leur recherche en santé animale et végétale (les pays nordiques notamment) sont ceux dans lesquels la demande des professionnels vis-à-vis de la recherche est forte et explicite. Ceci se traduit par une élaboration en commun de questions de recherche, un financement important de la recherche par les professionnels et un meilleur accès aux données. Ces relations de coopération reposent là encore de façon déterminante sur la sensibilisation des professionnels, au travers de leur formation, aux enjeux de la recherche.

⁴⁹ Notons que l'apport de l'INRA à la réalisation des missions de type régalien pose le problème du statut de l'expertise et de sa valorisation.

2. Concevoir des dispositifs pour construire les bonnes questions de recherche

Les bénéfices potentiels pour l'INRA des interactions avec les différents acteurs de la santé animale et végétale sont de quatre ordres :

- 1) L'accès aux bases de données et aux banques d'échantillons,
- 2) L'accès aux connaissances et l'appropriation de nouvelles méthodologies,
- 3) L'amélioration des conditions de recherche à au moins deux égards :
 - appui financier de pouvoirs publics et de professionnels davantage sensibilisés aux enjeux de la recherche, participation au PCRD (pour lequel la santé animale et, dans une moindre mesure, végétale constitue une priorité) grâce à une meilleure insertion internationale.
 - possibilités d'expérimentation permettant à l'Institut de mieux remplir sa mission grâce à la sensibilisation des pouvoirs publics.
- 4) L'amélioration de l'efficacité en termes de construction des questions scientifiques puisque la coordination et les interactions entre les différents acteurs permettent une appréciation globale et à long terme des risques et peuvent ainsi contribuer à améliorer la pertinence du choix des questions scientifiques.

Le choix des questions scientifiques doit prendre en compte au moins trois principes. D'une part, étant donnée l'incertitude sur la nature des maladies susceptibles d'émerger et de se diffuser, il apparaît nécessaire de produire des connaissances qui soient suffisamment génériques pour répondre à un ensemble le plus large possible d'émergences. D'autre part, étant donnée la variété des facteurs qui expliquent les émergences et la diffusion des maladies, l'INRA doit valoriser sa capacité à mener des projets pluridisciplinaires. Enfin, le choix des questions de recherche de l'INRA ne peut pas être indépendant du choix des autres organismes de recherche et le partage des rôles doit permettre une couverture globale des risques, ainsi que des projets communs pour réunir des compétences complémentaires.

Par ailleurs, le choix des questions de recherche doit reposer sur un dispositif permettant la remontée de l'ensemble des informations pertinentes tirées des interactions avec les acteurs. Ce dispositif repose sur une veille stratégique et prospective en connexion forte avec les différents acteurs concernés par la gestion des risques. Il doit aussi reposer sur une capitalisation des connaissances que les chercheurs de l'INRA et les différents services d'appui à la recherche tirent de leurs interactions avec ces mêmes acteurs.

Enfin, le choix des questions de recherche est contraint par les financements de la recherche. Le financement sur projet, par l'Agence nationale de la recherche, le PCRD ou encore les professionnels, est déterminant. Cependant, les enjeux socio-économiques associés à la santé des plantes et des animaux et la temporalité de la construction des compétences et des outils nécessaires appellent un engagement financier stable et de long terme.

Annexe 1

AUDITIONS

Isabelle ALBOUY, DARESE – Affaires européennes

Gilles AUMONT, Chef du Département scientifique Santé animale

Jean-Marie AYNAUD, Chargé de mission

Jacques BARNOIN, Directeur UMR 346 Epidémiologie animale, Clermont-Theix

Laurent BOCHEREAU, DG Recherche, Commission européenne

Emmanuel CAMUS, CIRAD, Directeur du département Elevage et médecine vétérinaire

Bernard CHARLEY, Chef de département adjoint Santé animale, Directeur adjoint Virologie et Immunologie moléculaires, Jouy-en-Josas

Bernard CHARPENTIER, Directeur Mission Relations Internationales

Bernard CHEVASSUS AU LOUIS, Président, Museum National d'Histoire Naturelle

Christian DUCROT, Responsable Epidémiologie UMR 346 Epidémiologie animale, Clermont-Theix

Jean Marie ELSÉN, Directeur scientifique Animal et produits animaux

Jean Paul GONZALES, IRD, Directeur UR 034 maladies virales émergentes et système d'information, Co-directeur Centre de recherche sur les maladies virales émergentes Université Mahidol, Thaïlande

