

## Épidémie de chikungunya dans l'Océan Indien 2005-2006. Premiers enseignements

En février 2006 le premier ministre décide de créer une cellule interdisciplinaire de coordination des recherches sur le chikungunya à La Réunion et Mayotte (ultérieurement prolongée pour traiter de la dengue aux Antilles et en Guyane). Cette « task force », présidée par l'auteur de l'article, est constituée de chercheurs de plusieurs disciplines scientifiques (médecins cliniciens, virologues, immunologistes, statisticiens, épidémiologistes, sociologues, entomologistes, vétérinaires). Un premier bilan est ici dressé pour donner les premiers enseignements d'une épidémie qui a frappé près de 40 % de la population de La Réunion et Mayotte et causé un décès pour mille cas (248 décès).

par Antoine FLAHAULT\*

En plein cœur de l'épidémie en février 2006 [1, 2, 3], lorsque la cellule interministérielle de coordination des recherches sur le chikungunya réunit les médecins de l'hôpital Groupe Hospitalier Sud Réunion (GHSR), ces derniers décident de conduire la réunion, et non d'écouter passivement la « voix de la métropole ». Tout d'abord, depuis le début de l'épidémie, malgré l'affluence, la surcharge massive et permanente de travail, l'encombrement des réanimations et des services de malades aigus, l'absentéisme parfois important, et l'incapacité résiduelle des personnels convalescents, les cliniciens ont toujours tenu – et réussi – à stocker du matériel biologique « pour plus tard, quand la tempête se serait éloignée ». Et ceci dans les meilleures conditions pour permettre les analyses virologiques ultérieures, à -80°C, comme l'auraient fait les plus grands services hospitalo-universitaires dotés de personnels dédiés à temps plein à la conservation des collections biologiques. Ensuite, ces cliniciens, dont une analyse bibliométrique démontrait clairement les capacités scientifiques et le talent à produire de la recherche clinique de qualité, n'avaient en effet pas attendu la cellule pour commencer à recueillir systématiquement une information auprès de leurs malades, femmes enceintes, enfants, adultes, formes cliniques atypiques, etc. Enfin, la plupart redoutait avant tout une chose, que ces chercheurs viennent de métropole pour y faire leur « marché ». La science n'est pas toujours synonyme d'éthique et de comportement exemplaire. Comment la communauté médicale du GHSR, isolée au point le plus au sud de la carte outre-mer de la France, au cœur de l'Océan Indien, allait-elle pouvoir se défendre contre des pré-

dateurs scientifiques missionnés par le gouvernement ? Confrontés au problème du chikungunya dans leur activité quotidienne, les cliniciens de l'hôpital avaient abandonné provisoirement leurs recherches d'élection, sur le diabète, la sclérose en plaque, les maladies génétiques ou l'hypertension artérielle, pour répondre à la demande forte de la société réunionnaise située à plus de 10 000 km de la métropole. Ils furent parmi les premiers à l'avoir fait parmi les chercheurs présents sur l'île, avant les entomologistes, présents, mais investis dans les recherches sur la mouche de la vanille, du bananier ou de la canne à sucre, avant les universitaires souvent isolés dans leurs laboratoires, et donc plus éloignés que les cliniciens des préoccupations du moment des habitants de La Réunion.

Il fallait cependant mobiliser les capacités de recherche en France métropolitaine pour construire avec la confiance des cliniciens de l'île des projets de recherche ambitieux, pour répondre aux innombrables questions que ces praticiens, seuls, ne pourraient pas traiter, et pour leur permettre de répondre à celles qu'ils avaient choisi d'aborder, mais avec plus de moyens, plus de ressources, et parfois plus de compétences. Tout ne pouvait être fait localement sans appui. Il fallait le dire, sans blesser personne. Ainsi, la cellule pointa le besoin de conseils méthodologiques sur les plans d'échantillonnage, ou sur les modalités de traitement de l'information recueillie. Il faudrait faire du séquençage massif de virus, peut-être en utilisant les plateformes existantes en France, à l'Institut Pasteur par exemple. Pour cela, il fallait construire des collaborations avec d'autres équipes. La recherche ne pouvait se concevoir que comme cela. La cellule vou-

lait favoriser la collaboration avec des équipes internationales. Elle souhaitait montrer qu'elle ne venait pas pour prélever ou piller quoi que ce soit, mais plutôt pour réfléchir à ce qu'il y aurait de mieux à faire pour réaliser l'investigation la plus satisfaisante possible de cette épidémie. Avant que celle-ci ne déferle à La Réunion, on ne connaissait rien ou pas grand-chose sur le chikungunya. Il ne fallait pas en rester au même point. Par exemple, il fallait constituer rapidement des cohortes mères-enfants et les suivre pendant plusieurs mois, voire plusieurs années, à partir de mères dont on savait – dont les cliniciens seuls savaient – qu'elles avaient été infectées. Dans cet objectif, il parût opportun de rapprocher les cliniciens de La Réunion d'épidémiologistes spécialisés dans les recherches sur la mère et l'enfant, en métropole ou ailleurs.

