

Programme *Foresight*

Maladies Infectieuses :
préparons l'avenir

Résumé Analytique

SERVICE SCIENCE ET INNOVATION

Ce rapport devrait être cité comme suit :

Programme *Foresight*. Maladies Infectieuses : préparons l'avenir.

Résumé Analytique.

Service Science et Innovation, Londres (2006).

Maladies Infectieuses : préparons l'avenir

Résumé Analytique

Ce rapport est destiné aux :

Responsables de l'élaboration de politiques concernant les maladies infectieuses humaines, animales et végétales. Ce rapport intéressera également un vaste éventail de professionnels mis en jeu dans la gestion sanitaire, des industriels et hommes d'affaires et des chercheurs dans les domaines des sciences naturelles et sociales. La perspective qui est adoptée est internationale, et les agences gouvernementales et organisations non gouvernementales du monde entier devraient donc également le trouver utile.

Ce rapport a été produit par les responsables du projet du programme *Foresight* du gouvernement du Royaume-Uni : Maladies Infectieuses: préparons l'avenir. Le programme *Foresight* est organisé par le Service Science et Innovation sous la direction du Conseiller scientifique en chef auprès du Gouvernement de Sa Majesté au Royaume-Uni. Le programme *Foresight* conçoit des visions stimulantes du futur afin que des stratégies efficaces soient assurément préparées dès maintenant.

Avant-propos

Les maladies infectieuses nous affectent tous. Leurs formes humaines ont un impact profond dans toutes les régions du globe, causant des décès prématurés et une incapacité. Dans certains pays, l'infection à VIH et le SIDA ont contribué à réduire l'espérance de vie à 40 ans environ. Les formes végétales et animales font barrière au développement économique et menacent également les écosystèmes.

J'ai commandité cette étude scientifique indépendante pour apprécier comment les menaces pathologiques futures pourraient évoluer au cours des 10 à 25 prochaines années et pour déterminer comment la science pourrait concourir à leur prise en charge - spécifiquement par la mise en place de nouveaux systèmes de détection, d'identification et de surveillance. L'étude a examiné la situation dans des nations industrialisées comme dans des pays en voie de développement, l'accent étant plus particulièrement placé sur l'Afrique sub-saharienne.

Je souhaite mentionner deux observations importantes. Premièrement, les maladies infectieuses sont diverses et dynamiques ; de nouvelles flambées surviennent fréquemment et des agents infectieux jusqu'alors inconnus émergent chaque année. Ce facteur témoigne de la nécessité de mettre en œuvre des politiques qui soient flexibles face à une menace en permanence évolutive, et qui puissent permettre de lutter contre un large spectre d'affections en puissance.

La deuxième observation se rapporte au fait que de nouveaux systèmes de détection, d'identification et de surveillance pourraient produire un changement radical dans notre aptitude à prendre en charge les affections à l'avenir. Toutefois, cette possibilité ne deviendra réalité que si ces nouveaux systèmes sont déployés en prenant soigneusement en compte les attitudes culturelles et les structures de gouvernance locales, et uniquement s'ils sont intégrés dans des mesures de maîtrise efficaces.

Je voudrais remercier personnellement les nombreuses organisations nationales et internationales qui ont collaboré à cette étude, ainsi que les quelque 300 experts de presque 30 pays qui y ont contribué. Les perspectives qu'ils ont envisagées sont à mon avis d'une envergure et d'une profondeur sans précédents. Les résultats offrent donc à la fois un faisceau considérable d'arguments reposant sur des analyses scientifiques et des idées innovantes qui devraient permettre aux parties prenantes de développer des politiques éclairées à l'échelon national comme international. En conséquence, j'ai le grand plaisir de communiquer les résultats complets et les conclusions du projet au bénéfice de tous.

Sir David King KB ScD FRS

Conseiller scientifique en chef auprès du Gouvernement de Sa majesté au Royaume-Uni et Directeur du Service Science et Innovation

Préface

Je suis ravi de recevoir de Sir David King ce rapport d'un projet international mené dans le cadre du programme *Foresight*. Il concrétise l'utilisation de l'excellence en matière scientifique pour informer les décideurs des politiques de gestion sanitaire qui sont requises à long terme.

Nous ne pouvons pas éliminer les risques que représentent les maladies infectieuses, mais nous pouvons essayer de les prendre en charge plus efficacement. C'est à ce niveau que de nouveaux systèmes de détection, d'identification et de surveillance peuvent jouer un rôle vital. En fait, ce projet a démontré que les systèmes futurs pourraient transformer notre aptitude à lutter contre cette menace évolutive - à la fois dans les pays industrialisés et dans ceux en voie de développement.

J'apprécie particulièrement la perspective élargie de ce travail - qui prend en considération les maladies futures chez l'être humain, les animaux et les végétaux. Les affections humaines et animales sont étroitement liées puisque de nombreux agents pathogènes sont susceptibles d'être transmis d'une espèce à une autre. Une relation étroite existe également entre le contrôle sanitaire du bétail et des cultures et la santé humaine en conséquence de l'impact sur le développement économique et les échanges commerciaux.

Le rapport de Sir David souligne le rôle clé que la science peut jouer à l'avenir dans la prise en charge des risques évolutifs. Toutefois, la science à elle seule ne suffit pas. Les responsables de l'élaboration des politiques et professionnels mis en jeu dans la gestion sanitaire sont confrontés à de nombreux problèmes et choix auxquels ils doivent s'atteler pour que les avantages tirés de ces développements soient maximaux. Il est utile que ce rapport expose quels sont ces problèmes et choix fondamentaux.

Je tiens à exploiter la ressource scientifique précieuse que ce projet représente. J'ai donc travaillé en collaboration avec des acteurs et partenaires clés d'organisations nationales et internationales pour faire progresser ces recommandations. Ce projet décrit les premières étapes, expliquant comment les observations peuvent être utilisées pour développer des politiques et des stratégies d'investissement éclairées. Je suis particulièrement satisfait que de nombreuses actions soient déjà bien en main.

Willy Bach

Secrétaire d'État (Lords) chargé de l'agriculture durable et de l'alimentation.
Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales

Sommaire

1 Introduction

2 La menace des maladies infectieuses - aujourd'hui et à l'avenir

- Q1 Quelle menace les maladies infectieuses posent-elles à l'heure actuelle ?
- Q2 Quelle vision nos dirigeants mondiaux ont-ils pour les maladies infectieuses à l'avenir ?
- Q3 Comment la menace pourrait-elle évoluer au cours des 25 prochaines années ?
- Q4 Quelles sont les épidémies majeures qui sont susceptibles d'émerger à l'avenir, et quel pourrait être leur degré de sévérité ?
- Q5 Quels sont les facteurs qui détermineront les changements de risque ?
- Q6 Quel impact le changement climatique pourrait-il avoir sur les maladies infectieuses ?

3 Options de réponse aux défis futurs - systèmes de détection, d'identification et de surveillance (DIS)

- Q7 Pourquoi est-il probable que les systèmes de DIS seront importants pour la gestion sanitaire à l'avenir ?
- Q8 Quels sont les avantages en puissance des futurs systèmes de DIS ?
- Q9 Quels sont les facteurs qui ont l'influence la plus marquée sur la mise en place efficace des futurs systèmes de DIS ?

4 Choix fondamentaux pour les responsables de l'élaboration de politiques

- Q10 Quels sont les choix stratégiques dont dépendent la gestion sanitaire et les systèmes de DIS futurs ?
- Q11 Quels sont les choix en matière de gouvernance et de réglementation ?
- Q12 Quels sont les choix en matière de normes et d'interopérabilité ?
- Q13 Comment pouvons-nous exploiter au mieux les percées exogènes ?
- Q14 Quels sont les choix fondamentaux pour l'Afrique ?
- Q15 Quelles sont les implications pour la science ?
- Q16 Quelles sont les implications pour la technologie et les systèmes ?
- Q17 Quelles sont les implications en termes de capacités et compétences ?
- Q18 Quelles sont les implications en termes de mobilisation du public ?
- Q19 Quelles sont les étapes suivantes ?

Annexe A : Liste des experts qui ont contribué au projet

Annexe B : Détails des études effectuées dans le cadre du projet

Annexe C : Structure des rapports concernant le projet et des publications à l'appui

1 Introduction

Le but du projet

Le but du projet est d'utiliser les compétences scientifiques les meilleures de celles disponibles pour évaluer les menaces infectieuses¹ dans les espèces humaine, animales et végétales durant les 10 à 25 prochaines années ; et d'élaborer une vision pour leur prise en charge, spécifiquement au moyen de systèmes de détection, d'identification et de surveillance.

Une approche internationale :

Bien que le Service Science et Innovation du Royaume-Uni ait commandité cette recherche, le projet a fait intervenir plus de 300 experts et acteurs et partenaires de pointe de presque 30 pays, ainsi que de nombreuses organisations internationales.

Un regard scientifique indépendant :

Les recommandations sont le résultat d'analyses scientifiques indépendantes - elles ne représentent pas les politiques des gouvernements ni de toute autre organisation ayant participé au projet.

Une perspective particulièrement élargie :

Cela distingue ce projet du programme *Foresight* d'autres études :

- Ce projet a examiné les maladies dans l'ensemble des espèces humaine, animales et végétales.
- Il a fait intervenir des experts de diverses disciplines - des sciences sociales à la génomique, et de l'observation de la Terre à l'épidémiologie.
- Il a comparé la situation dans les pays industrialisés et ceux en voie de développement - l'Afrique sub-saharienne et le Royaume-Uni ayant servi d'exemples.

¹ Dans ce rapport, l'expression « maladies infectieuses » englobe les maladies dues à des infections par des agents transmissibles tels que des virus, bactéries, champignons et parasites.

Pourquoi l'étude était-elle nécessaire ?

En dépit de certains succès notables, les maladies infectieuses sont loin d'être vaincues. De nouveaux systèmes de détection, d'identification et de surveillance (DIS) pourraient transformer notre aptitude à prendre en charge la menace - mais ceci dépendra d'une manière cruciale des décisions prises aujourd'hui. Quelles sont les options, et quelles sont leurs implications ?

Les sociétés se sont efforcées de prendre en charge les maladies existantes au cours des dernières décennies, période durant laquelle nous avons en même temps assisté à l'émergence d'une succession d'agents pathogènes nouveaux et non conventionnels comme le VIH, l'agent de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) et le virus de la mosaïque du manioc. L'émergence de souches pharmacorésistantes a aggravé la menace.

La science est un outil puissant dans cette lutte. Pour ce projet, nous l'avons exploitée pour analyser comment les risques pourraient évoluer durant les 10 à 25 prochaines années, et pourquoi. Et cette approche a fourni une vision d'une nouvelle technologie pour notre arsenal - des systèmes de DIS qui pourraient aboutir à un changement radical de nos capacités.

La concrétisation des avantages dérivés de ces nouveaux systèmes dépendra toutefois de nombreux choix difficiles - pour les gouvernements, pour les organisations parties prenantes et pour le public. Les questions relevant de la réglementation, de la gouvernance, de l'éthique et des libertés civiques auront toutes une importance majeure.

La définition de « détection, » d'« identification » et de « surveillance » (DIS)

Les flambées de maladies infectieuses peuvent se propager rapidement, avec des répercussions énormes sur la santé et les moyens d'existence. La meilleure stratégie est d'enrayer leur propagation à un stade précoce ou d'empêcher leur survenue.

Pour y parvenir, nous faisons appel à une **détection** très précoce des maladies ou des agents qui les causent. Une **identification** rapide et exacte de ces agents est essentielle pour que nous puissions enrayer les flambées en introduisant la mesure de contrôle qui s'impose, par exemple en utilisant des antimicrobiens ou des vaccins. Cela est particulièrement vérifié à l'émergence de maladies entièrement nouvelles, situation dans laquelle nous nous trouvons dans une course contre la montre pour développer des modalités d'enrayement alors que la maladie continue de se propager. Face à une flambée ou dans le cadre des programmes de lutte, ces mêmes systèmes de détection et d'identification pourront être exploités pour la **surveillance** d'un problème connu, dont l'importance est énorme puisqu'elle nous indique où concentrer nos efforts.

2 La menace des maladies infectieuses - aujourd'hui et à l'avenir

- Q1 Quelle menace les maladies infectieuses posent-elles à l'heure actuelle ?
- Q2 Quelle vision nos dirigeants mondiaux ont-ils pour les maladies infectieuses ?
- Q3 Comment la menace pourrait-elle évoluer au cours des 25 prochaines années ?
- Q4 Quelles sont les épidémies majeures qui sont susceptibles d'émerger à l'avenir, et quel pourrait être leur degré de sévérité ?
- Q5 Quels sont les facteurs qui détermineront les changements de risque ?
- Q6 Quel impact le changement climatique pourrait-il avoir sur les maladies infectieuses ?

2 La menace des maladies infectieuses - aujourd'hui et à l'avenir

Ce chapitre examine comment la menace des maladies infectieuses pourrait évoluer durant les 10 à 25 prochaines années, l'époque actuelle représentant les conditions de départ. Nous envisagerons la situation au Royaume-Uni et en Afrique sub-saharienne et nous considèrerons également les facteurs déterminants responsables des changements des risques.

Les principales catégories de maladies futures sont identifiées, l'accent étant notamment placé sur les affections nouvelles et émergentes. Ces dernières sont particulièrement inquiétantes, car elles sous-entendent qu'il est nécessaire que les politiques de gestion sanitaire soient à la fois flexibles et adaptables.

Nous examinerons également l'effet des changements climatiques sur un horizon de 75 ans.

2 La menace des maladies infectieuses - aujourd'hui et à l'avenir

Q1 Quelle menace les maladies infectieuses posent-elles à l'heure actuelle?

Les maladies infectieuses humaines nous menacent tous à l'heure actuelle - et elles peuvent, avec notre concours, traverser le globe en quelques heures. À l'échelon mondial, elles sont responsables de plus d'un cinquième des décès humains et du quart de la morbidité. Elles affectent les démunis d'une manière disproportionnée - dans certains pays d'Afrique, elles ont contribué à réduire l'espérance de vie à 40 ans environ.

Quand des maladies attaquent les cultures ou le bétail, elles peuvent saper le développement économique et causer une crise humanitaire. Des pathologies végétales sont à l'origine de 10-15 % des pertes de production agricole dans le monde, et elles frappent particulièrement durement les pays en voie de développement. Les maladies du bétail ont également un impact dans les pays riches - la flambée de fièvre aphteuse qui a sévi en 2001 au Royaume-Uni a coûté près de 7 milliards de livres - un montant qui dépasse celui que le National Health Service, l'équivalent britannique de la Sécurité sociale, consacre chaque année à la prise en charge de l'ensemble des maladies infectieuses humaines.

Le Tableau 2.1 fournit une indication de l'ampleur de l'impact des maladies infectieuses sur l'homme, les animaux et les cultures. Ces chiffres ne peuvent toutefois pas communiquer les conséquences humaines dévastatrices associées à une famine ou aux déplacements de populations. Le VIH à lui seul a créé plus de 3 millions d'orphelins en Afrique sub-saharienne.

Outre les maladies « classiques, » des formes inconnues sont également en émergence dont certaines sont associées à des problèmes sanitaires nouveaux et graves. Citons par exemple le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) chez l'homme et l'ESB chez le bétail. Le développement de souches pharmacorésistantes est aussi un problème - nous pensions être sur le point de gagner la lutte contre la tuberculose il y a 20 ans, mais des souches résistantes aux médicaments ont maintenant émergé.

Les maladies animales peuvent causer des pertes économiques importantes dans les pays industrialisés (Tableau 2.1), mais leurs effets les plus sévères sont rapportés en Afrique sub-saharienne, où leur fardeau est le plus lourd au monde. L'élevage agricole représente 25 % du produit national brut global des pays de cette région, où 12 des 15 principales maladies animales épidémiques du monde sont endémiques [affections répertoriées sur l'ancienne Liste A de l'Organisation mondiale de la Santé animale, ou OIE (Office international des

épizooties)]. En revanche, toutes ces maladies sont exotiques au Royaume-Uni.

Quatre denrées alimentaires de base - riz, maïs, blé et pommes de terre - constituent la moitié de la production agricole vivrière mondiale. Les maladies épidémiques qui les affectent peuvent poser des menaces planétaires, mettant en péril les approvisionnements alimentaires et la sécurité économique à l'échelon national. La réémergence récente de la rouille des tiges du blé et à sa propagation en Afrique orientale, qui ont eu un impact dévastateur au 20^e siècle, illustrent ce type de menace.

Tableau 2.1 : Exemples de l'impact de maladies humaines, animales et végétales

Mortalité associée aux maladies humaines majeures - taux mondiaux en 2004					
[d'après l'Annexe statistique du Rapport 2004 de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS)]					
Infections respiratoires basses	VIH/SIDA	Maladie diarrhéique	Tuberculose	Paludisme	Infections infantiles²
6,8 %	4,9%	3,2 %	2,7 %	2,2 %	2,0 %
4,0 millions	2,8 millions	1,8 million	1,6 million	1,3 million	1,1 million

Exemples de flambées de maladies animales, et coûts associés					
ESB, Royaume-Uni 1996/1997	Fièvre aphteuse, province de Taiwan, Chine 1997	Peste porcine classique, Pays-Bas 1997/1998	Fièvre aphteuse, Royaume-Uni 2001	Grippe aviaire, Vietnam 2003/2004	Grippe aviaire, Pays-Bas 2003
2,3 billions de livres	4 billions de livres	1,4 billion de livres	7 billions de livres	0,32 billion de livres	0,4 billion de livres

Exemples de flambées de maladies végétales, et coûts associés			
Flétrissure bactérienne du maïs, États-Unis 1970	Rouille du soja, Brésil 2001-2004	Virus de la rosette de l'arachide, Afrique subsaharienne de 1900 à nos jours	Mosaïque du manioc, Ouganda 1990-2000
Pertes atteignant 0,6 billions de livres en une seule année	Pertes accumulées atteignant 3 billions de livres depuis son introduction en 2001	15 épisodes, avec des pertes atteignant 200 millions de livres par épidémie	Pertes annuelles dues à ce nouveau variant atteignant 40 millions de livres

² Coqueluche, poliomyélite, diphtérie, rougeole et tétanos

Q2 Quelle vision nos dirigeants mondiaux ont-ils pour les maladies infectieuses ?