François HOULLIER, Directeur scientifique Plante et produit du végétal

Pierre LE NEINDRE, Direction scientifique Animal et produits animaux

Roland MASSE, Coordonnateur étude CNER « Recherches sur l'animal et santé de l'homme »

Xavier NASSIF, Directeur médical, Institut Pasteur

Guy PAILLOTIN, Secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture

Gérard PASCAL, Chargé de mission, Direction Scientifique Nutrition Humaine et Sécurité Alimentaire

Guy RIBA, Directeur général délégué

Pierre RICCI, Chef du Département scientifique Santé des plantes et environnement

Alain ROQUES, Chef du Département Ecologie des Forêts, prairies et milieux aquatiques.

Henri SEEGERS, UMR ENVN-INRA 708 Gestion de la Santé Animale, Département Santé animale.

Nicolas TRIFT, DARESE – Affaires européennes

Bernard VALLAT, Directeur général, Office International des Epizooties

Christian VALLIN, Chargé de mission

PARTICIPANTS A L'ATELIER

Gilles AUMONT, Chef du Département scientifique Santé animale, Tours

Patrice BINDER, Médecin Chef des services, IMASSA, Direction centrale Santé des Armées

Pascal BOIREAU, Directeur UMR 956 Biologie moléculaire et immunologie parasitaires et fongiques / BIPAR INRA – AFSSA – ENVA – Université Paris XII, Maisons Alfort

Emmanuel CAMUS, CIRAD, Directeur du département Elevage et médecine vétérinaire

Bernard CHARLEY, Chef de département adjoint Santé animale, Directeur adjoint Virologie et Immunologie moléculaires, Jouy-en-Josas

Christian DUCROT, Responsable épidémiologie, UMR 346 Epidémiologie animale, Clermont-Theix

Roland MASSE, Coordonnateur étude CNER « Recherches sur l'animal et santé de l'homme »

Alain POUPET, Département santé des plantes et environnement, Sophia Antipolis

Guy RIBA, Directeur général délégué

Ivan SACHE, UMR 207 Pathologie végétale et épidémiologie, Jouy-en-Josas

Henri SEEGERS, Directeur UMR 708 Gestion de la Santé Animale / INRA – ENV Nantes / Université Nantes, Nantes

Pierre SELLIER, Directeur scientifique, Direction scientifique Animal et produits animaux

Nicolas TRIFT, DARESE – Affaires européennes

Annexe 2

BIBLIOGRAPHIE

- CNER (Comité National d'Évaluation de la Recherche) *Recherche sur l'animal et la santé de l'homme*. La Documentation Française. Décembre 2002.
- Rapports annuels GEO sur l'avenir de l'environnement mondial*. www.unep.org/geo3/french/005.htm (sommaire). PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). Février 2002.
- Intergovernmental Panel Climate change*. www.ipcc.ch/. WMO-UNEP. 2001.
- Saluzzo J.-F., Vidal P., Gonzalez J.P. *Les virus émergents*. IRD Editions. 2004.
- Maladies virales émergentes : un défi pour la science*. Dossier « Les virus émergents » extrait du livre *Les virus émergents*. www.mpl.ird.fr/suds-en-ligne/fr/virales/virales.htm
- Sur la piste des nouveaux virus*. Journal du CNRS n° 170 – 171 mars/avril 2004. www2.cnrs.fr/presse/journal/1339.htm
- Les risques émergents au XXIe siècle – Un projet du programme de l'OCDE sur l'avenir*. OCDE. Septembre 2003.
- Research for a Secure Europe, Report of the Group of personalities in the field of Security Research*. European Communities. 2004.
- Professeur Didier Raoult. *Le rapport de mission sur le bioterrorisme*. 2003. www.sante.gouv.fr/html/actu/31_030708d.htm
- Virus sans barrière*. RDT info. Magazine de la recherche européenne. N° 39. http://europa.eu.int/comm/research/rtdinfo/39/01/print_article_301_fr.html. Novembre 2003.
- Action gouvernementale contre le risque épidémique*. Philippe Douste-Blazy, Ministre des Solidarités, de la Santé et de la Famille. Audition publique du 16 février 2005. Assemblée nationale. www.sante.gouv.fr/html/actu/33_050216pdb.htm
- Veille et sécurité sanitaires : évaluation de l'application de la Loi du 1^{er} juillet 1998 (N° 98-535). Recommandations présentées par M. Claude Saunier, Sénateur des Côtes d'Armor, rapporteur*. Assemblée nationale / Sénat / OPECST. 2005.
- Seegers H, Fourichon C. *Epidémiologie animale au « DSA INRA »*, Rapport établi pour le Département Santé Animale de l'INRA. UMR ENVN-INRA 708 Gestion de la Santé Animale. Juin 2004.
- Les collaborations scientifiques INRA-AFSSA en matière de Santé Animale*. Actes des Journées Scientifiques INRA-AFSSA, Maisons-Alfort les 16 et 17 mars 2005.
- Barnoin J. *Cadrage de la transversalité : Epidémiologie et risques émergents, de la ferme à la table*. Proposition d'orientation générale en vue de la première réunion du groupe d'animation transversal. INRA. Janvier 2001.
- Barnoin J. *Version 2 du projet de transversalité 2002-2004 « Epidémiologie et risques émergents (EpiEmerge) »*. INRA. Mai 2002.
- Barnoin J et Sache I. *Transversalité EpiEmerge, synthèses des réalisations 2004 et projets 2005*. INRA. Novembre 2004.
- Barnoin J et Vourc'h G. *Les maladies émergentes : un défi pour le développement durable des productions animales*. *INRA Productions Animales*, 17 (5), pp. 955-963, décembre 2004.
- Les zoonoses – Recherches à l'INRA*. Dossier n° 122 janvier – février 2005.

