

# INFECTION DES OISEAUX PAR DES VIRUS INFLUENZA DE SOUS-TYPES H5

Jestin Véronique

*AFSSA Site de Ploufragan, Unité Virologie Parasitologie Aviaires et Cunicoles, Laboratoire National de Références pour l'Influenza aviaire et la maladie de Newcastle, B.P. 53, 22440 Ploufragan, France*

Bien que les oiseaux puissent être infectés par tous les sous-types d'hémagglutinine H1-H16 connus de virus influenza de type A, le présent article se limite aux infections par des virus de sous-types H5 en raison de leur importance en santé animale et de leur potentiel zoonotique, comme le montre l'intensité des événements épidémiologiques survenus ces dernières années. Un intérêt similaire pourrait être porté aux infections à virus influenza de sous-types H7, bien que l'actualité épidémiologique récente soit beaucoup moins riche et préoccupante.

Après une phase de propagation inexorable vers l'ouest à partir d'Asie du Sud Est, de l'été 2005 jusqu'à l'été 2006, conduisant à la contamination de 55 pays d'Eurasie et d'Afrique dont 13 Etats-membres en Europe, la panzootie à virus influenza H5N1 hautement pathogène (HP) a nettement régressé au cours du second semestre 2006. La France a retrouvé son statut indemne d'IAHP depuis le 18.06.06 et se situe au niveau bas de l'échelle du risque (« négligeable 2<sup>1</sup> »).

Le scénario redouté de ré-émergence des cas en Europe à la faveur des migrations automnales ne s'est pas produit. Pour autant tous les outils de surveillance de l'avifaune sauvage et des volailles d'élevage sont toujours en place en Europe (France en particulier) et apportent des éléments d'information réguliers.

En parallèle, les mesures européennes de sauvegarde à l'égard des pays contaminés n'ayant pas retrouvé leur statut indemne, sont toujours en vigueur et l'embarco généralisé relatif aux importations d'oiseaux de volière est également toujours en application.

Compte tenu de cette situation au plan animal, quels sont les scénarios possibles et les menaces ? Un retour sur l'enchaînement des événements passés et sur l'expérience acquise sont déterminants pour les choix stratégiques actuels tandis que les recherches en cours laissent espérer des réponses et des données permettant de fonder les futures décisions. Tel est l'objet de cette synthèse qui replace aussi la menace H5N1 HP par rapport aux risques et conséquences de la circulation de virus H5 faiblement pathogènes (FP) en Europe et notamment en France.

<sup>1</sup> Note d'information de la DGAL du 17.10.2006

## 1. RETOUR SUR L'ARRIVEE ET LA DIFFUSION DE LA PANZOOTIE EN EUROPE

L'épisode du lac Qinghai en Chine occidentale au cours du printemps 2005 où des milliers d'oiseaux sauvages sont morts (principalement des oies à tête barrée), après leur infection par le virus H5N1 HP sur leur site de reproduction, a été le point de départ de la transmission vers l'Ouest d'une nouvelle lignée de virus (dénommée Qinghai ou sous lignée 3 de la lignée 2) qui a touché la Russie, le moyen et le proche Orient, l'Europe et l'Afrique.

Après avoir circulé en Russie à l'ouest de l'Oural (notamment foyer de Toula au Sud de Moscou), début octobre le virus est apparu quasi simultanément dans deux\* pays du pourtour de la mer noire : la Turquie (province de l'Ouest au Sud de la mer de Marmara) et la Roumanie (Delta du Danube) (Informations sanitaires OIE). Dans les deux cas il s'agissait d'élevages de basse cour (l'un de dindes, l'autre de poules et canards). En Roumanie cet événement a marqué le début d'une longue série de cas à la fois chez les volailles de basse cour (au total 168, source OIE) et chez les oiseaux sauvages (plus de 150 oiseaux infectés). Pour la Turquie alors que le premier événement semblait isolé et circonscrit, des études rétrospectives liées à l'apparition de cas humains tout début janvier dans l'Est du Pays ont révélé une multitude de foyers aviaires ultérieurs disséminés dans plusieurs provinces très éloignées les unes des autres (plus de 1000 km), les foyers les plus antérieurs remontant à fin novembre 2005 (source OIE). 176 foyers chez les volailles (de basse-cour essentiellement) seront ainsi notifiés ainsi que plusieurs cas chez des oiseaux sauvages. Au même moment l'Ukraine faisait état de multiples foyers en Crimée toujours chez des volailles de basse cour. En fait, l'Ukraine allait admettre que le début de l'événement était antérieur de deux mois plus tôt. Pour autant elle n'en totalisera officiellement que 24 foyers