Les huit objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) fixés par l'ONU définissent la vision du monde à laquelle nos dirigeants souhaiteraient parvenir d'ici 2015. Les maladies infectieuses affectent d'une manière cruciale quatre de ces objectifs, qui se rapportent à la santé humaine, aux approvisionnements alimentaires et au développement économique. Dans ces domaines, les progrès ont été médiocres : En Afrique, la situation est demeurée inchangée ou a même empiré. Dans l'ensemble du monde, de nombreuses cibles individuelles ne seront pas atteintes en temps voulu.

Le Tableau 2.2 détaille le stade actuel des progrès entrepris pour atteindre les cibles fixées pour quatre OMD qui sont particulièrement pertinents aux maladies infectieuses - nous avons sélectionné trois régions géographiques pour effectuer des comparaisons. Le code couleur fournit une indication de la progression et de la probabilité pour que les objectifs en question soient réalisés d'ici 2015 si les tendances actuelles persistent.

Non seulement le nombre d'OMD qui ont un lien avec les maladies infectieuses est-il frappant, mais aussi le nombre pour lesquels le retard actuel est tel que leur succès est compromis. Cette observation plaide fortement en faveur d'une réévaluation du rôle et de la priorité accordés à la gestion des maladies infectieuses dans la poursuite des OMD.

Tableau 2.2 : Progression de la poursuite des objectifs du Millénaire pour le développement qui se rapportent aux maladies infectieuses

Source : Objectifs du Millénaire pour le Développement de l'ONU (Septembre 2005) : Bilan de la progression (DPI/2363 Rev.2, Septembre 2005).

Objectif du Millénaire pour le développement	Cible spécifique	Afrique sub-saharienne	Asie du Sud	Europe
Objectif 1 : Éradiquer la pauvreté et la faim extrêmes	Réduire de moitié la pauvreté extrême			
	Réduire de moitié la faim extrême			
Objectif 4 : Réduire la mortalité infantile	Réduire de deux tiers le taux de mortalité chez les moins de 5 ans			
Objectif 5 : Améliorer la santé maternelle ³	Réduire de trois quarts le taux de mortalité maternelle			
Objectif 6 : Combattre le VIH, le paludisme et d'autres maladies	Stopper la propagation du VIH/SIDA et faire reculer la pandémie			
	Stopper la propagation du paludisme et faire reculer la pandémie			
	Stopper la propagation de la tuberculose et faire reculer la pandémie			

Aucune progression, ou détérioration ou recul.	La cible ne sera probablement pas atteinte d'ici 2015 si les tendances existantes persistent.	La cible sera probablement atteinte d'ici 2015 si les tendances dominantes persistent ; ou la cible n'est pas considérée comme étant importante dans la région en question.
--	---	---

Q3 Comment la menace pourrait-elle évoluer au cours des 25 prochaines années ?

Bien qu'une grande incertitude règne quant au futur, nous devrions nous attendre à ce qu'un grand nombre des maladies infectieuses humaines et animales majeures demeurent en règle générale importantes - en fait, il est possible que certaines, par exemple l'infection à VIH, n'atteignent pas un pic avant plusieurs décennies. Cependant, nous devrions aussi nous attendre à ce que diverses maladies continuent d'émerger ou de réémerger. Une transmission des maladies infectieuses entre les espèces animales sauvages et domestiquées et l'homme persistera.

L'émergence de souches résistantes aux médicaments (en ce qui concerne les maladies humaines et animales) et aux biocides (en ce qui concerne les maladies végétales) sera particulièrement importante - ainsi

³ Les données disponibles pour la mortalité maternelle ne se prêtent pas à une analyse des tendances. La progression représentée dans ce tableau a été évaluée par des agences responsables en utilisant des indicateurs de substitution.

que la propagation de maladies dans de nouvelles régions en conséquence de l'augmentation des déplacements, de la migration et des échanges commerciaux.

La vaste majorité des maladies infectieuses humaines émergentes et réémergentes ont pour origine des sources animales. Nous pouvons donc nous attendre à ce que le réservoir animal, particulièrement la faune sauvage, représentera une source permanente majeure d'agents infectieux pour le bétail comme pour les populations humaines. Ce phénomène est la conséquence des incursions dans les habitats naturels et des échanges commerciaux de viande (pour l'alimentation) et d'animaux exotiques (vendus comme animaux de compagnie).

Le VIH, la tuberculose et le paludisme continueront d'imposer un fardeau énorme sur la santé publique, notamment dans les pays en développement, et ces affections deviendront peut-être plus difficiles à maîtriser. Il y a 20 ans par exemple, nous pensions être sur le point de gagner la lutte contre la tuberculose. Mais cette maladie est réémergente sous la poussée de l'épidémie de VIH et de l'apparition d'une résistance aux médicaments. Les maladies épidémiques telles que la grippe resteront une menace, et de nouvelles pathologies continueront d'émerger. À l'heure actuelle, nous identifions chaque année un ou deux nouveaux agents pathogènes pour l'homme. La plupart des agents pathogènes nouveaux ont pour origine des réservoirs animaux.

En ce qui concerne le bétail au Royaume-Uni, nous estimons que certaines maladies importantes demeureront endémiques, par exemple la tuberculose bovine. Il existe en outre de nouvelles maladies qui n'ont pas encore été maîtrisées, comme le syndrome dysgénésique et respiratoire du porc. La possibilité pour que des pestes majeures du bétail telles que celles recensées en Afrique soient introduites dans d'autres régions à l'avenir soulève également des inquiétudes. En Afrique, il est probable que les maladies animales qui demeureront importantes comprendront la pleuropneumonie contagieuse bovine, la peste des petits ruminants et la fièvre aphteuse - cette dernière étant la plus transmissible et l'obstacle le plus considérable à l'accès des pays de l'Afrique sub-saharienne au marché international.

En ce qui concerne les espèces végétales, des indications suggèrent que la propagation de nouvelles maladies dans des pays jusqu'alors indemnes a lieu à un taux croissant. Le nombre de maladies végétales, qui est établi chaque décennie, a augmenté au cours du siècle dernier en Europe. Ce phénomène n'a pas été rapporté en Afrique, peut-être parce que ce continent n'a pas encore subi des flambées de nouvelles maladies attisées par les échanges commerciaux. Une autre explication plus inquiétante est que la capacité des pays d'Afrique à les détecter ou les diagnostiquer a diminué durant le siècle dernier. Outre l'introduction de pathologies nouvelles, des maladies végétales virulentes et non conventionnelles se développent en résultat d'un mélange et de l'évolution des souches locales, comme dans le cas de la mosaïque du manioc en Afrique.

Huit catégories de maladies futures importantes

Les experts qui ont contribué au projet ont identifié huit classes de maladies qui auront à leur avis une importance particulière durant les 10 à 25 années à venir et pour lesquelles les futurs systèmes de DIS ont la possibilité de faire une différence. Cette liste n'est assurément pas complète, mais elle a été compilée sur des bases solides et elle illustre la diversité des défis futurs que ces maladies représentent en matière de gestion sanitaire :

1. Nouvelles espèces pathogènes et nouveaux variants
2. Agents pathogènes qui acquièrent une résistance
3. Maladies qui sont transmises d'espèces animales à l'homme (zoonoses)
4. VIH/SIDA, tuberculose et paludisme
5. Maladies épidémiques des végétaux
6. Infections respiratoires aiguës
7. Infections transmises sexuellement
8. Maladies animales qui traversent les barrières nationales (« transfrontières »)

Q4 Quelles sont les épidémies majeures qui sont susceptibles d'émerger à l'avenir, et quel pourrait être leur degré de sévérité ?

Personne ne sait quelles sont les maladies majeures qui sont susceptibles d'émerger à l'avenir - l'infection à VIH et l'ESB étaient des maladies nouvelles qui nous ont pris au dépourvu. Il faut que nous élaborions des politiques flexibles qui nous permettent de faire face à l'imprévu. La science aura fait des progrès et nous offrira peut-être certaines indications d'un danger imminent, mais un événement inhabituel détecté dans le cadre d'un système de veille sanitaire pourrait représenter le premier signe évocateur d'une épidémie majeure.

La propagation des agents pathogènes responsables d'épidémies majeures est souvent rapide. Néanmoins, des pathologies non conventionnelles à propagation lente qui ne se manifestent par aucun symptôme pendant de nombreuses années peuvent avoir un impact tout aussi catastrophique - l'infection à VIH en est un bon exemple. Nous ne savons pas combien de maladies de ce type ont déjà émergé et existent à un état latent dans les populations humaine et animales.

Les maladies nouvelles majeures affecteront de manières très différentes les pays industrialisés et ceux en voie de développement. Dans ces derniers, les maladies nouvelles pourraient se propager sans restriction compte tenu du manque de ressources élémentaires pour la gestion sanitaire, ne serait-ce que pour les pathologies existantes. De même, et en ce qui concerne les formes végétales, l'incapacité à éradiquer une maladie d'un pays pourrait porter

préjudice à son développement économique et à ses échanges commerciaux.

Dans le monde industrialisé, le danger réside dans le fait qu'une épidémie majeure pourrait atteindre un point critique au-delà duquel les services essentiels et les affaires seraient compromis. Nous expliquerons plus loin dans ce rapport comment les futurs systèmes de DIS pourraient jouer un rôle important dans le cadre de stratégies de gestion sanitaire à plus vaste échelle et contribuer à empêcher que ces « points de bascule » ne soient atteints.

Q5 Quels sont les facteurs qui détermineront les changements de risque ?

En ce qui concerne les maladies humaines, animales et végétales, la virulence des agents pathogènes mis en jeu et la facilité avec laquelle ils se transmettent ne sont pas les seuls facteurs déterminants. La manière dont la maladie interagit avec la structuration des comportements et les mouvements humains et nos modes de gestion du bétail et des cultures sont également cruciaux. Certaines des nouvelles menaces à venir pourraient donc résulter tout autant de modifications des comportements humains et des pratiques d'élevage et de culture que de l'émergence de nouveaux agents pathogènes à partir de réservoirs sauvages.

Nous avons établi que plusieurs facteurs socio-économiques sont uniformément importants au Royaume-Uni et en Afrique et dans l'ensemble des mondes humain, animal et végétal :

L'augmentation des déplacements, de la migration et des échanges commerciaux : Ces facteurs favorisent la dissémination de maladies existantes à de nouvelles populations et régions et ils facilitent également l'émergence d'affections nouvelles en amenant différentes populations en contact les unes avec les autres.

- **L'introduction d'espèces exotiques :** L'intensification croissante du tourisme dans des régions éloignées, l'essor grandissant des importations de plantes de jardin non indigènes et d'animaux de compagnie exotiques et la consommation de denrées alimentaires non conventionnelles comme la viande de brousse sont des facteurs qui facilitent tous l'introduction de maladies nouvelles à partir d'espèces sauvages.

- **Un usage de traitements médicamenteux aboutissant à l'émergence d'organismes pharmacorésistants :** Ce phénomène résulte, par exemple, de l'usage de médicaments frelatés, d'une observation médicamenteuse médiocre et de diagnostics erronés.

Les experts qui ont contribué à ce projet ont estimé que l'impact de nombreux autres facteurs sur les risques sanitaires est plus marqué en Afrique qu'au Royaume-Uni. Ces facteurs comprennent les suivants : la pauvreté ; les conflits ; les systèmes de gouvernance ; les modes changeants de l'utilisation des terres (en particulier l'urbanisation) ; les modifications des pratiques agricoles en faveur de l'intensification ; et la pénurie de moyens.

Les facteurs qui suivent sont ceux qui auront une influence importante sur les risques sanitaires futurs au Royaume-Uni : La mise en place de systèmes internationaux de surveillance et de contrôle sanitaires ; le manque de pesticides nouveaux pour les cultures et de médicaments et vaccins pour les animaux; et le volume des importations illégales.

Nous avons utilisé l'exemple de la Chine pour une étude de cas sur la manière dont les futurs changements de la société pourraient avoir des répercussions sur les maladies humaines. Les concepts tirés de cette recherche sont également pertinents à d'autres régions du monde - les résultats clés sont présentés dans l'encadré sur la Chine.

Tous les facteurs susmentionnés sont conjecturaux et ils interagissent de manières complexes. En conséquence, plus nous projetons-nous loin dans le futur, plus leur effet combiné sur les maladies infectieuses est-il incertain - qui aurait pu prévoir le rôle joué par le trafic de drogues à l'échelon mondial, le tourisme « sexuel » et le commerce de viande de brousse en Afrique dans l'épidémie actuelle de VIH/SIDA ? Certains facteurs toutefois sont la responsabilité des gouvernements, qu'ils agissent isolément ou par l'intermédiaire d'organismes internationaux. En principe, les gouvernements pourraient donc développer des approches à long terme pour prendre en charge ces facteurs dans le but de réduire l'incertitude et les risques sanitaires.

Q6 Quel impact le changement climatique pourrait-il avoir sur les maladies infectieuses ?

Durant les 75 prochaines années, l'impact le plus marqué du changement climatique concernera probablement les maladies transmises par des vecteurs - c.-à-d. par des insectes. Il n'existe pas de menace imminente pour la population du Royaume-Uni, encore que le changement climatique rendra les conditions légèrement plus propices à des maladies telles que le paludisme. En ce qui concerne le bétail et les cultures toutefois, le tableau sera mixte, le risque augmentant pour certaines maladies et diminuant pour d'autres. En Afrique, les effets seront amplifiés, car les maladies transmises par des insectes sont déjà beaucoup plus importantes dans ce continent : D'après les prévisions, le changement climatique entraînera une modification des aires de distribution de certaines de ces maladies ; l'infrastructure sanitaire sera en outre probablement insuffisante.

Le Royaume-Uni est déjà à la bordure de la zone où le risque de fièvre catarrhale est accru. Cette maladie virale, qui affecte les ovins et les bovins, s'est déjà propagée dans l'ensemble de l'Europe du sud en conséquence du réchauffement climatique récent de cette région. En ce qui concerne les maladies végétales transmises par des vecteurs, le risque augmentera également, car des hivers doux et des printemps chauds produisent des conditions propices à la survie et au développement précoce des aphides vecteurs de nombreux agents pathogènes. Dans certains cas cependant, des

étés très chauds et secs réduiront peut-être la menace, par exemple si les vecteurs mis en jeu sont sensibles à la sécheresse - comme la douve du foie (fasciolase).

L'une des manières par lesquelles les insectes (et les maladies dont ils sont porteurs) gagnent accès au Royaume-Uni est en tant que « passagers clandestins » d'un navire et, à un degré moindre, d'un avion. Le changement climatique ira éventuellement de pair avec une augmentation à court terme du taux de réussite de ce mode d'introduction.

Les populations, animaux et cultures de l'Afrique vivent dans des conditions où le stress hydrique est considérablement plus intense. L'élévation de la température aura un impact important, mais pas autant que les modifications de la pluviométrie et la fréquence des sécheresses.

Un grand nombre des maladies transmises par des vecteurs, comme le paludisme et la maladie du sommeil, sont des causes majeure de souffrance humaine en Afrique. Les maladies transmises par les mouches tsé-tsé ou les tiques, par exemple la trypanosomiase, sont en outre des entraves majeures à la production animale, et elles contribuent à la pauvreté. Les experts en la matière estiment que le changement climatique modifiera la distribution de certaines ou de l'ensemble de ces maladies. Ils prévoient par exemple que la répartition des espèces de mouches tsé-tsé, les vecteurs de la trypanosomiase, sera modifiée d'ici 2030 en réponse au changement climatique : la densité de certaines diminuera aux extrêmes méridionales et septentrionales de leur sphère, tandis que l'aire de distribution géographique d'autres espèces s'étendra à des régions de l'Afrique de l'est et de l'ouest.

Le changement climatique aura également de nombreux effets indirects sur les maladies infectieuses, notamment en Afrique. Il pourrait par exemple obliger un bouleversement des pratiques agricoles, causant des famines localisées et des déplacements de populations et attisant des conflits pour des ressources rares telles que l'eau. Tous ces facteurs affecteront l'émergence et la propagation de maladies, en particulier chez les animaux et l'homme.

La menace des maladies infectieuses pour les écosystèmes

Les maladies infectieuses sont des composants naturels des écosystèmes, contribuant avec le temps à leur biodiversité et à leur stabilité dynamique. Dans des situations de stress toutefois, les maladies risquent d'éclorre plus fréquemment et de causer des effets négatifs à plus long terme, non seulement sur les écosystèmes mais aussi éventuellement sur la société. La plupart des écosystèmes naturels sont en effet une source de services, comme une eau et un air propres et des zones de loisirs et de tourisme, sans oublier la « valeur d'existence » de la biodiversité.