De plus, la cellule ne voulait pas que les équipes locales bénéficient de rentes de situation et d'opportunités qui ne sont jamais pourvoyeuses d'excellence sur le plan scientifique. Elle demandait, et au début ce fut source d'incompréhension, que soient respectés les mécanismes habituels de financement de la recherche par appel à projets, tout en tenant compte du problème particulier de la gestion d'une maladie émergente en pleine éruption. Il fallait donc concevoir des adaptations pour permettre les recueils de données indispensables dans l'urgence. Mais, pour obtenir l'excellence, il fallait mettre les équipes en compétition, au sein même de l'île, le GHSR contre l'hôpital de Saint-Denis (au nord de l'île), en métropole Pasteur contre l'IRD ou l'Inserm, à l'international Oxford contre Galveston aux USA, quitte ensuite à favoriser des rapprochements et susciter des complémentarités, comme toujours en recherche [4 -18]. La cellule pensait, que si les chercheurs avaient la possibilité de rester protégés et financés quoi qu'il arrive, personne ne se dépasserait pour faire des protocoles innovants, pour recourir aux meilleures technologies et mobiliser les meilleures équipes. Un financement à deux étages a alors été proposé, le premier fonctionnant comme un « chèque confiance », une sorte d'avance sur crédits des programmes publics de financements de la recherche pour soutenir ce qui devait l'être dans l'urgence et uniquement cela, et le second étant une demande classique de financement des recherches possibles à partir des recueils réalisés. Un autre problème a été rencontré : la plupart des données recueillies relevaient de la simple description d'un phénomène certes inconnu ou peu connu : description de cas cliniques, description de l'évolution de la maladie au cours du temps, description des virus identifiés, description des vecteurs, etc. Or les comités de sélection des projets scientifiques sont composés de chercheurs fondamentalistes qui ont souvent un profond manque d'intérêt, lorsque ce n'est pas du mépris, vis-à-vis de l'observation et la description. Les grandes revues scientifiques ne sont pas très demandeuses de

travaux « botaniques » qui consistent à décrire correctement les choses que l'on voit. C'est cependant une étape essentielle. On ne peut poser les questions pertinentes tant que l'on n'a pas correctement décrit les phénomènes qui se déroulent sous nos yeux. Combien de temps le virus reste-t-il dans l'organisme ? Les douleurs articulaires que l'on ressent plusieurs semaines après l'infection sont-elles dues au virus présent dans les articulations, ou bien dues à un conflit immunologique qui reste à élucider ? Peut-on se réinfecter par le virus chikungunya ou bien l'immunité que confère la maladie est-elle permanente ? Quelle est la proportion de malades asymptomatiques. Nous pourrions continuer la liste sur le plan entomologique, ou concernant le réservoir animal. Nous devons défendre le caractère prioritaire des recherches descriptives, et du financement d'une véritable observation du vivant dans les différents domaines de la recherche clinique, mais aussi virologique, immunologique, entomologique, et vétérinaire [19, 20]. Nous y reviendrons dans la dernière section de cet article.

### La recherche pour l'action

En octobre 2006, après la grande vague épidémique de 2005-2006 et avant le nouvel été austral qui pouvait voir resurgir à nouveau une vague épidémique analogue à la précédente, puisque 60 % de la population restait susceptible au virus du chikungunya, la cellule organise une réunion rassemblant des représentants de tous les acteurs de l'île concernés par les questions de recherche et de lutte contre le chikungunya. Le ministère de la santé lui avait demandé de répondre à trois questions précises.