\* Rétrospectivement on peut dire trois pays compte tenu de la notification tardive des cas survenus en Crimée (Ukraine)

(source OIE). La situation précédente s'aggrave brusquement. Dans cinq pays (l'Iran, la Grèce, la Bulgarie, l'Italie et l'Azerbaïdjan) apparaissent presque simultanément (entre le 29 janvier et le 2 février 2006) des mortalités surtout de cygnes<sup>2</sup>; liées à la mise en évidence de H5N1 HP (sources OIE). Des observations très précises effectuées par des ornithologues belges<sup>3</sup> et relatives à des mouvements de populations de cygnes dans le nord de la Grèce, sont venues compléter les données et permettent de mieux comprendre le mécanisme d'introduction du virus par des mouvements non migratoires d'oiseaux sauvages, liés à une vague de froid persistante en Janvier 2006. En effet, le delta d'Evros en Grèce constitue une zone majeure de rassemblements d'oiseaux sauvages avec au cours de l'hiver 2006 plus d'une centaine de milliers d'oiseaux dont environ 800 cygnes (appartenant à trois espèces différentes). Par ailleurs des mouvements de colverts et de fuligules milouin entre ce delta d'une part et d'autre part la Camargue et/ou la Dombes sont connus. L'arrivée, le 22 janvier 2006 dans cette zone, d'une population de 13000 cygnes essentiellement tuberculés, en provenance de la mer noire, a été suivie le 1<sup>er</sup> février 2006 d'une forte mortalité qui s'est prolongée jusqu'en fin février et a concerné surtout les cygnes tuberculés (avec environ 500 morts surtout de 1<sup>ère</sup> année d'âge, alors que dans le même temps et malgré un ratissage systématique de cette zone, le nombre de morts était 10 fois moindre pour les tadornes et inférieur à 20 sujets pour les différentes espèces de canards). Des éthogrammes réalisés par les mêmes scientifiques belges ont révélé que chez les cygnes les symptômes (essentiellement nerveux accompagnés de diarrhée et d'hypersalivation.) pouvaient durer 5 jours avec des alternances de crise et de repos et que les individus atteints légèrement pouvaient encore voler.

L'introduction successive du virus dans les autres pays européens s'est faite à une vitesse fulgurante puisqu'en l'espace de 2 semaines (entre le 04-02 et le 17-02) sept autres pays (la Hongrie, l'Allemagne, la Slovaquie, l'Autriche, la France, la Bosnie Herzégovine, la Slovaquie) allaient connaître leurs premiers cas de mortalité dus à H5N1 HP dans l'avifaune sauvage touchant majoritairement des cygnes mais aussi d'autres espèces notamment des fuligules milouin en France. Après une semaine de répit, au cours de la semaine suivante (du 24-02 au 02-03), quatre nouveaux pays (la Suède, la Suisse, la Serbie-Monténégro et la Pologne) étaient touchés. Au cours des mois de février et mars, 17 pays d'Europe étaient touchés, le Royaume Uni étant le dernier de cette série avec un cas chez un cygne chanteur

migrant vraisemblablement depuis la région de la Baltique vers l'Islande (9).

En ce qui concerne l'Europe politique, les 13 Etats Membres concernés ont notifié un total de 748 oiseaux infectés (source ec.europe.eu) majoritairement entre mi février et début avril. L'Allemagne en totalisant presque la moitié tandis que l'Autriche, la France et la Pologne en totalisaient les 2/3.