Le danger le plus marqué pour les écosystèmes survient quand des maladies affectent des espèces clés qui sont importantes à leur fonction. Par exemple, l'élimination de prédateurs majeurs peut entraîner une explosion de la population d'herbivores et une surexploitation des plantes. Ces effets peuvent être aggravés dans un écosystème déjà sous pression, dont la capacité à retourner à sa structure et à son fonctionnement préalables sera réduite. La surpêche, le surpâturage et la surexploitation des forêts ne sont que certaines des agressions infligées à divers écosystèmes marins et terrestres à l'heure actuelle.

Durant les 20 prochaines années, il est probable que la dégradation de l'environnement continuera en conséquence de la pollution, de la surproduction, de la fragmentation des habitats et des invasions par des espèces étrangères, tandis que la valeur économique accordée aux écosystèmes naturels augmentera, notamment dans les pays industrialisés.

À l'échelon des écosystèmes, l'impact potentiel le plus profond d'une nouvelle maladie sera peut-être de saper le cycle de l'eau et les cycles géochimiques globaux par une perturbation des systèmes végétaux et microbiens clés dont ils dépendent. Les experts considèrent que ce risque est faible à l'heure actuelle. Il est beaucoup plus vraisemblable que des maladies nouvelles réduiront l'abondance locale et la diversité des espèces dans les écosystèmes naturels affectés, et donc les services que ceux-ci procurent. Les écosystèmes naturels continueront en revanche à représenter une source majeure de maladies de la faune et la flore sauvages, qui risquent de menacer les systèmes agricoles et la santé humaine.

Les maladies infectieuses en Chine - un pays en mutation

Facteurs importants en termes de risque futur de maladies

Quelque 40 experts de la Chine ont identifié les facteurs les plus importants qui pourraient affecter le risque futur de maladies infectieuses chez les animaux et l'homme dans ce pays :

- Augmentation des déplacements de populations humaines, d'animaux et de produits d'origine animale dans l'ensemble du pays et à l'étranger
- Augmentation et intensification des migrations intérieures
- Augmentation du tourisme - de et vers la Chine
- Augmentation du volume de déchets animaux - causant des problèmes d'élimination
- Changement des styles de vie sexuelle - en théorie d'une manière qui augmentera le risque de contracter et de transmettre des maladies
- Changement des attitudes du public - l'acceptation des risques associés aux maladies infectieuses diminuera significativement, en conjonction avec une augmentation des exigences du public en matière de sécurité et de protection
- Augmentation de l'uniformité génétique des cultures et des animaux
- Augmentation globale des niveaux de prospérité et d'éducation

Un grand nombre de ces facteurs sont similaires à ceux identifiés en ce qui concerne le Royaume-Uni et l'Afrique

Des risques changeants

Les experts chinois ont ensuite examiné les tendances affichées par les facteurs déterminants susmentionnés et évalué leurs implications pour la menace infectieuse future. Ils en ont conclu que si les tendances escomptées se matérialisent et en l'absence de contre-mesures, il est probable que l'incidence des maladies qui suivent augmentera :

- Infections nosocomiales (acquises durant un séjour hospitalier ou une consultation à un centre de soins)
- Infections par des organismes résistants aux antimicrobiens
- Infections transmises sexuellement, y compris l'infection à VIH
- Infections à virus hématogènes associées aux soins de haute technologie (hépatite B et C)
- Certaines infections d'origine alimentaire
- Zoonoses en général
- Infections importées et exotiques

3 Options de réponse aux défis futurs - systèmes de DIS

- Q7 Pourquoi est-il probable que les systèmes de DIS seront importants pour la gestion sanitaire à l'avenir ?
- Q8 Quels sont les avantages en puissance des futurs systèmes de DIS ?
- Q9 Quels sont les facteurs qui ont l'influence la plus marquée sur la mise en place efficace des futurs systèmes de DIS ?

3 Options de réponse aux défis futurs - systèmes de DIS

Ce chapitre examine les rôles clés que les futurs systèmes de DIS pourraient jouer dans la prise en charge des menaces évolutives identifiées au Chapitre 2. Il comporte plus particulièrement une analyse de leur contribution à des stratégies de gestion sanitaire à plus vaste échelle, et fournit une indication élargie des avantages qui pourraient en être tirés. Les aspects affectant la mise en place efficace des futurs systèmes de DIS sont également discutés.

3 Options de réponse aux défis futurs - Systèmes de DIS

Q7 Pourquoi est-il probable que les systèmes de DIS seront importants pour la gestion sanitaire à l'avenir ?

Les futurs systèmes de DIS pourraient représenter des outils de gestion sanitaire puissants dans le cadre de stratégies de maîtrise à plus vaste échelle. Par exemple, un recueil et un traitement sophistiqués des données pourraient permettre de détecter rapidement des maladies émergentes et faire gagner un temps précieux pour développer des vaccins ou enrayer leur propagation par d'autres mesures. De nouvelles techniques d'identification et d'analyse d'agents pathogènes non conventionnels pourraient nous aider à comprendre à un stade précoce comment les maladies ainsi identifiées affecteront des populations et comment elles pourraient être maîtrisées avant qu'elles ne puissent causer des dommages étendus. Des dispositifs diagnostiques plus rapides, de plus petite taille et moins coûteux ouvriront des possibilités d'utilisation par des professionnels ou des individus entièrement nouvelles.

Les futurs systèmes de DIS fourniront uniquement une information. Il ne sera donc possible d'en tirer des avantages que s'ils sont liés à des mesures de gestion sanitaire opportunes et efficaces et s'ils sont convenablement incorporés dans une infrastructure de prise en charge des maladies.

L'information qu'ils procurent permet toutefois trois choses :

- **Un gain de temps :** La menace d'une éventuelle pandémie d'infections respiratoires aiguës par exemple crée une course contre la montre pour que des vaccins soient produits et administrés avant que le virus ne se propage. L'aptitude à contenir une épidémie à un stade précoce pourrait offrir un répit précieux pour le développement et la production d'un vaccin.
- **Un ciblage plus efficace et plus judicieux des ressources :** La détection d'une nouvelle maladie émergente à un stade très précoce, au moyen par exemple de méthodes d'analyse des données sophistiquées, pourrait permettre de concentrer étroitement les ressources et de juguler immédiatement une flambée. Grâce au diagnostic d'une souche infectieuse résistante aux médicaments durant une consultation de routine dans le cabinet d'un médecin généraliste, il serait en outre possible de mettre immédiatement en place le traitement qui s'impose - éliminant les multiples consultations qui seraient sinon requises et économisant le coût de traitements médicamenteux inappropriés.
- **L'ouverture de nouvelles possibilités en matière de gestion sanitaire :** Un dispositif d'autodiagnostic des maladies sexuellement transmissibles peu coûteux qui serait obtenu en pharmacie pourrait à l'avenir permettre à de nombreux individus qui d'ordinaire n'auraient pas consulté dans une clinique génito-urinaire d'effectuer eux-mêmes le test. Surveillance et diagnostic seraient ainsi disponibles à une vaste section de la population qui est

asymptomatique et chez qui la maladie pourrait avoir des répercussions sévères sur la santé et requérir des traitements onéreux en l'absence d'un diagnostic. La situation ne sera toutefois probablement pas aussi simple en pratique - de nombreux facteurs devront être pris en considération et jaugés.

Les défis pour l'utilisateur : Les caractéristiques générales des classes de systèmes de DIS

Le projet a effectué une analyse détaillée des caractéristiques de quatre classes de systèmes de DIS importantes - dénommées « Défis pour l'utilisateur » (DU) :

- DU1 : Nouvelle technologie de l'information pour la capture, l'analyse et la modélisation des données pour la détection précoce d'événements pathologiques infectieux
- DU2 : Utilisation de la génomique et la post-génomique pour la détection et la caractérisation précoces d'agents pathogènes nouveaux ou qui ont nouvellement acquis une résistance/virulence
- DU3 : Transfert de la technologie d'identification et de caractérisation de maladies infectieuses humaines à l'échelon individuel par la mise au point de systèmes de prélèvement « intelligents » ou de dispositifs portables à main (par exemple pour la réalisation de tests sur des fluides)
- DU4 : Dépistage à haut débit des maladies infectieuses dans les populations humaines et les espèces animales et végétales au moyen de marqueurs de substitution non invasifs (comme les rayons électromagnétiques ou des composés organiques volatils), par exemple dans les aéroports, les conteneurs de transport maritime/routier et les marchés de bétail.

Le rapport D1 fournit une information plus détaillée sur les Défis pour l'utilisateur.

Q8 Quels sont les avantages en puissance des futurs systèmes de DIS ?

Il est impossible de quantifier avec exactitude les avantages de ces nouveaux systèmes de DIS, car leur utilisation et leur efficacité dépendront de nombreux facteurs incertains tels que les attitudes du public et les systèmes de gouvernance futurs. Néanmoins, le projet a produit des scénarios reflétant l'utilisation de nouveaux systèmes de DIS dans les 10 à 25 prochaines années. Ces scénarios ont servi à illustrer les problèmes associés à l'utilisation des systèmes de DIS et à examiner les avantages qui pourraient en être tirés. Des exemples sont fournis à titre d'illustration seulement, mais ils montrent que les nouveaux systèmes de DIS pourraient conduire à des baisses importantes des taux de mortalité et de morbidité ou à une réduction considérable des coûts s'ils sont utilisés en conjonction avec des mesures de contrôle efficaces.

La liste qui suit répertorie les avantages qui pourraient éventuellement résulter de l'utilisation de futurs systèmes de DIS donnés en conjonction avec des

mesures de contrôle efficaces (une information plus détaillée sur les exemples est fournie dans le rapport D1 de ce projet : *A Vision of Future Detection, Identification and Monitoring Systems*). Plutôt que de correspondre à des prédictions, les scénarios brossés sont purement hypothétiques et présentés à titre d'illustration dans le but de pousser à la réflexion. Nous estimons toutefois que les chiffres fournis ci-dessous offrent une indication générale des avantages possibles :

- Durant la nouvelle pandémie de grippe qui a émergé en 2025, un éventail de futurs systèmes de DIS a réduit de dix fois le taux de mortalité au Royaume-Uni.
- Durant la flambée de syndrome respiratoire aigu sévère de 2015, un nouveau test diagnostique a permis d'économiser 230 millions de livres en frais de santé dans une ville majeure qui était affectée.
- En 2015, un nouveau dispositif diagnostique à biocapteurs a contribué à protéger les bois indigènes au Royaume-Uni, pour lesquels les pertes dues à des maladies telles que l'encre des chênes rouges sont estimées à 1-2 billions de livres par an.
- En 2015, un dispositif portable à main permettant de diagnostiquer un éventail de maladies sexuellement transmissibles a permis au *National Health Service* d'économiser 135 millions de livres par an rien que pour les infections à *Chlamydia* et les gonorrhées. Les avantages indirects d'une réduction de la transmission du VIH seraient beaucoup plus importants, l'économie du coût des traitements à vie atteignant 0,5-1 billion de livres par 1 000 transmissions du VIH empêchées.
- Durant la flambée de fièvre aphteuse de 2015, des systèmes de DIS ont pratiquement éliminé la nécessité d'abattre les animaux en masse et réduit les coûts du contrôle de l'épidémie de 5 billions à 50 millions de livres. Les autres pertes (tourisme, commerce rural etc.) ont été diminuées de 3 billions à 35 millions de livres.
- La fièvre catarrhale a atteint le Royaume-Uni en 2015. Un système de DIS utilisant des données obtenues par satellite combinées à une modélisation a permis d'économiser 7 millions de livres en vaccinations.

Les futurs systèmes de DIS : La perspective africaine

Les avantages en puissance

- L'Afrique supporte le fardeau des maladies le plus lourd tout en possédant probablement les moyens de gestion sanitaire les plus bas du monde. Il est donc nécessaire que les ressources limitées soient ciblées précisément et efficacement, et les systèmes de DIS pourraient à cet égard jouer un rôle crucial.
- De nouvelles approches pourraient réduire les coûts et rendre les dispositifs de DIS plus simples et plus faciles à utiliser. Par exemple, des bâtonnets diagnostiques de technologie avancée pourraient contribuer à réduire les besoins en personnel hautement qualifié. La télédétection par satellite couplée à une modélisation des maladies pourrait permettre de mieux prédire les flambées sans les difficultés associées à la surveillance sur le terrain.
- De nouveaux dispositifs diagnostiques pourraient également rendre les échanges commerciaux plus faciles en démontrant sur place que les animaux sont sains.

Les embûches en puissance

- Le danger est que les entreprises et organisations qui développent de nouveaux systèmes de DIS axeront leurs efforts sur des maladies plus pertinentes aux pays riches, négligeant de ce fait des pathologies qui sévissent en Afrique.
- Un autre danger est qu'il est possible que les nouveaux dispositifs ne puissent pas fonctionner dans l'environnement de pays en voie de développement - par exemple si une alimentation en courant, une réfrigération ou une formation du personnel sont requises.
- L'inquiétude qui règne en Afrique est que certains pays pourraient parfois exploiter les maladies à mauvais escient pour imposer ou justifier des barrières commerciales. Il serait important de veiller à ce que les nouveaux systèmes de DIS ne soient pas utilisés à ces fins.

Q9 Quels sont les facteurs qui ont l'influence la plus marquée sur la mise en place efficace des futurs systèmes de DIS ?

Les nouveaux systèmes de DIS devront remplir deux exigences clés :

- ***Il est indispensable qu'ils soient incorporés dans des stratégies et une infrastructure de gestion sanitaire à plus vaste échelle et qu'ils produisent une réponse efficace. Sinon, l'information tirée de ces systèmes ne servira qu'à attiser les attentes du public en matière d'action et ses inquiétudes en l'absence de la mise en place de mesures.***
- ***Le développement et le déploiement des systèmes de DIS doivent être***

incorporés dans les structures de gouvernance, principes culturels et attitudes du public à l'échelon local. Il est donc essentiel que l'approche adoptée pour les développer et pour les mettre en place soit interdisciplinaire - bien que la compartimentation institutionnelle et académique y fasse entrave à l'heure actuelle.

Il est indispensable d'intégrer efficacement les futurs systèmes de DIS dans des stratégies et une infrastructure de gestion sanitaire à plus vaste échelle. En cas de flambée d'une maladie nouvelle par exemple, il s'avérera peut-être nécessaire de mettre en place immédiatement une production commerciale de vaccins ou d'autres mesures de contrôle. Ceci suggère qu'il est utile de planifier dès le départ l'intégration des futurs systèmes de DIS. Cette approche représente toutefois une énorme gageure, des gouvernements et des parties prenantes publiques et privées opérant à l'échelon national et international étant mis en jeu.

De l'opinion générale des experts qui ont contribué au projet, les futurs systèmes de DIS doivent être incorporés dans les structures de gouvernance et principes culturels locaux pour qu'ils soient réalisables et efficaces. En effet, des aspects tels que l'éthique, les attitudes du public et l'acceptabilité des mesures proposées pourraient être critiqués. Toutefois, créer à ces fins des programmes de recherche interdisciplinaires serait difficile en raison de la compartimentation institutionnelle qui existe dans ce domaine. Il serait donc utile que les organismes de recherche examinent comment mieux promouvoir une telle approche interdisciplinaire.

Les implications de ce rapport pour le contre-terrorisme

Les systèmes de DIS analysés ont été examinés à la lumière des menaces identifiées dans ce projet (se reporter au rapport T1 de ce projet : *Future Threats*). En règle générale, ces menaces se rapportent à des éclosions non intentionnelles qui n'englobent pas le terrorisme. Des événements délibérés de ce type sont assurément importants et il convient de les prendre soigneusement en considération. De l'avis des experts qui ont contribué au projet, d'autres organismes sont toutefois mieux placés pour effectuer des commentaires éclairés sur l'ampleur et le caractère de la menace que représente le terrorisme - notamment ceux qui ont accès à des renseignements classés secrets.

Néanmoins, ces experts ont jugé qu'un grand nombre des systèmes de DIS qui ont été identifiés et analysés dans le cadre de ce projet seront généralement utiles pour le contre-terrorisme. Par exemple, un dispositif diagnostique portable à main détecterait tout aussi bien un virus donné, qu'il ait été relâché délibérément ou non. De plus, certaines des sciences et technologies futures identifiées pourraient ouvrir des approches nouvelles et innovantes.

Il est cependant admis qu'il sera peut-être nécessaire de modifier dans les détails la conception et la mise en place des systèmes de DIS pour maximiser leur efficacité dans un contexte de contre-terrorisme. Par exemple, il faudra peut-être que certains dispositifs portables à main permettent de détecter des agents pathogènes d'un type différent de celui diagnostiqué durant leur usage « normal. » Les algorithmes appliqués pour détecter un événement malveillant devront éventuellement être adaptés pour tenir compte des différences possibles dans les profils de déclenchement/d'émergence. Il revient donc aux spécialistes concernés par le contre-terrorisme de discuter les résultats détaillés de cette recherche avec les experts clés du projet afin d'examiner ces questions et de maximiser le transfert de la technologie.

4 Choix fondamentaux pour les responsables de l'élaboration de politiques

- Q10 Quels sont les choix stratégiques dont dépendent la gestion sanitaire et les systèmes de DIS futurs ?
- Q11 Quels sont les choix en matière de gouvernance et de réglementation ?
- Q12 Quels sont les choix en matière de normes et d'interopérabilité ?
- Q13 Comment pouvons-nous exploiter au mieux les percées exogènes ?
- Q14 Quels sont les choix fondamentaux pour l'Afrique ?
- Q15 Quelles sont les implications pour la science ?
- Q16 Quelles sont les implications pour la technologie et les systèmes ?
- Q17 Quelles sont les implications en termes de capacités et compétences ?
- Q18 Quelles sont les implications en termes de mobilisation du public ?
- Q19 Quelles sont les étapes suivantes ?