La première question était de savoir ce qu'il fallait recommander aux directeurs d'école, de collège et de lycée en termes de protection contre les vecteurs. La cellule propose un schéma de protection à adapter en fonction d'un seuil de cas observés. En présence de cas avérés, mais à un seuil proposé au-dessous de 500 cas/semaine à La Réunion, la destruction des gîtes larvaires dans un rayon de 100 mètres autour des écoles devait être organisée par le personnel s'occupant des espaces verts : élimination des pièges à eau, taillage des végétaux feuillus et traitement larvicide. Ces mesures devaient être répétées toutes les semaines si possible, et notamment à des fins pédagogiques, pour que les enfants reproduisent chez eux ces comportements. Au dessus de 500 cas/semaine, il convenait que, outre la destruction des gîtes larvaires, soit proposé aux parents d'appliquer des spray corporels pour les activités extérieures, sauf en cas de problèmes cutanés particuliers, et d'utiliser des vêtements imprégnés de perméthrine, répulsif validé commercialisé sous les noms de DEET à 20-35 %, et de citrodiole ; cette application devait être renouvelée à l'école gratuitement toutes les 4 heures, avec consentement préalable écrit des parents ; les recommandations por-

taient également sur l'installation de brasseurs d'air et une ventilation sous les toits, et/ou des moustiquaires imprégnées de perméthrine, et/ou des diffuseurs (non vides) branchés dans les salles de classe, pendant toute la durée des cours ; enfin il fallait couvrir les bras et les jambes par le port de vêtements adaptés sachant que de telles recommandations pouvaient être difficiles à suivre en zone inter-tropicale. Il y avait une contradiction apparente à préconiser la mise en place de moustiquaires aux fenêtres, alors que dès le début de la crise la cellule avait expliqué qu'*Aedes albopictus* était un moustique qui piquait essentiellement dehors. Les arguments ont alors reposé sur le risque résiduel de piqûre à l'intérieur des murs. Même si *Aedes albopictus* pique préférentiellement en début de matinée et fin d'après midi, on sait que des femelles piquent aussi dans la journée, voire la nuit, et à l'intérieur des maisons et bâtiments. Il fallait donc aussi limiter le contact à l'intérieur. On peut limiter la pénétration des moustiques en installant des moustiquaires aux fenêtres, ce qui avait été préconisé le 22 septembre 2006 par un avis du conseil supérieur d'hygiène de France. Selon la configuration des écoles, si les moustiquaires ne limitent pas trop fortement la circulation d'air, et si les moustiquaires ne diminuent pas sensiblement l'intensité lumineuse, cette méthode, comme l'utilisation de diffuseurs de répulsifs (tortillon, diffuseurs thermiques de pyréthrinoïdes qui sont efficaces 1 mois, et a priori sans danger), devrait faire baisser de quelques pourcents le nombre de piqûres. Pour l'extérieur (entrée du matin et sortie de l'après midi, récréations), la seule manière d'éviter le contact est l'utilisation individuelle de répulsifs et de vêtements longs. Pour prévenir ce risque, les moustiquaires pouvaient apparaître comme un moyen très adapté, permettant aux élèves et aux enseignants de rester plusieurs heures dans une salle convenablement aérée sans risquer une intrusion de moustiques mal intentionnés. L'argumentaire de la cellule signalait aussi que l'installation de telles moustiquaires présentait l'intérêt de ne pas présenter de caractère inquiétant pour les enseignants ou les parents, souvent alarmés par l'utilisation d'autres méthodes telles que la diffusion d'insecticides dans les classes ; de plus, le ciblage « au-dessus de 500 cas par semaine » permettrait de limiter les éventuelles conséquences à long terme (peu connues) des répulsifs sur la peau.

La seconde question était de savoir s'il fallait recommander aux médecins de prescrire systématiquement un arrêt de travail aux personnes atteintes du chikungunya (formes aiguës), et si oui, de quelle durée. Si les raisons médicales d'une telle prescription étaient évidemment du ressort du médecin, en revanche les autorités pouvaient se prévaloir d'éventuelles raisons de santé publique (pour limiter les risques de propagation du virus), voire de raisons pédagogiques (une personne malade est un danger pour la collectivité par sa propension à infecter les