Deux courants de propagation se dégagent l'un dans un axe plutôt Est-Ouest et concernant plus l'Europe du Sud, l'autre dans un axe plutôt Sud → Nord et concernant plutôt l'Est de l'Europe.

Cette observation se confirme au plan des caractéristiques génétiques des souches virales.

En France les 62 oiseaux notifiés correspondent à 42 cas, pour lesquels les virus ont été détectés par le LVD 01 –préalablement formé par notre laboratoire- puis identifiés et caractérisés dans notre laboratoire. L'étude des virus français montre que tous leurs gènes sont bien d'origine aviaire et que ceux-ci se regroupent en 2 sous lignées, l'une comprenant aussi des virus détectés en Italie, l'autre incluant des virus détectés en Allemagne (6).

A côté de cette multitude de cas dans l'avifaune sauvage, le nombre de foyers chez les volailles a représenté des événements extrêmement isolés et aussitôt circonscrits (1 cas/pays), dans quatre des pays concernés (France, Suède, Allemagne, Danemark, par ordre chronologique de survenue de la contamination) (source OIE); la Hongrie par contre a totalisé 29 foyers (source Commission européenne)<sup>4</sup> -dont 7 confirmés officiellement (source OIE)- tous chez les canards et oies élevés en plein air dans le sud du pays, zone à densité avicole. A l'exception de la France, tous les autres foyers ont concerné des élevages plein air. En effet, en Suède il s'agissait de colverts d'un élevage mixte de gibier à plume dans lequel coexistaient des faisans, pigeons et une basse-cour, en Allemagne étaient concernées des dindes d'un élevage mixte (avec poulets et oies) ayant une dérogation au confinement, au Danemark enfin il s'agissait d'un élevage de basse cour. A la différence des foyers français, suédois, allemands et danois, survenus au moment de la flambée épizootique dans l'avifaune sauvage, les cas hongrois ont été détectés plus tardivement peut-être en raison de l'absence de symptômes ou de signes marqués dans 6 des 7 premiers élevages infectés. Ces derniers faits :

- confirment la réceptivité de ces espèces à ces virus et leur sensibilité très réduite,
- soulignent les dangers qu'elle représentent en terme de sources insidieuses de virus hautement pathogène

<sup>2</sup> (tuberculés : lorsque cette indication est apportée)

<sup>3</sup> communication orale D. Van de Lude, réunion annuelle des LNRs influenza aviaire, Bruxelles, 17 Octobre 2006

<sup>4</sup> Animal Disease Notification System (ADNS) <http://ec.europa.eu/food/animal/disease/adns/2006>

- et justifient les recommandations en terme de protection par la vaccination\* et de mesures de surveillance qui ont pu être données pour les élevages français de palmipèdes plein air placés dans des zones à haute densité, d'autant que l'EFSA considèrerait aussi (plusieurs semaines après l'AFSSA) que le risque d'introduction du virus H5N1 en Europe par un contact entre les oiseaux migrateurs et les volailles plein air était élevé à très élevé<sup>5</sup>.

## 2. INVENTAIRE DES MENACES POUR L'EUROPE ET LA FRANCE ET DES MESURES PRISES

### 2.1. Maintien des sources de virus et conséquences

Malgré le recul de l'épizootie H5N1 HP dans le monde, la menace est toujours présente car la circulation du virus chez les oiseaux est toujours active en Indonésie, comme le révèlent les cas humains, ainsi qu'en Egypte et au Nigeria (source FAO et OIE). De plus, alors que seulement 3 cas avaient été notifiés à l'OIE par la Chine et le Vietnam depuis le début de l'automne 2006, la Corée du Sud qui avait retrouvé son statut indemne depuis le 21.09.2004, est à nouveau touchée depuis décembre (avec au 22 décembre 2006, 3 cas confirmés et peut-être un 4ème). A la même date la réapparition du virus est confirmée dans le Sud Vietnam (delta du Mekong) avec 2 provinces touchées et 2 autres suspectes. La situation est incertaine en Côte d'Ivoire (source FAO) tandis qu'au Soudan, l'absence de foyers détectés au cours de l'automne 2006 malgré une surveillance active (source OIE), peut être trompeuse et résulter d'un échantillonnage inapproprié. Enfin, du fait, dans beaucoup de pays d'une mauvaise compensation des pertes liées à l'abattage des volailles infectées ou contacts, il existe une sous déclaration des cas et le virus peut circuler plus que ne le laissent penser les notifications officielles.