SITES internetInternational

www.oie.int : Office International des Epizooties (OIE)
www.who.int : Organisation Mondiale de la Santé (OMS)
www.fao.org : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture
www.wto.org : Organisation Mondiale du Commerce (OMC)
www.pnue.org : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

Europe

http://europa.eu.int/comm/research/index_fr.cfm (DG Recherche)
http://europa.eu.int/comm/agriculture/index_fr.htm (DG Agriculture)
http://europa.eu.int/health/index_fr.html (DG Sanco / santé humaine)
http://europa.eu.int/comm/health/ph_overview/strategy/ecdc/main_task_ecdc_en.htm : Centre de Prévention et de Contrôle des Maladies (nouveau) et Réseau de surveillance BSN (Basic Surveillance Network)
http://europa.eu.int/food/plant/index_fr.htm (DG Sanco / santé des plantes)
http://europa.eu.int/food/animal/index_fr.htm (DG Sanco / santé et bien être animal)
http://europa.eu.int/food/animal/diseases/strategy/index_en.htm : stratégie santé animale. Décembre 2004
www.efsa.eu.int : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments
www.medvetnet.org/ : réseau d'excellence « Qualité et sûreté alimentaires » 6^e PCRD.
<http://europa.eu.int/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/04/1499> : communication sur la plateforme technologique sur la santé des animaux lancée le 16 décembre 2004

France

www.recherche.gouv.fr : Ministère de la Recherche
www.sante.gouv.fr : Ministère de la Santé
www.sante.fr/presentation/htm/couv.htm : dispositif de veille et de sécurité sanitaire français
www.agriculture.gouv.fr : Ministère de l'Agriculture
www.clermont.inra.fr:8080/emrge/index.jsp : INRA Emergences

Etats-Unis

www.cdc.gov/ : Centers for Disease Control and Prevention

Grande-Bretagne

www.hpa.org.uk : health Protection Agency – Centre for infections

Annexe 3

Les facteurs d'aggravation du risque d'émergence de maladies et d'épidémies

Nous regroupons ici une série de facteurs d'aggravation potentielle dont beaucoup sont liés soit à la mondialisation elle-même sensu stricto, soit à l'évolution des modes de vie et de production qui en découle.

La croissance démographique: La population mondiale a plus que doublé depuis les années 1960. Ce fait, énorme en soi, a de quoi inquiéter en matière de fréquence et de gravité des épidémies pour qui pense aux propriétés élémentaires de régulation des écosystèmes. Même si les nouvelles prévisions laissent penser à une décroissance absolue, peut-être, à partir de 2050 de la population, on peut penser que les conséquences en matière de pathogénies à venir sont d'ores et déjà « dans les tuyaux ». Ajoutons en outre que le taux de croissance démographique baisse partout désormais, et que la population vieillie ainsi produite est plus vulnérable.