moustiques et donc les gens alentours). Dans un espace déjà bordé de plusieurs prises de position sur le sujet (1), nous avons proposé de recommander un arrêt de travail d'une durée de 5 jours, en préconisant de ne pas autoriser de sorties. Nous avons ajouté, à destination du malade, des mesures de précaution vis à vis du risque de piqûre par les moustiques : en cas d'alitement, rester, sous une moustiquaire et/ou un ventilateur, et/ou un diffuseur (non vide) branché dans la pièce en permanence et, qu'il y ait ou non alitement, application de spray corporels, sauf problèmes cutanés particuliers, pendant les 5 premiers jours de la maladie et port de vêtements longs si possible imprégnés de répulsifs ou de perméthrine. De plus, nous avons jugé utile de proposer un renforcement de l'usage des sprays corporels, des vêtements longs imprégnés, des diffuseurs et/ou des ventilateurs pour l'entourage des malades, encore vierge vis à vis du chikungunya, des moustiques infectés circulant possiblement à proximité des cas). Parallèlement il était demandé aux médecins que, sous 500 cas/semaine à La Réunion, ceux-ci poursuivent le signalement systématique des cas aux équipes de démoustication, afin que ces dernières se déplacent dans les 48 heures au domicile des personnes malades pour les conseiller sur les mesures de protection individuelle personnalisée à prendre dès le début de l'arrêt de travail. Cette action de prévention semblait particulièrement importante dans la mesure où, à l'instar du risque de contamination lié à la fréquentation par des personnes malades de lieux publics collectifs tels que le travail ou l'école, le simple fait de rester à son domicile lorsque l'on est malade et ne pas se protéger revenait à exposer son entourage proche. Il fallait également que chacun garde en mémoire qu'un moustique porteur de virus restait potentiellement infectant durant les six semaines de sa vie et restait « sur zone » (école ou travail ou foyer selon le cas) [21, 22].

La troisième question du ministère de la santé était de savoir s'il fallait recommander aux médecins de prescrire systématiquement l'éviction scolaire aux enfants atteints du chikungunya (formes aiguës), et si oui, de quelle durée devait être cette éviction. De même que pour le cas précédent, si les raisons médicales d'une telle prescription étaient évidemment du ressort du médecin, en revanche une telle éviction pouvait avoir des motifs de santé publique, visant à limiter les risques de propagation du virus, et également pédagogique. La cellule a recommandé une éviction scolaire de 5 jours, selon les mêmes modalités que l'arrêt de travail chez l'adulte, en recommandant aux parents ou personnes assurant la garde de l'enfant à domicile d'utiliser à titre personnel des sprays corporels et des vêtements imprégnés (sauf en cas d'antécédent personnel de chikungunya ancien, puisque on savait désormais que leurs propres anticorps les protégeraient contre une nouvelle infection). Il est à noter ces recommandations ne devaient pas être considé-

rées comme des obligations, qu'il s'agisse d'éviction scolaire ou d'arrêt de travail (à une exception (2) près toutefois). Dans tous les cas, le médecin traitant doit en effet rester le seul juge, en bonne intelligence avec les parents ou le patient. Si la personne, enfant ou adulte contaminée, témoignait d'une nécessité impérative de poursuivre ses cours ou son travail, le médecin traitant évaluerait avec elle la faisabilité de sa protection personnelle : travail exposé à l'extérieur, ou travail non exposé (ex. bureau climatisé), déplacement exposé ou non (voiture climatisée), travail physique avec transpiration diminuant l'action de produits répulsifs, possibilité de renouveler l'application de répulsifs (école, lieu de travail).

La cellule s'est engagée sur le terrain de la prise en charge financière, en recommandant le financement par l'Etat d'une partie du coût des sprays lors de la phase aiguë, arguant du fait que de nombreuses familles à faible revenu (RMI, CMU ou autre situation précaire) se trouvaient dans l'impossibilité matérielle de se fournir régulièrement en sprays. Par ailleurs, la cellule se préoccupait des aspects sociaux et comportementaux de la lutte contre le chikungunya, en recommandant aux autorités sanitaires de mobiliser le plus possible les équipes éducatives et administratives (en suivant dans ces aspects les recommandations officielles de l'Organisation Mondiale de la Santé), en encourageant la réalisation d'activités scolaires sur et contre les vecteurs (avec la participation d'entomologistes), en instaurant au niveau des écoles un système de « surveillance active », tout d'abord entomologique avec présence de pièges comme cela se fait en Malaisie pour la dengue et également virologique pour détecter de manière précoce la présence de virus chez le vecteur (des chercheurs de Singapour avaient détecté en 1998 le virus de dengue six semaines avant le déclenchement d'une épidémie, proposant ainsi une méthode pour anticiper les phénomènes). Était ainsi formalisé l'esprit des opérations de mobilisation citoyenne (appelée en Créole « Kass Moustik »), préconisant d'inciter la population à modifier ses habitudes dans la pratique des jardins, à nettoyer régulièrement sa cour et d'enlever les soucoupes sous les vases et pots de fleurs, et suggérant d'utiliser le levier social de proximité que constituaient les rassemblements des « gramounes » (les « grands-mères » en Créole) par le conseil général ou les clubs et associations qui avaient éclos ces derniers temps dans l'île. Le message sur le renforcement de la veille sanitaire était martelé, avec la demande que, tant qu'il y avait moins de 500 cas par semaine à la Réunion, il soit recommandé aux médecins la prescription d'un examen virologique de confirmation des cas suspectés (par RT-PCR en phase aiguë, avant le troisième jour après le début des symptômes par sérologie (IgM à partir du dixième jour) et de rapporter à la DRASS toutes les suspicions de cas et leurs confirmations. Le raisonnement était basé sur le résultat d'un essai clinique testant l'ef-