Il est donc primordial de ne pas baisser la garde en Europe et de maintenir la vigilance comme ceci a été précédemment évoqué. En France i) les enquêtes nationales sérologiques sont complétées dans les productions avicoles à risque d'une surveillance

virologique (ou d'un contrôle renforcé du gibier d'eau), ii) la surveillance de l'avifaune sauvage concerne les oiseaux vivants capturés ou tués à la chasse, les colverts sentinelles mis en place dans les zones stratégiques, les oiseaux sauvages morts. De plus aux modalités précitées s'est ajoutée une surveillance assez exhaustive des canards appelants, pour compenser le maintien de leur usage en France à titre dérogatoire. La mise en place, grâce à notre laboratoire, d'un réseau -à présent élargi à 11-laboratoires de diagnostic opérationnels pour assurer un premier criblage rapide des échantillons par RT-PCR temps réel, relayé par notre laboratoire de référence a fait la preuve de son efficacité l'hiver dernier.

Cependant des études virologiques montrent qu'une nouvelle lignée de virus (Fujian-like) -qui pourrait avoir été sélectionnée par la vaccination- s'est répandue à partir de la fin 2005 depuis la Chine du Sud où elle est devenue dominante au cours du premier semestre 2006 surtout chez les oies et canards domestiques et s'est propagée dans les pays voisins (Territoires autonomes de Hong Kong, Laos, Malaisie et Thaïlande) (7).

Ces virus pourraient être moins bien détectés par les outils de diagnostic actuels tels que décrits dans le Manuel de diagnostic pour l'influenza aviaire (2). L'étude est en cours au laboratoire communautaire de référence de Weybridge/UK. De plus ces virus sont antigéniquement suffisamment différents pour faire craindre un défaut d'efficacité des vaccins actuellement disponibles. Les virus de cette lignée pourraient-ils être responsables d'une nouvelle vague panzootique? La circulation sans contrôle de virus aussi flexibles au plan génétique, favorise les émergences de nouveaux virus vis-à-vis desquels les tests de diagnostic et les vaccins peuvent ne plus être adaptés, sans parler des risques d'accroissement du potentiel zoonotique. Depuis la première détection en 1996 chez des oies en Chine, du virus H5N1 HP asiatique, différents génotypes ont été décrits chez les oiseaux. Ils résultent de réassortiments des différents gènes du virus, avec comme seuls dénominateurs communs les gènes de l'hémagglutinine (H5) et de la neuraminidase (N1) dérivés du virus d'origine. Néanmoins ces derniers évoluent également, ce qui aboutit à une situation extrêmement complexe pour les virus aviaires. Au sein des virus humains on retrouve en simplifié les variations précitées. Ainsi sur la base des caractéristiques génétiques du gène H5 il a pu être défini deux grandes lignées de virus, la deuxième comportant elle-même trois sous lignées, correspondant à des périodes et une distribution géographique différentes. Ainsi la lignée 1 correspond à la 1<sup>ère</sup> vague de diffusion du virus entre 2003-2004, partie de la Chine pour gagner les pays voisins du Sud Est asiatique. tandis que la sous lignée 1 de la lignée 2 se propage en Indonésie depuis 2004. Les deux autres sous-lignées correspondent aux lignées Fujian et Qinghai précédemment mentionnées (8).