La concentration des populations végétales, animales et humaines : Les effets de cette fantastique croissance démographique sont fortement accentués par le phénomène de mégapolisation (villes de 10 millions d'habitants et plus), qui voit cette population s'agglutiner en immense ensembles, y compris dans le tiers-monde désormais. Autour de ces ensembles urbains gigantesques se concentrent aussi les élevages, et les cultures, avec des processus de production de plus en plus industriels, ce qui élimine certains risques mais en stimule d'autres. Quoi qu'il en soit, cette mise en contacts d'immenses réservoirs de population humaine avec d'immenses réservoirs de population animales favorise a priori les chances de franchissement des barrières d'espèce.

Le développement des transports, et des flux de personnes, d'animaux, de végétaux, et donc un développement sans précédent des flux de parasites, de vecteurs, de virus et bactéries. Associé à ce phénomène, le développement du tourisme et la mise en contact, soit par le défrichage et le tourisme, soit par l'importation de nouveaux animaux de compagnie (NAC) de populations non préparées avec des souches virales ou bactériennes insolites issues de la faune sauvage.

La création de poches de pauvreté au sein des pays du Nord, que certains attribuent à une redistribution des cartes liée à la mondialisation, est un autre phénomène qu'il ne faut pas négliger. Jusqu'à présent, les foyers classiques d'épidémie étaient considérés comme se concentrant dans les pays du sud, et tout spécifiquement l'Afrique et l'Asie. La pauvreté a fait désormais son apparition au cœur des métropoles de l'occident européen ou américain, et au Japon, bref, dans les pays du Nord. La masse de cette population pauvre, mal nourrie, mal soignée et mal suivie, de plus en plus souvent sans abri et peuplant les lieux à forte population (gares, centres commerciaux, métros etc.) représente un réservoir de pathogènes de toute sorte au cœur même de nos cités. On a vu ainsi apparaître une résurgence de la tuberculose, avec un bacille devenu microscopique et multi résistant, susceptible d'infecter la population urbaine... Ce phénomène, combiné à celui du changement climatique (voir ci-dessous) peut amener certaines villes du Nord à ressembler plus vite qu'elles ne l'auraient souhaité à leurs cousines du Sud...

Un usage parfois très intensif de produits phytosanitaires ou antibiotiques, ayant développé dans le passé nombre de formes résistantes, même si aujourd'hui on tente de corriger les plus forts excès. Tant en ce qui concerne les végétaux que les animaux, signalons que ce ne sont pas forcément les cultures ou les animaux de rente qui sont toujours les plus agressifs en terme d'usage de produits phytosanitaires ou d'antibiothérapie, lorsqu'on les compare aux jardiniers individuels ou aux animaux de compagnie. Un très important effet rebond pourrait du reste se produire si l'usage de l'antibiothérapie ainsi que de certains produits phytosanitaires devaient être beaucoup plus sévèrement réglementés, voire interdits, éventuellement à l'échelle européenne, où beaucoup de pays sont beaucoup plus sévères que le grand pays agricole qu'est la France. Comment ne pas s'attendre alors à l'émergence ou à la réémergence d'épidémies sur un cheptel ou des cultures qui ont perdu une bonne

part de leurs capacités de défense ? En particulier dans un contexte où des schémas de sélection animales et végétales ont trop longtemps sélectionné sur des caractères de rendement, et non de rusticité.

Le changement climatique global : Enfin, on peut penser que le réchauffement climatique global va favoriser l'éclosion de nouveaux pathogènes, tout simplement d'abord parce que la température deviendra plus clémente dans nombre de régions de la planète. C'est bien souvent le froid de l'hiver qui est le meilleur allié de la protection des cultures... Mais surtout parce que de nouvelles aires de répartition des vecteurs et parasites vont se dessiner, qui vont mettre en contacts des nouveaux hôtes et de nouveaux pathogènes qui ne l'avaient jamais été au paravent. On devrait voir fleurir de nouveaux couples hôtes pathogènes, et éventuellement de nouvelles mutations et adaptations, de nouveaux mécanismes de pathogénicité. Le parasitisme, en particulier, et tout spécialement lorsqu'il s'adresse à l'homme, pourrait flamber, ou au moins prendre des formes peu connues et peu prévues.