ficacité de la nivaquine : lorsque la prévalence de la maladie devenait faible (inférieure à 500 cas par semaine), la valeur prédictive positive du diagnostic clinique (fièvre + arthralgies) était faible, c'est-à-dire que la probabilité que les diagnostics cliniques des médecins soient bien portés était petite. Le diagnostic clinique nécessitait alors une confirmation par un examen complémentaire, ce qui n'était pas le cas dès que la prévalence augmentait, en phase épidémique, où le diagnostic clinique à lui seul pouvait suffire pour signer le chikungunya. Enfin, les chercheurs en sciences sociales et humaines de la cellule incitèrent à demander que soit réalisée une évaluation de la perception de la population (à partir d'un échantillon représentatif) et des patients à qui on a proposé un arrêt de travail ou une éviction scolaire afin d'étudier les éventuels obstacles ou réticences vis-à-vis de l'application de ces préconisations. Ils estimaient que les mesures d'isolement seraient difficiles à mettre en œuvre, particulièrement dans nos sociétés. Ils soutenaient, et peut-être avaient-ils raison, que les arrêts de travail, l'éviction scolaire dans l'objectif de diminuer la transmission vectorielle pourraient être l'objet d'incompréhension ou de réticences dans la population et chez les patients chez qui ces mesures seraient quasiment imposées. Ainsi la cellule voulait que soit analysé et quantifié avec rigueur scientifique ce type de réactions éventuelles.

Tout ce programme fut accepté et transcrit en recommandations aux autorités sanitaires compétentes, mais n'eurent jamais à être appliquées, puisque la circulation du virus du chikungunya s'estompa rapidement et fut quasiment nulle à partir de décembre 2006 et qu'aucun cas confirmé ne fut rapporté en 2007, ni à La Réunion, ni à Mayotte [23], alors que des foyers faisaient encore rage aux Seychelles, que Maurice n'en parlait pas mais que le virus continuait à y circuler et que Madagascar connaissaient diverses épidémies dont il était difficile d'y distinguer le chikungunya, de la dengue ou du paludisme, et ce bien que les modèles mathématiques pouvaient laisser craindre une nouvelle résurgence épidémique [24, 25].

### **Pour un projet international sur l'observation du vivant**

La mondialisation avec l'augmentation de la population, de sa mobilité, des échanges, avec l'urbanisation et la déforestation, les changements climatiques, la perte de la biodiversité, les conditions de vie extrêmes (pauvreté, famine, guerre) sont autant de facteurs qui favorisent la multiplication d'épidémies de maladies infectieuses émergentes ou ré-émergentes. Les conséquences en sont souvent dévastatrices, sur les plans humain d'abord, mais aussi économique, politique et social. Ces épidémies peuvent en effet détruire en quelques mois les éco-

nomies et le tissu industriel commercial ou touristique de nations qui n'y sont pas préparées. Parmi les émergences récentes, répétées et ayant nécessité dans l'urgence la mobilisation internationale, rappelons que les fièvres hémorragiques dues au virus Ebola ou Marbourg ont eu un retentissement humain considérable, avec des taux de létalité parmi les plus élevés dans l'échelle des maladies transmissibles (de l'ordre de 40 %, mais allant jusqu'à 100 %). Elles frappent souvent des populations déplacées, aux conditions d'extrême précarité, de régions rurales de pays tropicaux. Une mobilisation sans précédent des nations unies a permis aux grandes agences internationales (OMS, FAO, ONUSIDA), aux grandes centrales européenne (ECDC), nord-américaine (CDC), et aux Etats concernés de coordonner la préparation contre une nouvelle pandémie grippale et la mise en place d'une lutte massive contre l'épizootie aviaire, en s'inspirant notamment de l'expérience acquise au moment de l'émergence du SRAS en 2003, cette pneumopathie atypique qui au-delà des conséquences humaines a paralysé durablement de nombreux secteurs économiques, dont celui en particulier du transport aérien.