\* Avis AFSSA 03 novembre 2005 relatif à l'opportunité du recours à la vaccination des volailles domestiques et des oiseaux captifs des parcs zoologiques et avis AFSSA du 16 février 2006 sur le risque d'introduction sur le territoire national par les oiseaux migrateurs et sur l'opportunité de recourir à la vaccination

<sup>5</sup> EFSA scientific statement on migratory birds and their possible role in the spread of highly pathogenic avian influenza (adopté le 4 avril 2006)

Pour diminuer la circulation du virus et les risques de nouvelles introductions et de mutations du virus, mais aussi pour diminuer les conséquences socioéconomiques, il est important d'apporter un soutien technique et financier aux Pays d'Asie, d'Afrique au travers d'une aide coordonnée au plan européen et conjointe avec les organismes internationaux FAO/OIE/OMS, comme l'ont rappelé les CVO européens en septembre 2006 (SANCO 13174/06). La volonté de la communauté internationale d'aider les pays d'Afrique à contrôler la situation s'est déjà concrétisée par la création :

- d'une cellule conjointe FAO/OIE de gestion de crise (CMC), capable de mobiliser en urgence des experts multidisciplinaires pour apporter un soutien technique aux pays touchés (1<sup>ère</sup> intervention en République de Corée en Décembre)
- d'une banque virtuelle de vaccins qui a permis de délivrer plusieurs millions de doses à différents pays africains.

Elle se poursuit par l'aide au développement des capacités de laboratoire au travers du concept de jumelage avec un laboratoire de référence. Cette volonté s'est de plus récemment affirmée lors de la conférence internationale de Bamako début décembre 2006 par la promesse d'un don de 500 millions de dollars (communiqué de presse OIE<sup>6</sup>).

## 2.2. Multiples modalités d'introduction et de dissémination du virus et mesures de prévention

L'introduction du virus résulte du commerce légal et illégal de volailles vivantes et de leurs produits en provenance de pays infectés, du commerce légal ou illégal d'oiseaux de volière vivants, des déplacements d'oiseaux migrateurs ou non.

L'analyse de risque AFSSA réalisée en Octobre 2005<sup>7</sup> envisageait déjà trois voies possibles de dissémination du virus H5N1 en Russie par le « jeu de mouvements d'animaux, de personnes, ou de matériels » au moyen du transsibérien Pékin Moscou, ou par la contamination des courants migratoires, ou par les glissements d'oiseaux erratiques d'un courant migratoire à un autre situé plus à l'Ouest. Un avis AFSSA ultérieur<sup>8</sup> mettait en garde contre les mouvements non migratoires d'oiseaux sauvages liés aux conditions météorologiques sévères de janvier 2006 en Europe de l'Est. L'analyse a posteriori des données relatives à la dissémination de la panzootie conduit Kilpatrick (5) à conclure qu'en Asie et en Afrique la dissémination résulte à la fois des oiseaux migrateurs et du commerce de volailles, tandis qu'en

Europe les mouvements d'oiseaux sauvages ont été "le moyen le plus important pour l'introduction et la diffusion".

Les mesures prises dans l'Union Européenne dès début 2004 en ce qui concerne l'embargo des importations de volailles et de leurs produits en provenance des pays infectés et dès l'automne 2005 en ce qui concerne les importations d'oiseaux de volière quelle qu'en soit la provenance ont permis de bloquer des sources d'introduction via le commerce légal. Cependant on peut craindre que ceci encourage – surtout en ce qui concerne les oiseaux de volière – le commerce illégal. Un rapport récent de l'EFSA (1) sur ce sujet recommande de bien considérer le réel besoin de maintenir l'importation de ces oiseaux, et s'il est incontournable de recourir autant que possible à des élevages de reproducteurs répondant à certains critères plutôt que de prélever directement dans le milieu naturel, d'améliorer les points d'exportation et d'éviter les contaminations croisées durant le transport, et en Europe de diminuer les distances entre les postes frontières d'entrée de ces oiseaux et les lieux de quarantaine en évitant de faire traverser à des oiseaux potentiellement infectés plusieurs Etats Membres.