La montée du risque bio-terroriste et des désordres écologiques liés aux guerres : Les organisations terroristes disposent de fonds importants évalués à environ 1,5 Md \$ (Fondation pour l'innovation politique, compte-rendu du 5/10/2004), aujourd'hui insaisissables du fait de la dérégulation des marchés financiers internationaux. Une part importante de ces fonds aurait été convertie en Euros, depuis le Patriot Act en 2001. Le coût de la préparation d'une attaque bioterroriste apparaît dérisoire face à ces chiffres. Certains groupes terroristes se montrent par ailleurs capables désormais d'attirer des couches de la jeunesse de plus en plus diplômées et formées, notamment en biologie. Le danger au moins potentiel n'est donc pas totalement imaginaire, même si l'on estime qu'il est avant tout de nature politique. Le but ultime recherché serait la paralysie des flux et du système économique ; de ce point de vue, tant les productions végétales qu'animales peuvent être visées, sans parler des attaques directes sur la population humaine. De même ce peuvent être les flux d'importation qui soient visés, avec le même effet de déstabilisation du système d'échange mondial, et *in fine* d'asphyxie de l'économie visée. Actuellement, l'administration américaine n'arrive à contrôler que 4% à 5% des containers qui passent en douane. Il y a un équilibre à trouver concernant le coût du contrôle, qui peut devenir rapidement exorbitant et qui peut tuer lui aussi une économie. Cela peut questionner la recherche, et renvoie à la mise au point de capacités de diagnostic et de surveillance avancées (peu coûteuses, rapides et fiables).

De même, sans avoir à évoquer de risque à proprement parler bioterroriste, on remarque que les foyers de guerre, comme encore récemment dans le Kosovo et les Balkans, sont aussi des foyers de naissance et de dissémination des épidémies : la guerre détruit les moyens d'approvisionnement, et de lutte contre les pathologies végétales et animales, elle désorganise complètement la production et détruit les cloisons habituelles (troupeaux errants en contact les uns avec les autres, et avec la faune sauvage par exemple). Ajoutons que le nombre des conflits, même si ceux-ci restent relativement limités et locaux, ne diminue certes pas en tendance historique longue.

Annexe 4

L'usure de l'arsenal thérapeutique

Les antibiotiques : L'antibiothérapie utilisée peut-être trop largement les dernières décennies, et pas seulement ni même peut-être pas principalement en agriculture, mais aussi en médecine humaine, et dans les hôpitaux, (dont les effluents, comme en agriculture, finissent par être recyclés et consommés), montre aujourd'hui des limites inquiétantes : de nombreuses résistances sont apparues, et les maladies nosocomiales défrayent la chronique. Or, le rythme de découverte de nouvelles classes d'antibiotiques semble s'être considérablement ralenti : **la découverte d'une classe vraiment nouvelle d'antibiotiques devient exceptionnelle**, et cela nous laisse sans défense, à terme, face à la montée du risque épidémique et des résistances, chez l'animal, mais aussi et surtout chez l'homme.

Les antiviraux : Leur nombre est très restreint, ils couvrent très peu de cas d'infections virales, et la mise au point ou la découverte de nouveaux antiviraux est rare elle aussi. Les anti-viraux en effet s'attaquent aux propriétés fondamentales de reproduction du vivant, et les molécules retenues doivent être très spécifiques du virus visé pour ne pas avoir d'effet secondaire rédhibitoire sur tout l'organisme vivant. Or, tout comme les antibiotiques face aux bactéries, les antiviraux « s'usent », car des formes résistantes de virus mutants apparaissent très rapidement. Un très bon exemple est donné par l'incroyable opportunisme (rapidité de mutation) et polymorphisme dont fait preuve le virus du SIDA (protéine GP20), et l'apparition récente de cas multirésistants.

Les vaccins : S'ils existent déjà, lorsqu'il s'agit d'une variante d'un pathogène connu, comme la grippe dont on refait le vaccin chaque année, les vaccins peuvent être une voie royale. Mais sitôt qu'il s'agit d'une pathologie réellement nouvelle, ils peuvent être extrêmement longs à mettre au point, comme l'exemple en est donné à nouveau par le SIDA (plus de 20 ans, et toujours pas de vaccin). On ne pourrait sans doute pas penser lutter contre l'épidémie d'une pathologie vraiment nouvelle et foudroyante par la voie vaccinale. En revanche, toutes les connaissances acquises sur les mécanismes immunitaires peuvent se révéler précieuses pour stimuler ces derniers.