4 Choix fondamentaux pour les responsables de l'élaboration de politiques

Des problèmes nombreux et importants affecteront le développement des futurs systèmes de DIS, leur efficacité une fois mis en place et le bien public qui en résultera. Ces problèmes sont à leur tour associés à des choix pour les gouvernements, les parties prenantes concernées par la gestion sanitaire et le public en général. Ce chapitre explique quels sont ces choix, et leurs implications.

4 Choix fondamentaux pour les responsables de l'élaboration de politiques

Les systèmes de DIS de l'avenir ne peuvent pas être pris en considération isolément. Il est au contraire nécessaire d'envisager leur utilisation dans le contexte de stratégies de gestion sanitaire à plus vaste échelle. Les choix fondamentaux qui doivent donc être faits à l'échelon le plus élevé se rapportent tout autant à nos stratégies de gestion sanitaire en général qu'aux systèmes de DIS individuels.

Q10 Quels sont les choix stratégiques dont dépendent la gestion sanitaire et les systèmes de DIS futurs ?

Dans l'ensemble du monde, la gestion sanitaire repose sur trois principaux facteurs. Premièrement, il est essentiel d'adopter une approche réactive - pour la prise en charge des menaces existantes comme de celles imminentes. Notre attitude devrait-elle être plus proactive et stratégique, et prendre en compte les menaces nombreuses et diverses qui devraient émerger à l'avenir ? Deuxièmement, une disparité extrême existe en matière de gestion sanitaire et de capacités de DIS dans différentes parties du globe. Si nous voulons pouvoir nous attaquer à des maladies rapidement où qu'elles surviennent, pouvons-nous nous permettre de laisser cette disparité persister ? Troisièmement, les programmes de gestion sanitaire en place dans l'ensemble du monde manquent de cohérence. Il existe trop de programmes verticaux axés sur des maladies uniques. Devrions-nous nous efforcer collectivement à adopter une approche plus unie ?

Nos stratégies de gestion sanitaire, et donc nos systèmes de DIS, devraient-ils être plus proactifs ? Nous devons nous attendre à ce que diverses maladies nouvelles émergent à l'avenir, et il semble donc judicieux de développer des politiques et systèmes de DIS flexibles pour les prendre en charge. Cela nécessite incontestablement un changement de politiques et la prise de décisions difficiles - pour qu'il soit possible d'envisager la situation à long terme et d'assigner des ressources à la prise en charge d'inconnues futures. Les parties prenantes sont toutefois inévitablement contraintes à traiter les menaces immédiates. En conséquence, l'attention et les ressources sont axées sur le très court terme.

Devrions-nous viser à prendre en charge les flambées de maladies nouvelles où elles émergent ? Il est logique d'étouffer de nouvelles épidémies rapidement à la source. Par exemple, la modélisation a montré que l'émergence d'une forme pandémique de grippe humaine ne pourra être enrayée que si elle

est détectée à un stade très précoce et si les mesures de contrôle qui s'imposent sont rapidement mises en place. La détection précoce de maladies nouvelles peut toutefois soulever des difficultés particulières dans les pays en voie de développement, où les ressources et les compétences requises font parfois défaut. Il est donc nécessaire que la communauté internationale prêle assistance aux pays en voie de développement pour que leurs capacités de DIS se rapprochent de la norme internationale. Une telle approche serait aux profits de tous.

Comment parvenir à une approche plus cohérente pour la prise en charge des maladies existantes ? Les programmes verticaux axés sur une maladie unique ont l'avantage de s'attaquer à une cible bien définie. Ils peuvent toutefois également résulter en une duplication des ressources de DIS limitées et en un émiettement des capacités existantes. En outre, une organisation verticale de ce type cadre mal avec la situation en pratique, car de nombreuses maladies interagissent les unes avec les autres - par exemple, l'infection à VIH/le SIDA et la tuberculose - et devraient donc être prises en considération conjointement. En ce qui concerne les systèmes de DIS, cette intégration verticale peut résulter en la mise en œuvre d'un réseau coûteux exploité pour le monitoring d'une seule maladie (comme dans le cas initialement de la peste bovine chez le bétail ou de la polio chez l'homme), même s'il serait plus rentable de surveiller d'autres maladies simultanément. Une approche plus cohérente impliquerait toutefois un changement majeur des politiques de certains organismes donateurs et acteurs et partenaires.

Un effort international coordonné est-il requis pour améliorer la surveillance des maladies existantes ? Bien que des pays industrialisés comme le Royaume-Uni consacrent des investissements significatifs à la veille sanitaire, nos connaissances demeurent très fragmentaires, même en ce qui concerne les pathologies humaines. L'information systématique sur les maladies de la faune et de la flore sauvages est minime, et les données sur les affections du bétail, des animaux de compagnie et des plantes vivrières très lacunaires. La situation est pire encore dans de nombreuses régions du monde où l'information disponible est extrêmement limitée, même en ce qui concerne des pathologies humaines majeures, et presque non existante en ce qui concerne les maladies animales et végétales. Des organisations telles que l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé animale (OIE) réalisent une tâche énorme et précieuse en matière de surveillance sanitaire. Nous pourrions essayer collectivement d'exploiter ce succès et d'améliorer plus encore la veille sanitaire.

Une nouvelle infrastructure mondiale est-elle nécessaire ? De nombreuses régions du monde ne possèdent pas l'infrastructure de laboratoire, les moyens humains ou les ressources financières pour soutenir des programmes de veille sanitaire efficaces. Il est pourtant de plus en plus évident que les maladies infectieuses représentent un problème mondial et que la surveillance est une responsabilité internationale. L'investissement des nations prospères dans les capacités de surveillance de pays plus démunis pourrait représenter une réponse sensée à ce problème.

Devrions-nous combiner davantage les maladies humaines, animales et végétales dans les efforts de DIS? Nous avons déjà mentionné comment les interactions de certaines maladies humaines, animales et végétales affectent la santé et les économies humaines. À l'heure actuelle par exemple, l'essor des menaces zoonotiques nous oblige à mieux intégrer les recherches sur les pathologies humaines et animales et leur surveillance. Une ségrégation historique existe toutefois entre les responsabilités pour la santé humaine, animale et végétale. Même dans le secteur agricole, les systèmes de santé animale et végétale sont habituellement relativement séparés et adoptent des approches différentes face aux risques sanitaires. En résultat, toute innovation en matière de DIS dans l'un quelconque de ces domaines ne se répercutera éventuellement pas dans les autres sphères en dépit de la convergence de la génomique, de l'informatique et de la modélisation qui crée une technologie de DIS commune à un éventail de pathologies.

Une illustration des avantages de liens plus étroits dérive de ce projet. Il s'agit d'une nouvelle initiative mise sur pied au ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du Royaume-Uni (Defra, pour *Department for Environment, Food and Rural Affairs*) pour développer une « puce de biosécurité » - une plate-forme portable qui exploite un système à puces à ADN (communément appelées « *DNA microarrays* ») pour identifier des maladies prioritaires dans les espèces animales comme végétales.

Q11 Quels sont les choix en matière de gouvernance et de réglementation ?

Bien qu'une large incertitude existe quant aux menaces infectieuses futures, les gouvernements, responsables de l'élaboration de politiques et organisations internationales peuvent faire beaucoup pour s'y préparer. Pour un grand nombre des choix fondamentaux en matière de gouvernance et de réglementation, l'important est de reconnaître qu'une approche concertée s'impose dans la lutte contre les maladies infectieuses.

Comment forger de meilleurs liens stratégiques entre les organisations mises en jeu dans la gestion sanitaire humaine et animale ? Soixante-quinze pour cent des agents pathogènes humains émergents et réémergents sont également détectés dans des espèces animales. Cette observation plaide fortement en la faveur du développement de liens durables et stratégiques entre les deux communautés, et cette approche commence à être adoptée. Par exemple, l'OMS, l'OIE et la FAO cherchent à l'heure actuelle à coordonner leur système mondial d'alerte précoce (et de réponse) (GLEWS, pour *Global Early Warning System*). De nombreuses autres initiatives utiles pourraient toutefois être mises en place. Un message régulièrement tiré des recherches du projet se rapporte à l'importance d'un encouragement politique à un niveau élevé.

Comment mieux assurer la surveillance des réservoirs animaux sauvages ? La grippe aviaire (GA) illustre la nécessité de surveiller les maladies de la faune sauvage - parce qu'elles risquent également d'affecter le

bétail et d'être transmises à l'espèce humaine. La GA a résulté en un monitoring considérable des oiseaux sauvages, qui masque toutefois des carences générales sous-jacentes. Des organisations telles que l'OIE compilent des données sur la faune sauvage dans certains pays. Les valeurs de base nécessaires pour effectuer des évaluations comparatives ne sont cependant pas toujours disponibles, le recueil de cette information fait rarement partie intégrante d'un programme de surveillance actif et il n'est purement et simplement pas effectué dans de nombreux pays. Toute amélioration du monitoring de la faune sauvage reposerait sur trois principes : Un meilleur usage des données existantes, un meilleur ciblage du monitoring et la garantie d'une concordance entre les mandats et ressources d'organisations clés et les besoins.

Comment réglementer les dispositifs d'autodiagnostic afin d'éviter les embûches ? Les entreprises d'électronique grand public travaillent déjà au développement de dispositifs diagnostiques portables à main. Ces dispositifs seront utiles pour les professionnels - mais la manière dont leur disponibilité à plus vaste échelle pourrait ou devrait être habilitée et contrôlée à l'avenir n'est pas sans conséquences. Les experts qui ont contribué à ce projet ont identifié trois problèmes particulièrement importants :

- Le maintien d'un accès à l'information diagnostique sera vital pour les professionnels. Cette question peut être en partie résolue si le traitement éventuellement requis ne peut être obtenu que sur consultation professionnelle ou si les dispositifs utilisés transmettent automatiquement l'information diagnostique par lien radio.
- Certains auront recours à l'automédication pour se soigner ou pour traiter (ou éliminer) leurs animaux. Les relations patient/médecin et exploitant agricole/vétérinaire seraient dans ce cas rompues, au risque de saper les mesures introduites pour contrôler une épidémie. Dans ces circonstances, des traitements inappropriés ou frelatés pourraient en outre être utilisés - contribuant à l'émergence d'une résistance aux médicaments.
- Les dispositifs portables à main généreront inévitablement des déchets médicaux ou vétérinaires. L'élimination sûre est un élément important dont il faudra tenir compte dans la réglementation de l'utilisation de dispositifs de ce type.
- Il est probable que les utilisateurs de ces tests devront avoir accès à une information, des conseils et un support, notamment si les maladies diagnostiquées sont graves et ont des répercussions majeures sur les individus, leurs partenaires ou leurs familles.

Comment améliorer la disponibilité des spécimens biologiques ? Certains pays sont parfois réticents à mettre en commun leurs spécimens biologiques à cause des répercussions possibles sur les échanges commerciaux ou parce que ces spécimens possèdent en eux-mêmes une valeur commerciale. Même si des pays sont disposés à partager leurs spécimens, les restrictions et réglementations sur les transports et la disponibilité de matériaux biologiques ont été considérablement renforcées depuis les attentats du 11 septembre. Le risque d'usage impropre est réduit, mais il est essentiel que la réglementation n'entrave pas la circulation des matériaux biologiques aux dépens du

développement et de la mise à l'essai de dispositifs de DIS.

Comment améliorer l'accès aux données sanitaires et leur exploitation ?

Des pays sont également parfois réticents à transmettre l'information sur des flambées de maladies compte tenu des conséquences possibles sur les échanges commerciaux et le tourisme et des répercussions importantes sur les affaires. Comment inciter ces pays à communiquer l'information en question pour le bien commun représente un problème clé. En outre, un volume considérable de données sanitaires est déjà recueilli, mais d'une manière mal coordonnée. Comment promouvoir un meilleur accès à cette information et un couplage plus efficace des données pour maximiser leur utilité tout en protégeant les droits et l'anonymat des individus concernés est un autre problème majeur.

Q12 Quels sont les choix en matière de normes et d'interopérabilité ?

L'interopérabilité, l'accès sans restrictions et l'adoption de normes communes est une combinaison qui fonctionne généralement à l'avantage de l'utilisateur/acheteur. Les développeurs peuvent toutefois également en tirer profit puisque cette approche encourage un échange des données et de l'information, ouvre des marchés et permet à de petites entreprises d'introduire des produits niches. Quelles sont les normes qui maximiseraient le bien public et qui devrait s'en faire les champions sont des questions importantes.

Interopérabilité et accès sans restrictions : L'adoption de normes libres pourrait inciter de petites entreprises à développer des tests diagnostiques sans intérêt commercial pour des sociétés de plus vaste envergure. Cela pourrait contribuer à promouvoir la mise au point de produits et systèmes axés sur des maladies qui affectent le monde en voie de développement. En ce qui concerne les dispositifs portables à main par exemple, il serait avantageux que les réactifs d'un fabricant puissent être utilisés avec les dispositifs microfluidiques d'un autre ou qu'un test développé par un fabricant puisse fonctionner sur la plate-forme d'un autre. Il serait également souhaitable d'établir des normes communes pour les résultats, par exemple pour les séries de données de génomique.

Réglementation de la qualité des dispositifs diagnostiques portables à main : Cette question sera vitale. Si des résultats sont faussement négatifs par exemple, les stades précoces d'une épidémie pourraient ne pas être détectés, en conjonction avec la perte d'un temps crucial. Dans le cas de la fièvre aphteuse, un délai de 3-4 jours risquerait de résulter en une multiplication par deux de l'ampleur de l'épidémie (se reporter à la section sur la validation ci-dessous).

Validation : Tout dispositif ou système diagnostique requiert une validation pour démontrer qu'il se prête à l'usage envisagé. Les défis comprendront le recueil d'échantillons appropriés pour la validation (ce qui pourrait être particulièrement difficile pour des maladies nouvelles ou rares survenant dans des régions isolées) et l'élaboration de banques de spécimens reliées à des données cliniques satisfaisantes.

Q13 Comment pouvons-nous exploiter au mieux les percées exogènes ?

De nombreuses possibilités de développement de nouveaux systèmes de DIS dériveront de l'exploitation de percées exogènes - c.-à-d. qui sont largement indépendantes des facteurs déterminants à la base de la gestion des maladies infectieuses. La question est d'établir comment exploiter au mieux ces événements afin de maximiser les avantages.

Comment pouvons-nous maximiser le bien public en exploitant des données personnelles sans lien avec les soins de santé ? Un volume considérable de l'information recueillie à l'heure actuelle à des fins sans lien avec les soins de santé pourrait être appliqué avantageusement à la modélisation et la gestion des maladies infectieuses. Cette information peut se rapporter aux données de localisation des téléphones portables ou à l'utilisation de cartes électroniques dans les systèmes de transport de masse. Nous suggérons une réunion d'acteurs et de partenaires clés et de partis intéressés (par exemple de compagnies de téléphone, d'institutions académiques et d'organismes de soins de santé) pour discuter comment contribuer au mieux au bien public par l'exploitation de données de ce type. Les problèmes clés qui ont déjà été examinés dans plusieurs forums comprennent l'accès aux données, la protection de la vie privée et le contrôle personnel sur les données. Aux fins de santé publique, de tels dialogues pourraient débiter utilement à un niveau national et être ensuite étendus à l'échelon international.

Comment maximiser les possibilités créées par les futures technologies de séquençage du génome « peu coûteuses » ? Le développement de ces technologies est en grande partie incité par des besoins commerciaux et sanitaires sans lien avec les maladies infectieuses. Le maximum d'avantages ne pourra en être tiré que si des percées significatives sont accomplies dans des domaines des sciences fondamentales et de la recherche sur les maladies infectieuses tels que la pathologie et la bioinformatique. Il faudra également que les secteurs public et privé adoptent un assortiment de mesures en reflet des différences qui existent d'une maladie à une maladie dans la taille des marchés potentiels des produits diagnostiques.

Comment maximiser le bien public en exploitant la demande pour des dispositifs portables à main de plus en plus sophistiqués, notamment ceux qui opèrent en réseau ? Les percées en la matière sont en grande partie le fruit des efforts de compagnies de téléphone portable et fournisseurs de logiciels, qui travaillent au développement de nouveaux types de produits de style de vie et de loisirs et de dispositifs axés sur les maladies chroniques du monde industrialisé. Pouvoir utiliser ces tendances comme tremplin dépendra peut-être d'un accord initial dans des domaines tels que l'interopérabilité, les normes techniques, les protocoles de données et les systèmes de réglementation et de gouvernance. Les compagnies de téléphone portable, fabricants de dispositifs diagnostiques et organismes de gestion sanitaire devraient se rencontrer pour examiner ces problèmes.

Comment exploiter la technologie mise au point pour la lutte contre le terrorisme ou la détection de drogues, d'explosifs ou d'armes à feu ? À

l'avenir, ces systèmes pourraient offrir la possibilité de faciliter la détection et l'identification de maladies, notamment dans des nœuds de transport à haut débit comme les ports et les aéroports. Il reste à établir comment adapter la technologie à des dispositifs de DIS et organiser l'information éventuellement générée dans des systèmes de gestion sanitaire.

Q14 Quels sont les choix fondamentaux pour l'Afrique ?

L'Afrique est confrontée au fardeau des maladies le plus lourd tout en possédant le niveau de ressources le plus bas pour les prendre en charge. Les décisions prises aujourd'hui par les responsables de l'élaboration de politiques en Afrique auront un impact crucial sur l'aptitude de ce continent à gérer la menace future.