Parallèlement à la dengue et à sa forme hémorragique qui se répandent depuis quelques années à travers le monde avec une croissance exponentielle, émerge une autre arbovirose, le chikungunya, dont le déferlement récent sur l'ensemble des îles de l'Océan Indien a gagné le continent indien avec plusieurs millions de personnes atteintes, certains avec des séquelles invalidantes, souvent des arrêts de travail prolongés et des complications parfois gravissimes récemment reconnues. L'Italie du nord a connu durant l'été 2007 un premier foyer de chikungunya autochtone, révélateur à n'en pas douter qu'aucune nation n'est désormais à l'abri de tels événements. Les conséquences de l'émergence d'une épidémie infectieuse sont éthiquement d'autant plus inacceptables qu'elles frappent en priorité les pays les plus pauvres du globe. Les virus, les bactéries, la faune sauvage ou les moustiques ne connaissent pas les frontières. Proposer la mise en place de véritables boucliers sanitaires n'est pas seulement un acte de nécessaire solidarité et d'urgence humanitaire, c'est aussi la recherche d'un développement durable pour l'ensemble des populations de la planète.

Jusqu'ici, l'urgence a imposé sa loi en montrant les limites de la lutte réactive face aux catastrophes sanitaires que causent ces émergences. Comprendre les mécanismes de l'émergence, afin d'anticiper leur survenue et de prévoir leurs conséquences, suppose de disposer d'une véritable météorologie sanitaire pour pouvoir réagir et non plus subir, pour prévenir et non pas seulement rétablir. Cela demande une coopération et une mobilisation exceptionnelles des scientifiques et des autorités de santé de tous les pays. Nous venons de mentionner que, pour certains

exemples récents, des initiatives coordonnées ont permis de gagner le combat à mener contre ces nouveaux fléaux, l'exemple du SRAS étant peut-être le plus emblématique. Une action durable nécessite de pouvoir pro-agir et non seulement réagir face aux événements et aux crises sanitaires engendrées par les maladies émergentes. Il faut aujourd'hui proposer d'opérer tous ensemble ce changement de paradigme.

Pour y parvenir, un changement de modèle et d'échelle est nécessaire, à l'instar des immenses investissements qui ont été réalisés pour mieux prévoir et anticiper les cyclones, les tremblements de terre, les tsunamis, et les éruptions volcaniques. Si ces efforts ont été en partie couronnés de succès, c'est parce qu'ils ont su mobiliser les énergies et les collaborations des différents pays, les plus riches et les plus pauvres, les plus grands et les plus petits. Anticiper ne permet pas toujours d'éviter ces fléaux mondiaux, mais permet d'en réduire les conséquences humaines et économiques.

L'Europe devrait proposer de lancer un vaste programme international sur les maladies émergentes infectieuses humaines et animales, associant la recherche et la formation appuyées par l'innovation technologique et thérapeutique. Ce programme viserait à doter les régions du monde les plus exposées, de moyens d'observation, d'anticipation, de prévention et de contrôle, les plus puissants et les plus modernes. C'est en fondant ce programme sur la recherche, sur un partage des connaissances et des expériences que les nations ainsi unies, pourront progresser dans la connaissance des mécanismes de leur survenue, qu'ils sauront mieux en prévoir les occurrences, et qu'ils pourront apporter des solutions précoces pour les traiter. Il s'agit de relever ainsi le formidable défi que représentent pour l'humanité, les maladies infectieuses émergentes.

Le programme devrait avoir un contenu résolument pluridisciplinaire et transdisciplinaire, associant aux médecins cliniciens, les vétérinaires, les épidémiologistes, les microbiologistes, les immunologistes, les entomologistes, les spécialistes de santé animale et des zoonoses, les écologues et des environnementalistes, les disciplines de sciences humaines (économie, droit, géographie, histoire, philosophie, éthique), les sciences sociales (sociologies, anthropologie, ethnologie), des mathématiciens modélisateurs. Le programme permettrait d'envisager le financement de projets internationaux de recherche et d'observation, mais aussi des actions humanitaires faisant intervenir les associations non gouvernementales en favorisant une mobilisation citoyenne autour des problématiques des maladies émergentes infectieuses.