Les anti-parasitaires et les anthelminthiques en particulier : Les antiparasitaires en général concernent soit les protozoaires (amibes etc), soit les helminthes (vers), et parmi ces derniers les nématodes (vers ronds), « un des plus vastes ensemble de l'arbre du vivant avec au moins 500 000 espèces répertoriées dont 200 parasites » (Boiraud P., Cabaret J., 2005)⁵⁰. Les risques de développement des aires de dissémination de parasites nouveaux dans nos régions sont importants, du fait notamment du réchauffement climatique global. Les risques de passage à l'homme (zoonoses) ne sont pas nuls non plus (leishmanioses, echinococcoses...). Les difficultés rencontrées pour la mise au point de molécules de lutte contre ces parasites sont très semblables à celles évoquées pour les antibiotiques ou les antiviraux : L'adaptation des parasites les rends très vite inopérants (« usure »), alors que l'on ne dispose que de 3 à 5 classes de produits antiparasitaires pour les nématodes par exemple, et que la découverte d'une nouvelle classe est exceptionnelle, cela pas tant à cause de difficultés scientifiques que d'un retour sur investissement jugé insuffisant.

Les produits phytosanitaires et les OGM végétaux : Les pesticides représentent un marché de 30 milliards US\$, et 80% des pesticides seraient utilisés dans les pays en développement⁵¹. Les pesticides et anti-fongiques n'échappent pas non plus aux phénomènes d'adaptation et d'échappement au traitements de la part des insectes ravageurs ou des champignons affectant les cultures. Les plantes issues du génie génétique, qui peuvent parfois permettre de diminuer fortement les doses de produits phytosanitaires utilisés, peuvent pendant elles aussi provoquer des résistances.

Remarquons que de façon générale, et cela joue même pour les vaccins, toute formule de lutte contre les microorganismes, parasites ou champignons engendre automatiquement des phénomènes de

⁵⁰ Boiraud P., Cabaret J., 2005, « Parasitologie Mycologie Agents pathogènes vectorisés », in Les collaborations scientifiques Afssa/INRA en matière de santé animale

⁵¹ International Food Policy Research Institute, Vision 2020 pour l'alimentation, l'agriculture et l'environnement, septembre 1998

mutation et de résistance susceptibles de permettre l'émergence de pathogènes encore plus dangereux et virulents.

Remarquons aussi plus spécifiquement pour l'antibiothérapie, qui concerne la lutte contre les bactéries, que du fait de la capacité de ces dernières à s'échanger du matériel génétique, une fois qu'un gène ou groupe de gènes résistants a été sélectionné et fortement multiplié par un traitement antibiotique inadapté, on ne peut selon certains experts espérer la régression rapide du nombre de ces gènes lors de l'arrêt du traitement en cause, et en tout cas pas à des échelles de temps historique, seulement peut être à des échelles de temps évolutif... Lorsqu'un antibiotique a été « usé », il l'est selon ces experts, assez définitivement usé.

Annexe 5

Les acteurs institutionnels

1. Acteurs nationaux de la recherche en santé animale, végétale et humaine

Domaine Dimension	Humain	Animal	Végétal
Nationale	Institut Pasteur Universités de médecine et de pharmacie + CHU INSERM	INRA CIRAD IRD AFSSA IFREMER	INRA CIRAD IRD IFREMER

2. Acteurs de l'expertise et de la veille sanitaire en santé animale, végétale et humaine

Domaine Dimension	Humain	Animal	Végétal
Internationale	CNR & CCOMS (Centres nationaux de référence et collab. de l'OMS)	FAO OIE	FAO OIP
Européenne	EFSE EFSA BSN (bases de données) DG SANCO	EFSA DG SANCO	EFSA DG SANCO OEPP
Nationale	Institut Pasteur InVS AFSSAPS AFSSE AFSSA	AFSSA (bases données) DSV	PV (bases de données)

3. Acteurs de la gestion des risques en santé animale, végétale et humaine

Domaine Dimension	Humain	Animal	Végétal
Internationale	OMS (Réglement sanitaire international)	OMC OIE (Code sanitaire animal) FAO	OMC (Accord SPS) OIP FAO
Européenne	Commission européenne DG SANCO Parlement européen Conseil de l'Europe CEPCM (Centre européen de prévention et contrôle des maladies)	Commission européenne DG SANCO Parlement européen Conseil de l'Europe	Commission européenne DG SANCO Parlement européen Conseil de l'Europe
Nationale	Parlement Ministère de la Santé	Parlement Ministère de l'Agriculture	Parlement Ministère de l'Agriculture