Les pays d'Afrique devraient-ils prendre la tête en développant une nouvelle vision et stratégie de maîtrise des maladies infectieuses ?

L'Afrique est assaillie par des maladies infectieuses, anciennes et nouvelles. D'après les experts qui ont participé à un atelier de travail africain organisé en Ouganda, il serait utile que les pays d'Afrique prennent la tête en développant une nouvelle vision et stratégie de maîtrise des maladies dans l'ensemble de ce continent. Cette initiative reposerait sur la surveillance et bénéficierait de l'appui de centres d'excellence régionaux. La vision et la stratégie couvriraient les maladies humaines, animales et végétales en reflet de leurs interrelations complexes et du fait que leur détection exploite de plus en plus une plate-forme technique commune.

Comment pouvons-nous au mieux bâtir les capacités requises ? Les experts africains ont observé que de nombreux organismes donneurs commanditent des études en Afrique, que ce soit directement ou indirectement, mais que celles-ci sont trop souvent réalisées par des spécialistes en dehors de ce continent. Les chercheurs et scientifiques de l'Afrique sont de ce fait démoralisés, et ils ne sont pas incités à rester dans leur pays. Si les organismes donneurs décidaient d'utiliser davantage la compétence disponible sur place, ceci pourrait contribuer à bâtir les capacités requises sans frais et garantirait que les difficultés et situations locales sont mieux prises en considération. Pour les experts africains du projet comme pour des organismes internationaux, la mise sur pied de « partenariats intelligents » représente le meilleur moyen de bâtir et de maintenir les capacités. Ces partenariats feraient intervenir des experts et des organisations de pays de l'Afrique et du monde industrialisé ; leur rôle serait de promouvoir le partage de l'information et des compétences, et aussi éventuellement de veiller à ce que les nouveaux systèmes de DIS soient adaptés au continent africain.

Comment garantir que les hommes politiques de l'Afrique reçoivent l'information la meilleure pour justifier l'allocation des ressources ? Les demandes de ressources destinées à la prise en charge de maladies infectieuses sont en compétition avec de nombreuses autres. De l'avis des experts africains, il faut que les hommes politiques soient mieux informés des besoins en la matière et des avantages qui peuvent être tirés d'un meilleur soutien de la gestion sanitaire, y compris des systèmes de DIS.

Comment garantir que les maladies infectieuses seront prises en considération dans le développement d'autres politiques ? Dans le cas de la régionalisation par exemple, l'abolition des restrictions imposées sur les échanges de semences dans l'ensemble de la Communauté est-africaine pourrait rendre le contrôle des maladies plus difficile, et il serait dans ce cas éventuellement nécessaire de mettre en place des mesures de contrepoids.

Comment garantir que les systèmes de DIS résulteront en un traitement de suivi efficace ? Cet aspect est critique puisqu'en l'absence d'un traitement efficace, les fonds consacrés aux systèmes de DIS auraient une utilité limitée. Il n'existe pas de réponse simple à cette question, qui souligne toutefois que le déploiement de tout futur système de DIS doit être fermement incorporé dans des stratégies de contrôle sanitaire intégrées.

Q15 Quelles sont les implications pour la science ?

Comprendre les futurs risques infectieux et comment utiliser au mieux les systèmes de DIS pour les prendre en charge représente un problème interdisciplinaire. Un défi clé est de réunir les compétences et le savoir-faire pertinents pour produire des activités de développement et de recherche correctement intégrées et pour créer des occasions qui se prêtent à un renforcement des capacités.

Élimination des barrières intellectuelles : Nous avons besoin d'une base scientifique qui permette de produire des technologies et systèmes de DIS à la fois génériques et flexibles. Cela signifie que les fossés traditionnels doivent être comblés, par exemple entre la virologie, la bactériologie, la mycologie et la parasitologie, ou entre la médecine humaine, la médecine vétérinaire et la physiopathologie végétale. De même, les concepts scientifiques sous-jacents aux technologies de DIS doivent progresser en parallèle aux recherches en sciences sociales sur le déploiement efficace de systèmes de DIS.

Les facteurs déterminants clés ne sont généralement pas biologiques : Les risques infectieux futurs seront déterminés par une multitude complexe de facteurs tels que la démographie et le comportement humains, l'utilisation des terres et l'agriculture, les voyages et les échanges commerciaux, le climat, les tendances sociales et la science économique, les systèmes de gouvernance, les politiques de gestion sanitaire, les attitudes du public, les catastrophes naturelles et (en théorie) le bioterrorisme. L'analyse des tendances passées, actuelles et futures de chacun de ces facteurs déterminants représente en elle-même une tâche redoutable.

Une base de connaissances élargie est essentielle : Nos connaissances sur les relations entre les facteurs déterminants clés et les fardeaux de maladies infectieuses sont encore rudimentaires. Pour faire avancer notre savoir, nous devons franchir les bornes traditionnelles de la recherche épidémiologique et englober un vaste éventail d'autres disciplines comme l'anthropologie, la science économique et la climatologie.

Des bases de données sur l'émergence de maladies : Une manière d'approfondir notre entendement des futurs risques sanitaires est de mieux comprendre les cas passés et présents d'émergence et de propagation d'une

maladie infectieuse. La compilation et une analyse critique de données de ce type pourraient fournir une information précieuse. Toute flambée nouvelle génère des données utiles pour la recherche si des efforts appropriés sont entrepris pour les recueillir et pour les communiquer.

Une amélioration de la capacité de modélisation : Nous faisons de plus en plus appel à des approches mathématiques pour évaluer les risques sanitaires actuels et futurs. Les conclusions qui en sont tirées sont exploitées pour planifier des stratégies d'intervention et comme source de conseils pour les responsables de l'élaboration de politiques. Il faut que des outils statistiques, computationnels et mathématiques additionnels soient développés, notamment pour le couplage entre les modèles et les données. Une meilleure compréhension de ces approches au sein de la communauté au sens plus large contribuerait à assurer l'utilisation optimale des modèles mathématiques.

Q16 Quelles sont les implications pour la technologie et les systèmes ?

L'utilisation en pratique de la technologie de DIS est tout aussi importante que la technologie elle-même, et une amélioration des structures qui exploitent cette technologie devrait produire des avantages considérables.

Des technologies plus performantes : Certaines technologies relativement nouvelles nécessitent des développements additionnels. Il est par exemple essentiel de mettre au point des techniques qui puissent être utilisées en temps réel sur le terrain pour distinguer des individus ou des animaux vaccinés d'avec ceux qui ont été exposés aux infections. Des tests de diagnostic des infections asymptomatiques ou subcliniques plus performants faciliteraient en outre considérablement la prise en charge d'une épidémie.

Des technologies nouvelles : La recherche et le développement demeurent principalement axés sur le diagnostic individuel d'infections spécifiques. Il serait extrêmement utile de posséder des outils qui permettent de détecter simultanément plusieurs agents infectieux différents et d'autres qui assurent le dépistage chez un grand nombre de personnes sur la base de réponses non spécifiques à l'infection. Des synergies existent peut-être entre les diverses approches diagnostiques - par exemple entre la génomique et les technologies fondées sur l'immunologie - qui pourraient être exploitées dans un même dispositif.

Une intégration de la technologie : Isolément, les perfectionnements apportés dans des secteurs donnés - par exemple au recueil des données, au diagnostic génomique, aux systèmes de prélèvement « intelligents » et au dépistage à haut débit - ont une utilité limitée. L'intégration des technologies, comme la combinaison de dispositifs diagnostiques portables à main et de connexions Internet sans fil, pourrait produire des outils beaucoup plus performants.

Le conception des systèmes de surveillance : La science appliquée à la conception de systèmes de surveillance axés sur la détection d'événements sanitaires inhabituels ou sur l'identification des populations à risque est relativement sous-développée. Des approches modernes fondées sur des principes computationnels et la modélisation pourraient être employées pour remédier à ce problème.

La recherche sur les systèmes sanitaires : Il est essentiel que nous comprenions comment exploiter le plus efficacement de nouvelles technologies de DIS et comment promouvoir leur utilisation dans le cadre de stratégies de gestion des maladies humaines, animales ou végétales. À ces fins, une étude plus détaillée des besoins, attentes, compétences et réactions des utilisateurs finaux et d'autres parties prenantes serait utile.

Q17 Quelles sont les implications en termes de capacités et compétences ?

Les tâches mises en jeu dans l'identification des futurs risques sanitaires et le développement et déploiement de technologies de DIS pour faciliter la prise en charge de ces risques sont par nature interdisciplinaires. Pour répondre au défi, nous avons besoin d'individus qui possèdent des compétences spécialisées et, plus important encore, de combinaisons de différents savoir-faire.

Les gammes de compétences : La formation scientifique et technologique traditionnelle ne génère pas l'éventail de savoir-faire requis face à l'ampleur des problèmes associés à l'évaluation et à la prise en charge des risques infectieux. Une dimension interdisciplinaire à la formation, plus de possibilités pour les scientifiques et les technologues d'élargir la gamme de leurs compétences à tout stade de leur carrière, et des échanges internationaux des connaissances et expertises contribueraient à amoindrir ce problème.

La préservation des compétences : L'érosion de l'expertise dans des disciplines clés menace notre aptitude à maintenir l'infrastructure des compétences et de la surveillance - plus particulièrement dans les pays en voie de développement. Des technologies nouvelles, « partenariats intelligents, » centres d'excellence et bourses universitaires internationales pour des études en collaboration pourraient produire l'intégration et la continuité tant requises.

Les techniques de communication : Un aspect clé de toute coopération interdisciplinaire est la bonne communication. Ceci s'applique à chaque niveau : entre les scientifiques de disciplines différentes (y compris des spécialistes en sciences sociales et en humanités) ; entre les scientifiques et les technologues ; et entre les scientifiques et les responsables de l'élaboration de politiques et autres parties prenantes. Une plus grande insistance sur les techniques de communication à chaque stade d'une carrière, y compris une expérience directe en matière de communications d'une discipline à une autre, faciliterait des interactions plus efficaces.

Q18 Quelles sont les implications en termes de mobilisation du public ?

Le public devra peser le « coût » de certains futurs systèmes de DIS (par ex. les impacts sur les libertés civiles) par rapport aux avantages que ces systèmes apporteront (par ex. la réduction d'un risque infectieux). La mobilisation du public sur ces questions sera une condition préalable pour que la conception de ces systèmes soit assurément efficace.

Par exemple :

- Pour les systèmes de DIS qui utilisent des données personnelles, il faudra convaincre le public que le recueil de ces données et leur exploitation dans des systèmes de surveillance sont nécessaires et que le niveau de confidentialité souhaité sera maintenu. L'utilisation d'organismes auxquels le public fait confiance pourrait par exemple être envisagée pour l'accès à des données particulièrement délicates (pour garantir que l'information personnelle ne sera pas divulguée).
- Les possibilités d'usage impropre sont considérables avec les dispositifs diagnostiques portables à main (DU3). Les dispositifs de ce type deviendront de plus en plus largement disponibles à l'échelon national comme international, et il sera essentiel de consulter les usagers en puissance pour développer des plates-formes qui utilisent uniquement des dispositifs et des réactifs provenant de sources de bonne réputation. Il sera également important de veiller à ce que les usagers bénéficient du soutien et des conseils de professionnels pour leur permettre d'employer les dispositifs en toute sécurité et de prendre les mesures qui s'imposent en réponse aux diagnostics obtenus.
- Le dépistage à haut débit, par exemple dans les ports et les aéroports, présente un caractère particulièrement délicat. Tout futur système devra prendre soigneusement en considération les besoins et les préoccupations du vaste éventail de voyageurs et d'opérateurs qui sont susceptibles d'être affectés.

Q19 Quelles sont les étapes suivantes ?

Un rapport de cette envergure ne peut pas apporter des réponses détaillées aux problèmes complexes posés par la gestion de la vaste multitude de maladies qui affectent des pays dans l'ensemble du monde. Ce ne faisait pas partie des buts du projet, qui vise plus exactement à fournir des indications sur la manière dont la menace pourrait évoluer et sur les aspects pour lesquels il pourrait être utile d'envisager de développer des politiques.

L'intention du projet n'était en outre pas de dire aux acteurs et partenaires quelles sont les mesures qu'ils devraient ou doivent prendre. Les conclusions qui en sont tirées sont plutôt destinées aux responsables de l'élaboration de politiques et aux parties prenantes pour qu'ils les examinent et les interprètent dans le contexte de leurs propres situations et processus de développement de politiques.

Plusieurs parties prenantes importantes ont déjà annoncé quelles sont les actions qui seront introduites à la lumière de ces observations, actions qui sont fournies dans le rapport *Action Plan* (rapport P1 du projet). Le Service Science et Innovation se réjouit de ces développements et de ceux que d'autres envisagent.

Annexe A

Liste des experts qui ont contribué au projet

Le Service Science et Innovation souhaite exprimer sa gratitude et ses remerciements aux membres du groupe de coordination scientifique du projet, aux responsables de l'étude d'évaluation du risque, au groupe des acteurs et partenaires de haut niveau, au groupe consultatif d'experts et aux nombreuses autres personnes répertoriées ci-dessous qui ont contribué au projet.

Groupe de coordination scientifique		
Professeur Catherine Peckham - Présidente	Professeur d'épidémiologie pédiatrique	Institut de santé de l'enfant, <i>University College</i> , Londres
Professeur Joe Brownlie	Professeur de pathologie vétérinaire et Directeur du Centre européen de pathologie toxicologique	Collège vétérinaire royal
Professeur Jeff Waage	Directeur du Centre de politique de l'environnement	<i>Imperial College</i> , Londres
Professeur Mark Woolhouse	Chaire en épidémiologie des maladies infectieuses	Centre des maladies infectieuses, Université d'Édimbourg
Responsables de l'évaluation du risque		
Professeur Joyce Tait	Directrice	Consortium de recherche économique et sociale, Centre Innogen
Laura Meagher, PhD	Associée principale	Groupe de développement de la technologie/Innogen
Groupe des acteurs et partenaires de haut niveau - membres, associés et adjoints		
Lord (Willy) Bach of Lutterworth - Président	Secrétaire d'État (Agriculture durable et alimentation) et ministre parrainant le projet	
Sir David King	Conseiller scientifique en chef auprès du gouvernement du R.-U. et Directeur du Service Science et Innovation	
Professeur Roy Anderson	Conseiller scientifique en chef, ministère de la Défense du R.-U.	
Dr Anarfi Asamoah-Baah	Directeur général adjoint du groupe VIH/SIDA, TB & Paludisme (anciennement DGA des maladies transmissibles), Organisation mondiale de la Santé	
Dr Richard Barker	Directeur général de l'Association de l'industrie pharmaceutique britannique	
Professeur Peter Borriello	Directeur du centre, <i>Health Protection Agency</i> (Agence de protection de la santé du R.-U.)	
Dr Diego Buriot	Conseiller spécial auprès du Directeur général adjoint du groupe Maladies transmissibles, Organisation mondiale de la Santé	
Dr Margaret Chan	Directrice générale adjointe du groupe Maladies transmissibles, Organisation mondiale de la Santé	
Professeur Howard Dalton	Conseiller scientifique en chef, ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.	
Dr Joseph Domenech	Directeur du service Santé animale, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture	
Sir Liam Donaldson	Directeur général de la Santé, ministère de la Santé du R.-U.	
Professeur Steven Edwards	Directeur général, Agence des laboratoires vétérinaires - représentant l'Organisation mondiale de la Santé animale (OIE)	
Professeur Julia Goodfellow, CBE	Directrice générale, Comité de recherche en biotechnologie et sciences biologiques - représentant les <i>Research Councils</i> (Conseils de recherche du R.-U.)	

Groupe des acteurs et partenaires de haut niveau - membres, associés et adjoints (suite)	
Dr Rick Hall	Directeur technique, Laboratoire de science et de technologie du ministère de la Défense du R.-U., Porton Down
Dr David Harper	Scientifique principal et Directeur de la protection de la santé, Service de la santé internationale et du développement scientifique, ministère de la Santé du R.-U.
Dr Stephen Hunter	Directeur de la division Santé végétale, ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.U.
Dr Richard Klausner	Ancien Directeur général du programme <i>Global Health</i> , Fondation Bill & Melinda Gates
M. Andy Lebrecht	Directeur général de la division Alimentation, Agriculture et Pêche, ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.U.
M. Mark Neale	Directeur général, Conseil d'administration du budget, des affaires fiscales et des prestations sociales, ministère des Finances du R.-U. (anciennement DG de la division Sécurité et crime international organisé, ministère de l'Intérieur)
Dr David Nowell	Secrétariat de la convention internationale sur la protection des végétaux, service Protection des plantes, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Dr Debby Reynolds	Vétérinaire en chef du gouvernement du R.-U., Directrice générale de la santé et du bien-être animal, ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.U.
Dr Richard Scott, OBE	Directeur scientifique, Laboratoire de science et de technologie du ministère de la Défense du R.-U.
M ^{me} Angela Singh	Directrice de la division Science et technologie, ministère de l'Intérieur du R.-U.
Dr Jan Slingenburgh	Responsable en chef du service Santé animale, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
M ^{me} Helen Thorne	Directrice du secrétariat des Conseils de recherche du R.-U.
Professeur Pat Troop	Directrice générale de l'Agence de protection de la santé du R.-U.
Dr Stewart Tyson	Directeur des Professions de la Santé, ministère du Développement international
Dr Niek Van der Graaf	Directeur du service Protection des végétaux, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Sir Robert Watson	Scientifique principal et Directeur du réseau Développement écologiquement et socialement durable, Banque mondiale
M. Martin Ward	Division Santé végétale, ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.U.
Groupe consultatif d'experts - membres et adjoints	
M. Derek Flynn - Président	Directeur du projet Détection et identification des maladies infectieuses, Programme <i>Foresight</i> , Service Science et Innovation
Dr Ian Barker	Directeur de la division Méthodes immunologiques et moléculaires, Laboratoire scientifique central
Professeur Tony Barnett	Chargé de recherches professionnelles auprès de l'ESRC (<i>Economics and Social Research Council</i> , Comité de recherche en sciences économiques et sociales), Institut DESTIN (Études du développement), École des sciences économiques de Londres
Dr Andy Bell	Scientifique principal, CBRN (attaques chimiques, biologiques, radiologiques et nucléaires), ministère de l'Intérieur du R.-U.
Dr Edward Coyle	Directeur du Conseil scientifique de la <i>British Medical Association</i> (Association médicale britannique)
Dr Claire Craig	Directrice, Programme <i>Foresight</i> , Service Science et Innovation
Dr Peter Dukes	Gestionnaire du programme du comité Infections et immunité, Conseil de la recherche médicale du R.-U.
Dr Simon Earwicker	Responsable d'équipe, Laboratoire de Science et de Technologie du ministère de la Défense du R.-U.