Cette initiative implique un changement des modes habituels d'organisation et de production des connaissances, en faisant de la transdisciplinarité le cadre méthodologique privilégié capable de mieux com-

prendre les mécanismes et les origines de ces maladies polymorphes, largement méconnues, aux conséquences imprévisibles. Seul un programme conçu dans cette perspective permettra de mobiliser et de réunir des acteurs ayant, jusqu'à présent, peu l'habitude de travailler ensemble.

Les dispositifs d'observation à mettre en place nécessiteront un changement d'échelle. L'ambition est de disposer à terme de véritables « télescopes du vivant » situés à des points stratégiques du globe. Leur conception, le niveau d'intégration nécessaire, l'utilisation partagée des données recueillies restent encore à imaginer, tout comme les moyens d'améliorer l'efficacité de la prévision et la méthodologie qui la conditionne : où installer ces observatoires, comment placer les « capteurs » de l'observation, comment déterminer les endroits les plus sensibles, comment développer des outils de liaison, d'échange en temps réel, avec les technologies les plus récentes tant en biologie qu'en mathématiques ou en communication, comment mobiliser les industriels pour favoriser le développement rapide de moyens diagnostiques, thérapeutiques, et préventifs dès la suspicion d'une émergence de maladie infectieuse, quels rôles pourront jouer les fondations humanitaires ? Seule une initiative internationale coordonnée et puissante sera en mesure d'apporter des réponses à ces questions, rendant possible de déplacer, le plus en amont possible, la lutte contre les maladies infectieuses émergentes qui menacent l'humanité et son environnement.

## Notes

\* Directeur de l'École des Hautes Etudes en Santé Publique, Rennes et Paris.

(1) Le conseil supérieur d'hygiène publique de France a établi un guide des conduites à tenir en cas de maladies transmissibles dans une collectivité d'enfants, séance du 14 mars 2003, qui comprend 43 fiches, dans lequel il est précisé page 3 « *L'objectif du groupe de travail a été pour chaque maladie, d'une part de considérer l'éviction temporaire d'une collectivité d'enfants essentiellement sous l'angle de la réduction de la transmission et d'autre part de préciser les mesures de prévention qui doivent être prises au sein de la collectivité... Dans certaines pathologies, les personnes malades étant contagieuses avant les signes cliniques, l'éviction n'est pas totalement efficace* ». Le 27 juillet 2006, par la voix du Président du conseil départemental l'Ordre des Médecins de La Réunion, après consultation de l'ensemble des syndicats et sur saisine du Ministre, écrivait « *l'isolement des patients en période virémique semble difficilement réalisable, cette mesure apparaissant beaucoup trop contraignante et coercitive* ».

(2) L'éviction scolaire en maternelle et primaire devait être obligatoire si le renouvellement des répulsifs – après avis favorable écrit des parents – n'était pas accepté ou réalisable par l'établissement scolaire.