Dr Stephen Hunter	Directeur de la santé végétale, ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales	
Groupe consultatif d'experts - membres et adjoints (suite)		
Professeur Anne Johnson	Division Soins primaires et science des populations, <i>University College</i> , Londres	
Professeur Jonathan Jones	Directeur, Laboratoire de Sainsbury	
M. Fred Landeg	Vétérinaire adjoint du gouvernement du R.-U, ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.	
Dr Ian Lawston	Scientifique principal, division Détection, Laboratoire de science et de technologie du ministère de la Défense du R.-U.	
Professeur John Lucas	Directeur de la division Interactions végétaux-Agents pathogènes, Rothamsted Research	
Dr David Mackay	Directeur du Laboratoire de Pirbright, Institut de la Santé animale	
Dr Dilys Morgan	Directrice de la division Infections émergentes et zoonoses, Agence de protection de la santé	
Professeur Angus Nicoll	Expert national affecté au Centre européen de prévention et de contrôle des maladies et à l'Agence de protection de la santé du R.-U.	
Dr Martin Pearce	Directeur scientifique, Laboratoire de science et de technologie du ministère de la Défense du R.-U.	
Dr Scott Sellers	Responsable scientifique, ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.	
Professeur Peter Smith, CBE	Professeur d'épidémiologie tropicale, École d'hygiène et de médecine tropicale de Londres	
Dr John Stephenson	Responsable en chef de la recherche, ministère de la Santé du R.-U.	
De Peter Stevenson	Directeur de la recherche et du développement de la division Maladies animales exotiques du ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.	
Dr Angela Williams	Directrice du programme - Comité Infections et immunité, Conseil de la recherche médicale du R.-U	
Dr Penny Wilson	Expert-conseil auprès des industries des sciences de la vie, de la biotechnologie et des soins de santé	
Dr Marion Woolridge	Directrice, Centre d'épidémiologie et d'analyse des risques, Agence des laboratoires vétérinaires du R.-U.	
Contributeurs au projet		
M ^{me} Nana Abadji	Directrice du projet	Conseil d'administration du programme <i>Foresight</i> , Service Science et Innovation
Dr Matthew Addis	Centre d'innovation en technologies de l'information	Université de Southampton
Dr Richard Adegobola	Directeur	Laboratoires du Conseil de la recherche médicale, Gambie
Dr William Amanfu	Responsable de la santé animale	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Professeur Alan L. Archibald	Directeur de la division Génomique et Bioinformatique	Institut Roslin
Dr Catherine Arnold	Unité Génomique appliquée et fonctionnelle	Agence de protection de la santé du R.-U.
Dr Richard Ashcroft	Chargé d'enseignement en éthique biomédicale	<i>Imperial College</i> , Londres
Dr Richard Baines	Faculté de l'Agriculture	Collège agricole royal
Dr Richard Baker	Responsable scientifique principal	Laboratoire scientifique central
Professeur Christopher Bartlett	Professeur associé d'épidémiologie des maladies infectieuses	Centre d'épidémiologie des maladies infectieuses, <i>University College</i> , Londres et École d'hygiène et de médecine tropicale de Londres

Contributeurs au projet (suite)		
M ^{me} Alice Baxter	Directrice, service Affaires internationales concernant la santé des végétaux	Ministère de l'Agriculture, Afrique du Sud
Professeur Matthew Baylis	Chaire en épidémiologie des encéphalopathies spongiformes transmissibles	Université de Liverpool
Professeur Norman Begg	Directeur médical	GlaxoSmithKline
Dr Eshetu Bekele	Chercheur en chef, Phytopathologie	Organisation éthiopienne de recherche agricole, Éthiopie
Dr Louise Bennett	Directrice	Vivas Limited
Professeur Malcom Bennett	Directeur du département de pathologie vétérinaire	Université de Liverpool
Dr Graham Bent	Sciences des données	Laboratoires d'IBM au R.-U.
M. Robert Bernard	Coordinateur du projet	Conseil d'administration du programme <i>Foresight</i> , Service Science et Innovation
M. Richard Berridge	Conseiller en politiques européennes	Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.
Professeur Virginia Berridge	Institut de l'Histoire de la santé publique	École d'hygiène et de médecine tropicale de Londres
M. Paul Bessell	Groupe Épidémiologie	Université d'Édimbourg
Dr Martin Bidartondo	Chargé d'enseignement	<i>Imperial College et Kew Gardens</i> , Londres
Dr Dave Birch	Directeur	Consult Hyperion
Dr Michael Birkett	Chercheur scientifique en chef	Rothamsted Research
Professeur Stephen Bishop	Division Génétique et génomique	Institut Roslin
Dr Mpoko Bokanga	Directeur général	Fondation africaine pour la technologie agricole, Kenya
Professeur David Bradley	Professeur honoraire, titulaire de la chaire Ross en hygiène tropicale	École d'hygiène et de médecine tropicale de Londres
Dr Robert F. Breiman	Programme international sur les infections émergentes	Centres de contrôle et de prévention des maladies, Kenya
M. Komayombi Bulegeya	Membre de la commission Protection des cultures	Ministère de l'Agriculture, de l'Industrie de l'élevage et de la Pêche de l'Ouganda
Dr Deborah Burgess	Responsable en chef du programme	Fondation Bill & Melinda Gates, États-Unis
Dr David Brown	Directeur, Centre de référence des virus	Agence de protection de la santé
M. Tony Bryant	Cadre de direction, Équipe du traitement informatique des données du projet	Service de la fiscalité et des douanes du R.-U.
Dr Phil Butcher	Professeur de microbiologie moléculaire et médicale	Hôpital St. George, Londres
Dr Lee Calvert	Phytovirologue	Centre international de l'agriculture tropicale, Colombie
Dr Diarmid Campbell-Lendrum	Scientifique	Organisation mondiale de la Santé
Dr Annette Carey	Directrice technique	Conseil pour le développement de l'horticulture
M ^{me} Siobhan Carey	Statisticienne en chef	Ministère du Développement international du R.-U.
Dr Rachel Carson	Directrice générale	Inscentinel Ltd.

Contributeurs au projet (suite)		
Professeur Tony Cass	Directeur adjoint	Institut d'ingénierie biomédicale, <i>Imperial College</i> , Londres
Dr Tim Chancellor	Responsable d'équipe, groupe Santé végétale, animale et humaine	Institut des ressources naturelles, Université de Greenwich
Professeur Chifumbe Chintu	Professeur de pédiatrie et de santé infantile	Université de Zambie
Dr Freddy Choi	Centre d'innovation en technologies de l'information	Université de Southampton
Dr Mariann Chriel	Épidémiologiste	Institut danois pour l'alimentation et la recherche vétérinaire
Dr Richard Coker	Chargé d'enseignement	École d'hygiène et de médecine tropicale de Londres
Professeur John Collinge	Directeur de l'Unité Prion du Conseil de la recherche médicale du R.-U. et Chef de département	<i>University College</i> , Londres
Professeur Jon Cooper	Département d'électronique et d'ingénierie électrique	Université de Glasgow
Professeur Hoosen Coovadia	Institut de recherches médicales Doris Duke	Université de KwaZulu-Natal
Dr Andrew Cottam	Directeur de l'unité Agents biologiques	Bureau Santé et sécurité
Dr Denis Coulombier	Directeur de l'unité Capacité de réaction et réponse	Centre européen de prévention et de contrôle des maladies
Dr Nick Coulson	Directeur de la division Santé animale internationale	Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.
Dr Chris Danks	Groupe Santé végétale	Laboratoire scientifique central
Dr Glyn Davies	Expert-conseil	R.-U.
M ^{me} Ann Davison	Expert-conseil sur le projet de mobilisation des consommateurs auprès du ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.	Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.
Professeur Bill Day	Directeur	Institut de recherche de Silsoe
Dr Kevin DeCock	Directeur	Centres de contrôle et de prévention des maladies, Kenya
Professeur Dave de Roure	Professeur d'informatique	Université de Southampton
Dr Chris Desmond	Institut d'études du développement (DESTIN)	École des sciences économiques de Londres
Dr Adama Diallo	Directeur de l'unité Production et santé animales	Agence internationale à l'énergie atomique, Autriche
Dr Diadier Diallo	Unité Épidémiologie et traitement des données	Centre national de recherche et de formation sur le paludisme
Professeur Adrian Dixon	Directeur clinique du service de radiologie	Hôpital Addenbrooke, Cambridge, R.-U.
Professeur Christl Donnelly	Professeur d'épidémiologie statistique	<i>Imperial College</i> , Londres
Dr Nigel Dowdall	Directeur des services de santé	British Airways
Dr Alan Doyle	Directeur du programme scientifique	Wellcome Trust
Dr Mel Duffield	Responsable de l'équipe Biochimie des protéines, Sciences biomédicales	Laboratoire de science et de technologie du ministère de la Défense du R.-U.
Dr Christopher Dye	Groupe VIH/SIDA, tuberculose et paludisme	Organisation mondiale de la Santé
Dr Simon Eden-Green	Expert-conseil	EG Consulting

Contributeurs au projet (suite)		
Dr John Edmunds	Directeur de l'unité Modélisation et sciences économiques	Agence de protection de la santé
Dr Mike English	Attaché de recherche en chef	Programme collaboratif KEMRI (Institut de recherche médical du Kenya)/Wellcome Trust, Kenya
Dr Denis Fargette	Phytovirologue	Aide et développement international, France
Professeur Neil Ferguson	Département des maladies infectieuses et d'épidémiologie	Imperial College, Londres
Dr Eric Fevre	Centre des maladies infectieuses	Université d'Édimbourg
Professeur Paul Fine	Professeur d'épidémiologie	École d'hygiène et de médecine tropicale de Londres
Dr Bart Fraaije	Division Interactions végétaux-Agents pathogènes	Rothamsted Research
M. Christopher Furk	Inspecteur principal de la santé des plantes et des semences	Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.
Dr Linda Galloway		Anciennement rattachée à l'unité Terrorisme et protection, ministère de l'Intérieur du R.-U.
Dr Berhe Gebreegziabher	Directeur	Institut national vétérinaire de l'Éthiopie
Dr Paul Wenzel Geissler	Chargé d'enseignement en chef en anthropologie sociale	École d'hygiène et de médecine tropicale de Londres
Professeur C. G. Gemmel	Directeur du laboratoire écossais de référence des SARM et Professeur (Infections bactériennes et épidémiologie)	Université de Glasgow
Dr Elizabeth S. George	Directrice adjointe du portefeuille des contre-mesures biologiques	Ministère de la Sécurité intérieure des États-Unis
Professeur George Gettinby	Codirecteur, Informatique et épidémiologie vétérinaire	Université de Strathclyde
Professeur John Gibson	Institut de génétique et de bioinformatique	Université de la Nouvelle Angleterre, Australie
Dr Jeffrey Gilbert	Région du Pacifique occidental	Organisation mondiale de la Santé
Professeur Noel Gill	Expert-conseil en épidémiologie	Agence de protection de la santé
Professeur Stephen Gillespie	Microbiologiste régional	Faculté de médecine des Hôpitaux Royal Free et University College, Londres
Professeur Christopher A. Gilligan	Professeur de biologie mathématique	Université de Cambridge
Dr Andrew Githeko	Responsable en chef de la recherche et Directeur de l'unité Climat et santé humaine	Institut de recherche médicale du Kenya, Kisumu, Kenya
Professeur Ernest Gould	Attaché de recherche en chef	Centre d'écologie et d'hydrologie
Dr Simon Gowen	Principal attaché de recherche	Département de l'Agriculture, Université de Reading
Professeur Rod Griffiths	Président	Faculté de la Santé publique
Dr Peter Grimley	Directeur de la Politique des importations, division Santé animale internationale	Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.
Professeur Robert Gurney	Directeur, Centre de la dynamique des systèmes écologiques	Université de Reading
Dr Hans Hagen	Cadre supérieur	Wellcome Trust

Contributeurs au projet (suite)		
Dr Rosie Hails	Directrice de l'équipe de recherche sur l'écologie de la population d'agents pathogènes	Centre d'écologie et d'hydrologie
Professeur Jim Hall	Professeur d'ingénierie des systèmes de la Terre	Université de Newcastle-upon-Tyne
Dr Nigel Hardwick	Attaché	Laboratoire scientifique central
M. Steven Hart	Directeur du développement de la sécurité	BAA (Gestionnaire des principaux aéroports britanniques)
Dr Jeremy Hawker	Directeur adjoint, division Services locaux et régionaux	Agence de protection de la santé
Dr Simon Hay	Département de zoologie	Université d'Oxford
M. Gerard Hetherington	Directeur de la division Protection de la santé	Ministère de la Santé du R.-U.
Professeur Stephen Hill	Directeur du groupe Santé végétale	Laboratoire scientifique central
Dr Judith Hilton	Directrice de la division Sécurité microbiologique	Food Standards Agency du R.-U. (Agence de contrôle de la sécurité alimentaire)
Dr Abraham Hodgson	Directeur du Centre de recherche sur la santé de Navrongo	Ministère de la Santé du Ghana
M ^{me} Elizabeth Hoile	Responsable des activités du projet en Chine et à Hong-Kong	Centre des infections de l'Agence de protection de la santé
M. Tony Howard	Directeur adjoint du Conseil d'administration sur la propriété intellectuelle et l'innovation	Bureau des brevets
Professeur Jianshi Huang	Professeur d'épidémiologie et Président adjoint	Académie chinoise des sciences médicales et <i>Peking Union Medical College</i> , Beijing, Chine
Professeur Mike Hulme	Directeur	Centre Tyndall pour la recherche sur le changement climatique
Dr Geoff Jenkins	Centre Hadley	Office météorologique britannique
M. Craig Johnson	Groupe de soutien	Équipe de planification d'entreprises, Service Science et Innovation
Dr Jane Jones	Expert-conseil en épidémiologie, Directrice de la division Santé des voyageurs et migrants	Agence de protection de la santé
Dr Peter Jones	Coordinateur du projet	Centre international de l'agriculture tropicale, Colombie
Dr Phil Jones	Division Interactions végétaux-Agents pathogènes	Rothamsted Research
Professeur Dominic M. Kambarage	Doyen de la faculté de médecine vétérinaire	Université agricole Sokoine, Tanzanie
Professeur Salim Abdool Karim	Vice-chancelier adjoint	Université de KwaZulu-Natal
Dr Matthew J. Keeling	Département des sciences biologiques	Université de Warwick
M. Peter Kenmore	Moyens de gestion mondiale intégrée des parasites, service Protection des plantes	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Dr Lawrence Kenyon	Phytopathologiste/phytovirologiste	Institut des ressources naturelles, Université de Greenwich
Ilona Kickbusch, PhD		Kickbusch Health Consult, Suisse
Dr Francis Kimmins	Directeur du programme de protection des cultures	Natural Resources International Ltd.

Contributeurs au projet (suite)		
Dr Alex King	Conseiller en politiques	ERDU (Unité de développement des ressources en énergie), ministère du Commerce et de l'Industrie du R.-U.
Dr Donald King	Chercheur scientifique en chef	Institut de la santé animale
M. Sari Kovats	Enseignant du supérieur - Épidémiologie	École d'hygiène et de médecine tropicale de Londres
Dr Patti Kristjanson	Directrice de projets opérationnels	Institut international de la recherche sur le bétail, Nairobi, Kenya
M. Russ Kruska	Scientifique	Institut international de la recherche sur le bétail, Nairobi, Kenya
Dr Jerome Kubiriba	Programme de recherche sur la banane	Organisation de recherche nationale agricole, Ouganda
Professeur Mark Laing	Directeur	Centre africain pour l'amélioration des cultures, Pretoria, Afrique du Sud
M ^{me} Mary Lawrence	Directrice du projet	Conseil d'administration du programme <i>Foresight</i> , Service Science et Innovation
Professeur Steve Leach	Directeur scientifique	Agence de protection de la santé
Dr Berga Lemaga	Coordinateur	Association pour le renforcement de la recherche agricole en Afrique de l'Est & Centrale, Entebbe, Ouganda
Professeur Jillian Lenne		Expert-conseil indépendante
M. Joseph Litamoi	Centre de vaccination vétérinaire panafricain	Union africaine
Professeur Steven Lindsay	Institut de la science des écosystèmes, École des sciences biologiques et biomédicales	Université de Durham
Dr Stephen Little	Directeur général	DxS Ltd.
Dr Gordon Logan	Directeur général	Labformatics Ltd.
Dr Oumou Sangare Loko		Laboratoire central vétérinaire, Mali
Dr Catherine Lyall	Attachée de recherche	Consortium de recherche économique et sociale, Centre Innogen
Dr John Lynam	Directeur général	Kilimo Trust/Fondation charitable Gatsby, Kampala, Ouganda
Professeur David W. Macdonald	Directeur de l'unité de recherche sur la conservation de la faune sauvage, Département de zoologie	Université d'Oxford
Professeur Brian Mahy	Scientifique en chef	Centres de contrôle et de prévention des maladies (CDC), Atlanta, États-Unis
Professeur Martin Maiden	Département de zoologie	Université d'Oxford
Dr Christopher Marooney	Centre d'épidémiologie et d'analyse des risques	Association des laboratoires vétérinaires
Professeur Kevin Marsh	Centre de médecine géographique	Programme collaboratif KEMRI/Wellcome Trust, Kenya
Dr Greg Masters	Directeur de l'alliance LEC-Centre International pour l'agriculture et les sciences (CABI)	LEC (Centre de l'environnement de Lancaster)
Dr Monica Musenero Masanza	Épidémiologiste	Ministère de la Santé de l'Ouganda
Dr Franziska Matthies	Scientifique invitée à l'université d'East Anglia	Centre Tyndall pour la recherche sur le changement climatique
Dr Keith McAdam	Directeur	Institut des maladies infectieuses, Université de Makerere, Ouganda

Contributeurs au projet (suite)		
Benjamin J. J. McCormick	Groupe de recherche TALA, (trypanosomiase et utilisation des terres en Afrique), département de zoologie	Université d'Oxford
Professeur John McDermott	Directeur général adjoint	Institut international de la recherche sur le bétail, Nairobi, Kenya
Dr John McGiven		Agence des laboratoires vétérinaires
Dr Martin McPherson	Directeur - Phytopathologie	Centre de technologie de Stockbridge
Dr Darius Michaelides	École d'électronique et d'informatique	Université de Southampton
Professeur Uswege Minga	Professeur et Chef de clinique	Centre national d'enseignement par correspondance de la Tanzanie
Professeur Jennifer Mordue	Département de zoologie	Université d'Aberdeen
Dr Geraint Morgan	Institut de recherche sur les sciences planétaires et spatiales	Centre national d'enseignement par correspondance du R.-U.
Professeur Ivan Morrison	Directeur de la recherche	Faculté royale (Dick) d'études vétérinaires, Université d'Édimbourg
Dr Bonaventure Mtei	Responsable en chef du bétail	Communauté de développement de l'Afrique australe, Botswana
Dr Uwe Mueller-Doblies	Directeur de la biosécurité	Institut de la santé animale
Dr Jontham Musiime	Expert-conseil	Ancien directeur du Bureau interafricain des ressources animales de l'Union africaine (AU-IBAR,) Kenya
Professeur Anthony Musoke	Directeur de la recherche & de la technologie	Institut vétérinaire Onderstepoort, Afrique du Sud
Dr Charles Mwansambo	Directeur	Hôpital central de Lilongwe, Malawi
Professeur Marie-Louise Newell	Centre d'épidémiologie pédiatrique et de biostatistique	Institut de santé de l'enfant, <i>University College</i> , Londres
Dr Rose Njeru		Université de Nairobi, Kenya
Dr Baleguel Nknot	Directeur général	Fondation de l'initiative de Yaoundé, Cameroun
Dr Stephen Nutsugah	Chercheur scientifique en chef/Directeur de la section Phytopathologie	Institut de recherche agricole Savanna (SARI), Ghana
Professeur Timothy U. Obi	Professeur de médecine vétérinaire & santé publique	Université d'Ibadan, Nigeria
Professeur Kwame Offei	Doyen, département Sciences des cultures	Université du Ghana
Dr Anne O'Garra	Directrice de la division Immunorégulation	Institut national de la recherche médicale
Dr James Ogwang	Ag. Directeur de la recherche	Institut de recherche sur le café (CORI), Kituza, Ouganda
Dr Joseph Okello-Onen	Responsable en chef de la recherche	Institut international de la recherche sur le bétail, Ouganda
Dr William Olah-Mukani	Directeur des ressources animales	Ministère de l'Agriculture de l'Ouganda
Dr Ahono Olembo	Directeur adjoint	Comité phytosanitaire interafricain de l'Union africaine, Yaoundé, Cameroun
Dr Kenneth Ombongi	Département d'histoire	Université de Nairobi, Kenya
Dr Alex Opio	Commissionnaire adjoint	Ministère de la Santé, Kampala, Ouganda
Dr Fina Opio	Directeur de la recherche	Institut de recherche sur la production agricole et animale, Namulonge, Ouganda

Contributeurs au projet (suite)		
Dr William Otim-Nape	Expert-conseil et ancien Directeur général suppléant	Organisation de recherche nationale agricole (NARO), Ouganda
Dr Erasmus Otolok-Tanga	Expert-conseil	Institut de la Santé publique, Ouganda
Professeur John Oxford	Retroscreen Virology Ltd.	Faculté de médecine et de dentisterie des hôpitaux Bart's et Queen Mary de Londres
Professeur Steven Palmer	Département d'épidémiologie, de statistiques et de la santé publique	Université de Cardiff
M. Jon Parke	Directeur du projet	Conseil d'administration du programme <i>Foresight</i> , Service Science et Innovation
Professeur Julian Parkhill	Directeur de l'unité de séquençage des agents pathogènes	Institut Sanger du Wellcome Trust
Dr Roger Paskin	Directeur et vétérinaire	Comité sur le commerce de la viande de la Namibie
Dr Ed Peeler	Épidémiologiste vétérinaire	Centre des sciences de l'environnement, de la pêche et de l'aquaculture
Dr Rosanna Peeling	Directrice, Recherche et développement de diagnostics	Organisation mondiale de la Santé
Dr Ferdinand Peer	Cadre supérieur - Applications de la téléphonie mobile à la santé sur le terrain	Vodafone
Professeur Hugh Pennington	Institut des sciences médicales	Université d'Aberdeen
Professeur Jan Pentreath	Ancien Responsable scientifique en chef et Directeur de la stratégie pour l'environnement	Agence pour l'environnement
Dr Elaine Perkins	Directrice adjointe de l'équipe sur les biocapteurs	Laboratoire de science et de technologie du ministère de la Défense du R.-U.
Professeur Dirk Pfeiffer	Professeur d'épidémiologie vétérinaire	Collège vétérinaire royal
Dr Noah Phiri	Phytopathologiste	Centre régional africain du CABI, Kenya
Professeur John Pickett	Directeur de la division Chimie biologique	Rothamsted Research
Dr Yvonne Pinto	Directrice de l'agriculture	Fondation charitable Gatsby
M. Neil Pitter	Ancien Administrateur du projet, Conseil d'administration du programme <i>Foresight</i> , Service Science et Innovation	
M. Andy Price	Directeur des techniques et procédures de sécurité	BAA (Gestionnaire des principaux aéroports britanniques)
Dr Bethan V. Purse	Groupe de recherche TALA, département de zoologie	Université d'Oxford
M ^{me} M. Megan Quinlan	Spécialiste des affaires réglementaires	Interconnect Consulting
M. Dennis Rangi	Directeur	Centre régional africain du CABI, Kenya
Dr Robin Reid	Écologiste	Institut international de la recherche sur le bétail, Nairobi, Kenya
Dr Alistair Robb	Conseiller en matière de santé	Département du développement international (Dfid), Kampala, Ouganda
Dr Tim Robinson	Initiative pour des politiques d'élevage en faveur des pauvres	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

Contributeurs au projet (suite)		
Professeur Tom Rodden	Professeur d'informatique	Université de Nottingham
Dr Guenal Rodier	Directeur du groupe Surveillance des maladies transmissibles et réponse aux menaces	Organisation mondiale de la Santé
Dr Peter Roeder	Service de la santé animale, division Production et santé animales	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Professeur David J. Rogers	Groupe de recherche TALA, département de zoologie	Université d'Oxford
M ^{me} Pamela Rogers	Responsable d'équipe - Interdictions et restrictions	Service de la fiscalité et des douanes du R.-U.
Dr Cathy Roth	Coordinatrice d'équipe	Organisation mondiale de la Santé
M ^{me} Ros Rouse	Directrice adjointe	Consortium de recherche économique et sociale
M. Owen Rowland	Directeur du contre-terrorisme et de la politique de la science et de la technologie	Ministère de l'Intérieur du R.-U.
Dr Gabriel Rugalema	Conseiller en politiques	Institut international de planification de l'éducation/Unesco, France
Dr Francis Runumi	Membre de la commission sur la planification - Services de santé	Ministère de la Santé de l'Ouganda
Dr Amal Rushdy	Expert-conseil et épidémiologiste	Agence de protection de la santé du R.-U.
Dr Mark Rweyemamu	Expert-conseil	Tanzanie
Dr David Salisbury	Directeur de l'immunisation	Ministère de la Santé du R.-U.
Dr Roland Salmon	Directeur du Centre de surveillance des maladies transmissibles	Service national de la santé publique au Pays de Galles
Dr Victoria Sanderson	Groupe de recherche TALA, département de zoologie	Université d'Oxford
Dr Sidibe Amadou Samba	Représentant régional	Organisation mondiale de la Santé animale (OIE), Barnako, Mali
Dr Dhan Samuel	Directeur de l'unité Développement de tests de sérologie, département de référence des virus	Centre pour les infections, Agence de protection de la santé du R.-U.
Dr Abraham Sangula	Laboratoires de recherche sur la fièvre aphteuse, Embakasi	Nairobi, Kenya
Dr Osman Sankoh	Directeur des communications et des relations extérieures	Réseau Indepth, Ghana
Dr Gordon Sanghera	Directeur général	Oxford Nanolabs Ltd.
Dr Sidi Sanyang	Expert-conseil auprès du Bureau du Secrétaire de direction	Forum pour la Recherche agricole en Afrique (FARA), Accra, Ghana
Dr Matt Sapiano	Centre interdisciplinaire en sciences des systèmes de la Terre	Université du Maryland, États-Unis
Dr Claire Sansford	Principale analyste des risques	Laboratoire scientifique central
M ^{me} Barbara Saunders	Expert-conseil en consommation	Foodaware
Dr Harald Schmidt	Directeur adjoint	Conseil de bioéthique Nuffield
Dr Bouback Seck	Spécialiste en vaccins	Centre de vaccination vétérinaire panafricain, Ethiopie
Dr David Serwadda	Expert-conseil	Institut de la santé publique, Université de Makerere, Ouganda
Professeur Nelson Sewankambo	Doyen de la faculté de médecine	Faculté de médecine de l'Université de Makerere, Ouganda
M ^{me} Anjum Shah	Administratrice du projet	Conseil d'administration du programme <i>Foresight</i> , Service Science et Innovation

Contributeurs au projet (suite)		
Dr Mike Shaw	Faculté des sciences de la vie	Université de Reading
Dr Alan Sher	Directeur de la section Immunobiologie du laboratoire des maladies parasitaires	Institut national des allergies et maladies infectieuses, États-Unis
Dr Yang Shibiao		Laboratoire national de diagnostic des maladies animales exotiques, Yunnan, Chine
Dr Dewan Sibartie	Sous-directeur du département scientifique et technique	Organisation mondiale de la Santé animale (OIE)
Dr Nigel Silman	Responsable d'équipe	Agence de protection de la santé du R.-U.
Dr Peter Sinyangwe	Directeur	Services vétérinaires, ministère de l'Agriculture et des Coopératives de la Zambie
Sir John Skehel	Vice-président	Académie des sciences médicales
Dr Alan Smith	Chef de clinique spécialisé en médecine de la santé publique	Agence de protection de la santé du R.-U.
Professeur David G. E. Smith	Directeur de la génomique fonctionnelle et de la protéomique	Institut de recherche Moredun
Professeur Geoffrey Smith	Directeur du département de virologie	<i>Imperial College</i> , Londres
Professeur Bob Snow	Centre de médecine géographique	Programme collaboratif KEMRI/Wellcome Trust, Kenya
Dr R Soi	Sous-coordonateur de la biotechnologie	Centre national de recherche agricole, Nairobi, Kenya
Dr Nicola Spence	Directrice du groupe Santé des plantes	Laboratoire scientifique central
Professeur Brian G. Spratt	Département de l'épidémiologie des maladies infectieuses	<i>Imperial College</i> , Londres
Dr Robert Sullivan	Division Stratégie en recherche et technologie	Ministère des Transports du R.-U.
Professeur Will Stewart		Expert-conseil indépendant
M. Simon Strickland	Secrétariat du plan d'urgence civique	Bureau du Conseil des ministres
Dr James Stuart	Directeur régional	Agence de protection de la santé du R.-U.
M. Jonathan Suk	Attaché de recherche	Consortium de recherche économique et sociale, Centre Innogen
Dr Dave Squirrel	Département de la détection	Laboratoire de science et de technologie du ministère de la Défense du R.-U., Porton Down
Ernest T. Takafuji, Docteur en médecine	Directeur du bureau de recherche en biodéfense	Institut national des allergies et maladies infectieuses, États-Unis
Dr Andrew J. Tatem	Groupe de recherche TALA, département de zoologie	Université d'Oxford
Dr Evans Taracha	Directeur de projets opérationnels	Institut international de la recherche sur le bétail, Nairobi, Kenya
Dr Steve Taylor	Centre d'innovation en technologies de l'information	Université de Southampton
Dr Eugene Terry	Coordinateur du réseau intérimaire	Biosciences en Afrique orientale et centrale (BECA), Kenya
Dr Yaya Thiongane	Directeur	Laboratoire de Virologie au Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires, Dakar Sénégal
Professeur David Thomas		Institut des maladies infectieuses, Ouganda

Contributeurs au projet (suite)		
Dr Paul Thomas	Directeur technique	Laboratoire de science et de technologie du ministère de la Défense du R.-U.
Dr Gavin Thomson	Expert-conseil	Anciennement FAO/AU-IBAR
Dr Nicholas Thomson	Directeur du projet	Institut Sanger du Wellcome Trust
Dr Graham Thompson	Directeur de la recherche et de la technologie	Conseil de la recherche agricole – Institut des cultures industrielles, Afrique du Sud
Dr Philip Thornton	Scientifique en chef/Analyste en système	Institut international de la recherche sur le bétail, Nairobi, Kenya
Professeur Mike Thresh	Expert-conseil	Fondation charitable Gatsby (anciennement à l'Institut des ressources naturelles), R.-U.
Dr Michael J. Tildesley	Département des sciences biologiques	Université de Warwick
Dr Karim Tounkara	Directeur, Transfert de la technologie diagnostique	AU-IBAR, Kenya
Professeur Christopher Toumazou	Directeur général	Institut d'ingénierie biomédicale, <i>Imperial College</i> , Londres
Dr Modibo Traore	Directeur	AU-IBAR, Kenya
Dr Peter Tukei	Directeur adjoint	CDC/KEMRI, Kenya
Dr Emily Twinamasiko	Responsable en chef de la recherche – Recherche adaptative	Organisation nationale de la recherche agricole, Ouganda
Dr Victor Tybulewicz	Directeur de la division Biologie cellulaire et immunitaire	Institut national de recherche médicale
Dr Colin Upstill	Centre d'innovation en technologies de l'information	Université de Southampton
Professeur Pankaj Vadgama	Directeur du centre de recherche interdisciplinaire en matériaux biomédicaux	<i>Queen Mary College</i> , Université de Londres
Dr Nicholas Veck	Directeur, projets européens	Infoterra Ltd.
Dr Wilna Vosloo	Sous-directrice de la division Maladies exotiques	Institut vétérinaire Onderstepoort, Afrique du Sud
Professeur Lester Wadhams	Directeur du groupe Écologie chimique	Rothamsted Research
Dr Philip Wakeley	Responsable scientifique en chef	Agence des laboratoires vétérinaires
Dr Stuart Wale	Directeur des services des cultures	Collège agricole de l'Écosse
Dr Robert Wall	Services de recherche agricole, Biotechnologie et germplasm	Ministère de l'Agriculture des États-Unis
Dr Vincent Wallace	Directeur du groupe technique Applications médicales	TeraViews Ltd.
Dr Henry Wamwayi	Conseiller technique en chef	Projet des services de la santé animale en Somalie
Dr Xiaoming Wang	Responsable du groupe de recherche	Institut des sciences des cultures, Académie chinoise des sciences agricoles
Dr Andrew Ward	Directeur adjoint du programme de protection des cultures	Natural Resources International Ltd.
M. Rowland Watkins	Centre d'innovation en technologies de l'information	Université de Southampton
Dr John M. Watson	Expert-conseil en épidémiologie et Directeur du département des maladies respiratoires	Agence de protection de la santé du R.-U.
Dr Mark Weal	École d'électronique et d'informatique	Université de Southampton