## Bibliographie

- [1] FLAHAULT (A.), Chikungunya. Indian Ocean update (32). *ProMed-email*, Archive Number: 20061014.2953, 14 octobre 2006. (<http://www.promedmail.org>)
- [2] CHASTEL (C.), Chikungunya virus: its recent spread to the southern Indian Ocean and Reunion Island (2005-2006). *Bull. Acad. Natl. Med.*, 2005, 189, 1827-35.
- [3] CATTEAU (C.), SISSOKO (D.) & GAÜZERE (B-A.), *et al.* Situation et enjeux sanitaires à l'île de La Réunion en 2005. *Med. Trop.* 2005, 65, 515-524.
- [4] SCHUFFENECKER (I.), ITEMAN (I.) & MICHAULT (A.), *et al.* – Genome microevolution of chikungunya viruses causing the Indian Ocean outbreak. *PLoS Med.*, 2006, 3, e263 (Epub 2006 May 23).
- [5] YERGOLKAR (P.N.), TANDALE (B.V.) & ARANKALLE (V.A.), *et al.* – Chikungunya outbreaks caused by African genotype, India. *Emerg. Infect. Dis.*, 12, 1580-1583, 2006.
- [6] PAROLA (P.), SIMON (F.) & OLIVER (M.), Tenosynovitis and vascular disorders associated with Chikungunya virus-related rheumatism. *Clin Infect Dis.*, 45: 801-802, 2007.
- [7] BOUTIN (J.P.), TOLOU (H.) & QUEYRIAUX (B.), *et al.* Evaluation de l'épidémie de chikungunya au sein de la gendarmerie nationale à La Réunion. *Bull Soc Pathol Exot*, 2007, 100, 29.
- [8] SISSOKO (D.), MOSCETTI (F.) & BALLEYDIER (E.), *et al.* Epidémie de chikungunya à La Réunion : evolution des manifestations articulaires 12 à 18 mois après la phase aiguë. *Bull Soc Pathol Exot*, 100, 322-323, 2007.
- [9] PIALOUX (G.), GAUZERE (B-A.) & JAUREGUIBERRY (S.), *et al.* Chikungunya, an epidemic arbovirosis. *Lancet Infect Dis.* 7:319-327, 2007.
- [10] BORGHERINI (G.), POUBEAU (P.) & STAIKOWSKY (F.), *et al.* Outbreak of chikungunya on Reunion Island : early clinical and laboratory features in 157 adult patients. *Clin Infect Dis.* 44:1401-1407, 2007.
- [11] TALARMIN (F.), STAIKOWSKY (F.) & SCHOENLAUB (P.), *et al.* Manifestations cutanéomuqueuses de l'infection par le virus chikungunya chez l'adulte à La Réunion. *Med Trop.* 67:167-173, 2007.
- [12] RENAULT (P.), SOLET (J.L.) & SISSOKO (D.), *et al.* A major epidemic of chikungunya virus infection on Reunion Island, France, 2005-2006. *Am J Trop Med Hyg.* 77:727-731, 2007.
- [13] WIELANEK (A.C.), DE MONREDON (J.) & EL AMRANI (M.), *et al.* Guillain-Barré syndrome complicating a Chikungunya virus infection. *Neurology.* 27;69:2105-2107, 2007.
- [14] JOSSERAN (L.), PAQUET (C.) & ZEHGNOUN (A.), *et al.* Chikungunya disease outbreak, Reunion Island. *Emerg Infect Dis.* 12:1994-1995, 2006.
- [15] RAMFUL (D.), CARBONNIER (M.) & PASQUET (M.), *et al.* – Mother-to-child transmission of chikungunya virus infection. *Pediatr. Infect. Dis. J.* 2007;26:811-815.
- [16] TSETSARKIN (K.) & HIGGS (S.), MCGEE CE, *et al.* Infectious clones of Chikungunya virus (Reunion Island isolate) for vector competence studies. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 6:325-237, 2006.
- [17] ROQUES (P.), JOUBERT (C.) & MALLERET (B.), *et al.* Physiopathologie de l'infection à Chikungunya : infection expérimentale du macaque par la souche ChikV OPY1 isolée d'un patient réunionnais. *Bull Soc Pathol Exot*, 100, 334, 2007.
- [18] ROQUES (P.), JOUBERT (C.) & DELACHE (B.), *et al.* Effet adverse d'un traitement à la chloroquine sur l'infection à

Chikungunya dans le modèle macaque/ChikV OPY1. *Bull Soc Pathol Exot*, 100, 334-335, 2007.

[19] CHARREL (R.N.), DE LAMBALLERIE (X.) & RAOULT (D.), Chikungunya outbreaks – the globalization of vectorborne diseases. *N Engl J Med*. 356:769-771, 2007.

[20] REITER (P.), FONTENILLE (D.) & PAUPY (C.), *Aedes albopictus* as an epidemic vector of chikungunya virus: another emerging problem? *Lancet Infect Dis*, 6:463–464, 2006.

[21] VAZEILLE (M.), MOUTAILLER (S.) & COUDRIER (D.), *and al.* Two chikungunya isolates from the outbreak of La Reunion (Indian Ocean) exhibit different patterns of infection in the mosquito, *Aedes albopictus*. *PLoS ONE*. 2007 Nov 14;2 (11):e1168.

[22] DELATTE (H.), DEHECQ (J.S.) & THIRIA (J.), *et al.* Geographic distribution and developmental sites of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) during a chikungunya epidemic event. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 8:25-34, 2008.

[23] FLAHAULT (A.), AUMONT (G.) & BOISSON (V.), *et al.* Chikungunya, La Réunion and Mayotte, 2005-2006: an epidemic without a story ? *Sante Publique*. 19 Suppl 3:S165-195, 2007.

[24] BACAER (N.), Approximation of the basic reproduction number  $R_0$  for vector-borne diseases with a periodic vector population. *Bull Math Biol*. 69:1067-1091, 2007.

[25] BOELLE (P.Y.), THOMAS (G.) & VERGU (E.), *et al.* Investigating transmission in a two waves epidemic of Chikungunya fever, Reunion Island. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2008 Jan 2; [Epub ahead of print] (in press).