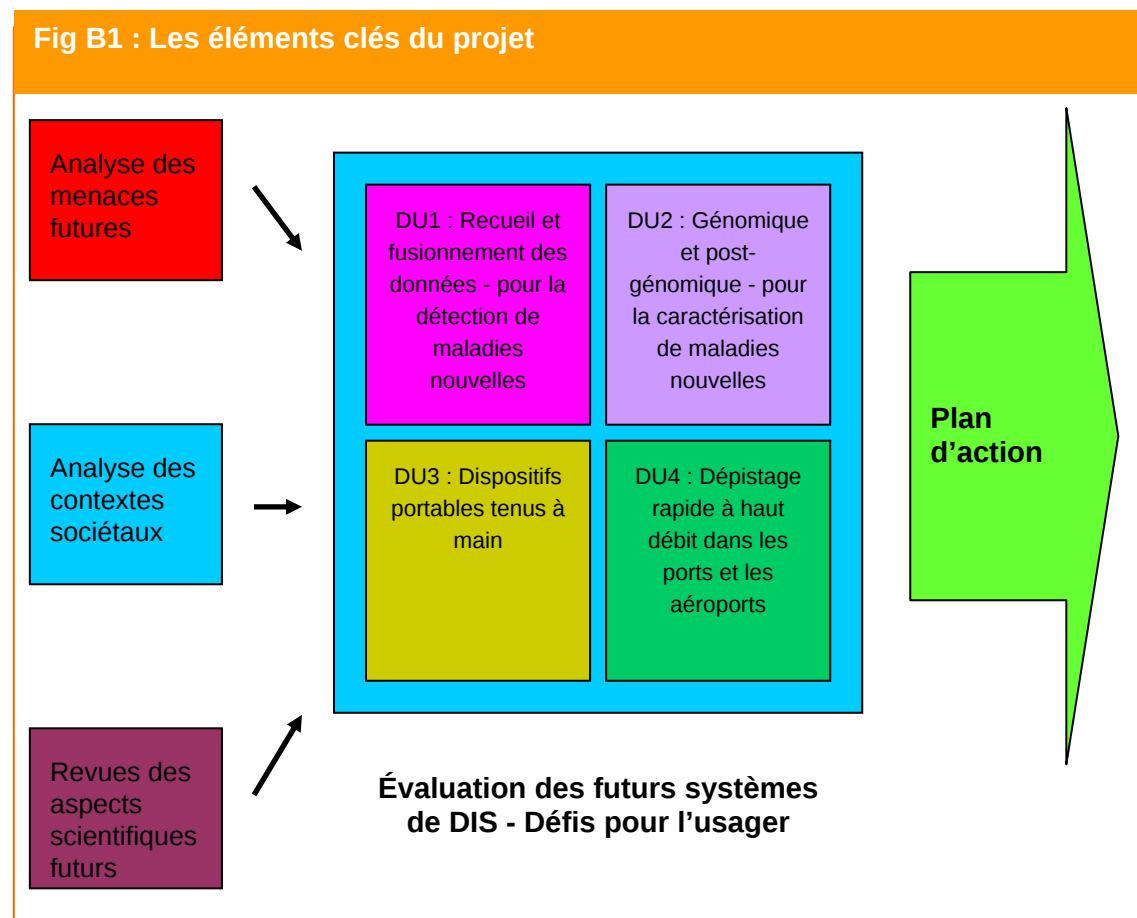
Contributeurs au projet (suite)		
Professeur Julius Weinberg	Pro Vice-chancelier	City University, Londres
Professeur Peter Wells	Professeur de recherche éminent	Université de Cardiff
Professeur Robin Weiss	Professeur d'oncologie virale	University College, Londres
M. Richard Wheeler		Université d'Édimbourg
Dr Jimmy Whitworth	Directeur des activités internationales	The Wellcome Trust
Dr Ailsa Wight	Directrice du programme Protection générale de la santé	Ministère de la Santé du R.-U.
Dr Paul Wilkinson	Unité de recherche sur la santé et l'hygiène publiques	École d'hygiène et de médecine tropicale de Londres
M ^{me} Susan Williams	Correctrice des épreuves d'imprimerie	Professional Communications
Dr S. G. Willis	Institut de la science des écosystèmes, École des sciences biologiques et biomédicales	Université de Durham
Dr Stephan Winter	Directeur, Phytovirologie	Département des virus végétaux, DSMZ (Collection allemande de microorganismes et cultures cellulaires), Université de Ghent, Allemagne
Dr James Wood	Directeur	Consortium sur les maladies infectieuses, Cambridge
Dr Simon Wood	Expert-conseil en chef	Labformatics Ltd.
Dr James Woodhall	Groupe Santé des plantes	Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.
Dr Abigail Woods	Centre pour l'histoire de la science, de la technologie et de la médecine	Imperial College, Londres
Professeur Michael Worboys	Centre pour l'histoire de la science, de la technologie et de la médecine et Unité Wellcome	Université de Manchester
Dr Alison J. Wright	Groupe Santé des plantes	Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du R.-U.
Professeur Zhaohui Xie		Académie chinoise des sciences médicales, <i>Peking Union Medical College</i> , Beijing, Chine
Professeur Gonghuan Yang	Sous-directeur	Centres chinois de contrôle des maladies, Académie chinoise des sciences médicales et <i>Peking Union Medical College</i> , Beijing, Chine
Professeur Douglas Young	Professeur (Fleming) de microbiologie médicale	Imperial College, Londres
Professeur Maria Zambon	Directrice de l'unité Virus respiratoires, département de référence des virus	Centre des infections, Agence de protection de la santé du R.-U.
Dr Feng Zhang	Coordinateur du projet	Bureau du CABI en Chine
Dr Nianzu Zhang		Laboratoire national de diagnostic des maladies animales exotiques, Yunnan, Chine
Dr Fabio Zicker	Coordinateur, Renforcement des capacités de recherche	Organisation mondiale de la Santé, Genève
Contributeurs à l'exercice de consultation avec la Chine		
Directeur - Santé publique	Département de coopération internationale, ministère de la Santé	
Président adjoint - Santé publique	Département de coopération internationale, ministère de la Santé	

Contributeurs à l'exercice de consultation avec la Chine (suite)	
Président adjoint - Gestion sanitaire	Département de coopération internationale, ministère de la Santé
Directeur - Gestion sanitaire	Département de prévention et de contrôle des maladies, ministère de la Santé
Professeur et scientifique principal	Centre national de surveillance de la santé publique et services d'informations des CDC
Directeur et Professeur	Université de Beijing
Maître de conférences	Centre national de prévention et de contrôle des maladies
Directeur et Professeur	Département d'épidémiologie, <i>Peking Union Medical College</i>
Professeur	Département d'épidémiologie, <i>Peking Union Medical College</i>
Directeur et Professeur	Département des maladies infectieuses, <i>Peking Union Medical College</i>
Professeur	Centre de prévention et de contrôle des maladies de Beijing
Maître de conférence	Bureau du Doyen, <i>Peking Union Medical College</i>
Président adjoint	Hôpital You'an de Beijing
Professeur et Docteur en chef	Hôpital You'an de Beijing
Professeur	Centre de prévention et de contrôle des maladies de Beijing
Maître de conférence	Bureau du Doyen, <i>Peking Union Medical College</i>
Professeur	Département d'épidémiologie, <i>Peking Union Medical College</i>
Maître de conférence	Département de biochimie, <i>Peking Union Medical College</i>
Maître de conférence	Université de médecine de la capitale, Beijing
Professeur	Institut de recherche, Académie agricole de la Chine
Maître de conférence	Centre de l'industrie alimentaire du ministère de l'Agriculture
Professeur	Institut de zoologie de l'Académie chinoise des sciences
Professeur	Institut des sciences économiques et du développement de l'agriculture de l'Académie chinoise des sciences agricole
Administrateur	Welltech Health Management Co. Ltd.
Directeur	Sinochem Corporation
Professeur	Centre de recherche des biens publics du Conseil de l'État
Maître de conférence	Département d'épidémiologie, <i>Peking Union Medical College</i>
Vice-président	Beijing Dianji Technology Ltd.
Professeur associé	Institut de gestion économique de l'Université des postes et télécommunications de Beijing
Vice-président	China Ocean Shipping (Groupe) Company
Directeur et Médecin en chef	Service des urgences, Bureau municipal de la santé de Beijing
Professeur	Université de Beijing
Directeur adjoint	Centre de la recherche sur le tourisme, Académie chinoise des sciences sociales
Maître de conférence	Centre de recherche sur le développement du Conseil de l'État
Professeur	École de gestion de l'Université d'études internationales de Beijing
Professeur	École de tourisme, Université d'État de Beijing
Médecin en chef adjoint	Service des urgences, <i>Peking Union Medical College</i>
Professeur	Département des sciences sociales, <i>Peking Union Medical College</i>
Professeur	Institut de la santé publique, Centre des sciences de la santé de l'Université de Pékin
Maître de conférence	Institut de la santé publique, Centre des sciences de la santé de l'Université de Pékin
Rédacteurs scientifiques	
M. Peter Evans	Peter Evans Associates Ltd.
M. Martin Ince	Journaliste indépendant

Annexe B

Détails des études effectuées dans le cadre du projet

Les principaux composants du projet sont présentés à la Figure B1 et décrits ci-dessous. Pour plus de renseignements sur chacun de ces aspects, prière de se référer aux rapports correspondants, qui sont indiqués entre parenthèses. Un tableau de tous les rapports concernant le projet et des publications à l'appui est fourni à l'Annexe C.



Analyse des menaces futures (T1) : Comme point de départ, nous avons généré une vision des futures menaces infectieuses et des facteurs qui les gouvernent. Cela permet de définir les défis auxquels les parties prenantes seront confrontées et les exigences requises des futurs systèmes de DIS. Le rapport T1 brosse dans les grandes lignes les observations tirées d'études spécialisées menées au Royaume-Uni, en Afrique et en Chine et d'analyses des maladies existantes et émergentes, de l'effet futur du changement climatique sur les maladies et de l'impact des maladies sur les écosystèmes.

Analyse des contextes sociétaux (D4) : L'efficacité des futurs systèmes de DIS dépendra de façon cruciale d'un déploiement réfléchi adapté aux différentes cultures et gouvernances et aux croyances et attitudes locales. Ces aspects ont fait l'objet de plusieurs études.

Revue des aspects scientifiques futurs (S1) : Nous avons effectué une revue des développements les plus récents dans dix différents domaines de la science. Ces domaines formeront les composantes à la base de l'élaboration des systèmes de DIS nouveaux et innovants de l'avenir. Ils vont de l'observation de la Terre à la génomique et du traitement des données aux techniques immunologiques.

Évaluation des futurs systèmes de DIS (D1) : Quatre classes de futurs systèmes de DIS (« Défis pour l'utilisateur ») ont été identifiées et soumises à des analyses détaillées (se reporter à la Figure 1A). Ces analyses ont examiné leurs coûts et avantages dans des scénarios de menaces sanitaires futures. Des feuilles de route pour leur réalisation ont en outre été produites en tenant compte des obstacles et des possibilités, ainsi que des contextes sociétaux.

Plan d'action (P1) : L'ensemble de ces études a abouti à l'élaboration d'un plan d'action détaillé par des parties prenantes clés dans toutes les régions du globe.

Finalement, et du fait que l'Afrique a représenté une cible géographique clé pour le projet, tous les éléments du projet qui concernent ce continent sont regroupés dans le rapport A1, *Africa*.

Annexe C

Structure des rapports concernant le projet et des publications à l'appui

E1 : Résumé analytique

S1 : Résumés des revues des aspects scientifiques

Revue détaillée des aspects scientifiques :

- S3 : Réseaux de capteurs intelligents
- S4 : Recueil et fusionnement des données
- S5 : Dépistage et exploration non invasifs
- S6 : Génomique et bioinformatique
- S7 : Biocapteurs et biomarqueurs
- S8 : Exploitation des signaux naturels
- S9 : Épidémiologie prévisionnelle et en temps réel
- S10 : Observation de la Terre
- S11 : Génétique des hôtes et ingénierie
- S12 : Techniques immunologiques

T1 : Menaces futures

Analyse des risques :

- T2 : Analyse des risques
- T3 : Étude spécialisée au Royaume-Uni et en Afrique

Changement climatique :

- T7.1 : Vue d'ensemble
- T7.2 : Maladies végétales
- T7.3 : Maladies animales
- T7.4 : Maladies humaines

Études de cas de maladies spécifiques :

- T5.1 : SARM
- T5.2 : VIH/SIDA
- T5.3 : Grippe humaine
- T5.5 : Agents pathogènes d'origine alimentaire
- T5.6 : Maladies des poissons
- T5.7 : Mildiou de la pomme de terre
- T5.8 : Paludisme
- T5.9 : Peste bovine
- T5.10 : Phytovirus en Afrique sub-saharienne (ASS)
- T5.11 : Encre des chênes rouges
- T5.12 : Virus West Nile

Revue des études de modélisation :

- T8.1 : Vue d'ensemble
- T8.2 : Paludisme en ASS
- T8.3 : Fièvre catarrhale en Europe
- T8.4 : Lutte contre la TB en ASS
- T8.5 : Commerce mondial
- T8.6 : Fièvre aphteuse
- T8.7 : VIH/SIDA pédiatrique
- T8.8 : Mouches tsé-tsé en ASS
- T8.10 : Paludisme au R.-U,
- T8.11 : Coûts écologiques du flétrissement bactérien de la pomme de terre

REMARQUE : Les rapports ne sont pas numérotés en série. Certains numéros ont été à l'origine réservés pour des rapports qui n'ont pas été commissionnés par la suite.

Autres analyses et recherches :

T9 : Analyse des initiatives

T10 : Voyages et migrations, et leur impact sur les maladies

T11 : Effets de maladies sur des écosystèmes

T12 : Commerce des animaux sauvages

T13 : Chine - Maladies humaines et zoonotiques

T15 : Analyse de la base de données des agents pathogènes pour les végétaux

T16 : Analyse de la base de données des agents pathogènes pour l'homme

A1 : Afrique

Rapports concernant l'Afrique :

A3.1 : Documentation pour la Commission pour l'Afrique (CfA)

A3.2 : Annexes à la documentation pour la CfA

A4 : Rapport d'un atelier de travail panafricain

A5 : Rapport d'un atelier de travail panafricain (traduction en français)

D1 : Vision des futurs systèmes de détection, d'identification et de surveillance

Étude des défis pour l'utilisateur :

D2 : Introduction à l'étude des défis pour les usages

D2.1 : DU1 - Recueil et fusionnement des données

D2.2 : DU2 - Génomique et post-génomique - pour la caractérisation de nouveaux agents pathogènes

D2.3 : DU3 : Dispositifs diagnostiques portables à main

D2.4 : DU4 : Dispositifs de dépistage rapide à haut débit

Contrôle des maladies futures :

D3.1 : Maladies végétales

D3.2 : Maladies animales

D3.3 : Maladies humaines

Culture et gouvernance :

D4.1 : Espèces végétales

D4.2 : Espèces animales

D4.3 : Espèce humaine

D5 : Perspectives historiques

D7 : Perceptions du risque par le public

P1 : Plan d'action

À propos du programme *Foresight*

Ce projet est l'une des nombreuses initiatives organisées par le Service Science et Innovation dans le cadre du programme *Foresight*. Le but de ce programme est de produire des visions stimulantes de l'avenir afin que des stratégies efficaces soient assurément mises en place dès aujourd'hui.

Six projets du programme *Foresight* ont maintenant été terminés, et les détails de chacun sont disponibles sur le site Internet www.foresight.gov.uk. Les exemples comprennent les suivants :

- **Systèmes cognitifs** : Ce projet a examiné les développements concernant les systèmes de pensées qui ont été accomplis dans le domaine des sciences physiques et biologiques. L'objectif était de rapprocher les deux communautés afin qu'elles puissent mettre en commun leurs connaissances et leurs perspectives. Le projet a exploré des technologies naissantes et futures dans le contexte d'une vaste gamme d'applications sur le terrain comme les transports, la défense et les loisirs.
- **Inondations futures** : Ce projet a élaboré un modèle interdisciplinaire du risque d'inondation et d'érosion côtière durant le vingt-et-unième siècle. Un éventail de scénarios a été développé pour examiner les impacts en puissance du changement climatique et des transformations socio-économiques
- **Science du cerveau, accoutumance et drogues** : Ce projet a examiné comment nous pourrions prendre en charge l'usage de substances psychoactives aux bénéfices des individus, des communautés et de la société en 2025. Les experts concernés ont exploré quelles pourraient être ces substances à l'avenir, leurs effets possibles, et les méthodes qui pourraient être disponibles pour prendre en charge leur usage.

Le huitième projet du programme Foresight a récemment été lancé :

- **Lutte contre les différentes obésités** : Ce projet examine les facteurs de risque associés à différents types d'obésité, les implications de l'obésité pour l'individu concerné et pour la société et les options de prise en charge de ces défis.

Le centre d'évaluation prospective du Service Science et Innovation : *Horizon Scanning Centre*

Le centre *Horizon Scanning Centre* (HSC) effectue, à un échelon central, une évaluation stratégique des possibilités, risques et développements futurs dans l'ensemble des organismes gouvernementaux, aidant les services concernés à explorer les implications des tendances et problèmes émergents identifiés durant deux projets majeurs : le *Sigma Scan* (spectre complet des politiques publiques) et le *Delta Scan* (science & technologie). Ce centre soutient également les activités prospectives des départements officiels par l'intermédiaire d'un programme de formation et des ateliers de travail. Pour plus de renseignements, prière de visiter www.foresight.co.uk/horizonscanning.

Les détails de tous les rapports et publications produits dans le cadre de ce projet du programme Foresight sont disponibles sur le site Internet du programme (www.foresight.gov.uk). Toute question peut également être posée par l'intermédiaire de ce site. Les rapports et publications concernant le projet ne représentent pas nécessairement les politiques des gouvernements ou organisations qui ont contribué au projet.

Imprimé au R.-U. sur papier recyclé contenant au moins 75 % de fibres de post-consommation.

Première publication en avril 2006. Ministère du Commerce et de l'Industrie du R.-U.
www.dti.gov.uk

© Crown Copyrights (Droits d'auteur de la Couronne). DTI/Pub 8268/5k/04/06/NP. URN 06/760