L'introduction par les oiseaux sauvages non captifs demeure d'actualité même si à ce jour il est impossible d'avoir une estimation de la prévalence d'infection dans les différentes espèces le plus souvent incriminées. En effet si les études expérimentales démontrent la possibilité de portage par des anatidae apparemment sains<sup>9</sup>, il en est tout autrement sur le terrain. Les très exceptionnelles données disponibles (3) sont insuffisamment documentées et sujettes à des critiques remettant même en cause le caractère migratoire voire sauvage des canards échantillonnés (4).

En France, la surveillance virologique des oiseaux sauvages capturés (ou tués à la chasse) devrait être effectuée avec une meilleure coordination entre les différents organismes concernés et l'usage des sentinelles peut encore être amélioré (par exemple en les sélectionnant de manière drastique et en les renouvelant plus souvent pour garantir une réceptivité maximale). Cependant, malgré les défauts précédents, la surveillance des oiseaux morts -en place depuis l'automne 2005- apparaît finalement le système le plus efficace, puisque tous les cas H5N1 HP recensés ont été détectés de cette manière.

Pour prévenir l'introduction du virus par les oiseaux sauvages, les principes des mesures de protection des élevages plein air, résolument proportionnés au niveau de risque, ont été arrêtés dès le début de

<sup>6</sup> 8 décembre 2006

<sup>7</sup> Avis AFSSA (21.10.05) relatif à l'évaluation du risque d'introduction sur le territoire national de virus influenza HP au regard du foyer russe de Toula

<sup>8</sup> Avis AFSSA (14.02.06) sur le risque d'introduction par les oiseaux migrateurs du virus H5N1 HP ....

<sup>9</sup> communication orale R. Fouchier, réunion annuelle des LNRs influenza aviaire, Bruxelles, 17 Octobre 2006

l'automne 2006<sup>10</sup>. Ils visent à recourir au maximum à des alternatives au confinement pour éviter de reproduire les problèmes générés par un confinement obligatoire prolongé. Les mesures sont aussi différenciées selon la localisation des élevages notamment en tenant compte des zones humides à risque en matière d'introduction du virus par l'avifaune sauvage définies par l'ONCFS<sup>11</sup>. Ces lignes directrices vont être complétées par des guides de bonnes pratiques actuellement en cours de validation ou d'élaboration, selon la production.

Si la vaccination des oiseaux d'ornement non confinables est prévue compte tenu de son succès au printemps dernier en France (cf communication Schmitz et al dans ce même proceedings), on peut constater un rejet délibéré par les gestionnaires du risque de l'option vaccinale pour les volailles non confinables telles les oies et canards gras. pourtant très réceptives. Cette décision trouve de multiples justifications, notamment économiques, tenant compte du retour d'expérience de la vaccination préventive ciblée des canards et oies dans les zones à forte densité au printemps 2006. Mais cette position sera-t-elle tenable en cas d'augmentation substantielle du niveau de risque H5N1 HP?

### 2.3. Les virus H5FP aussi

D'autre part la circulation des virus influenza faiblement pathogènes (FP) de sous-types H5 constitue aussi en Europe, notamment en France, un sujet de préoccupation constant, bien antérieur à la panzootie H5N1HP. En effet ces virus avec les virus FP de sous types H7 sont traqués depuis le début des années 2000 en raison de leur propension à muter pour devenir HP et causer des crises majeures. Leur recherche s'effectue systématiquement lors de toute suspicion clinique mais aussi au travers des enquêtes sérologiques nationales annuelles (obligatoires pour tous les Etats membres) et des études virologiques ciblées (mises en œuvre à l'initiative de la France), comme précédemment mentionné. Du fait de la situation sanitaire à l'égard des virus H5 FP chez les palmipèdes domestiques, la France ne peut globalement prétendre à un statut indemne d'Influenza aviaire à déclaration obligatoire. Un travail de compartimentation est donc en cours pour définir de manière probante des secteurs indemnes et maintenir les capacités d'exportation. En parallèle, une surveillance de l'évolution de ces virus et une meilleure compréhension des modalités d'introduction et de diffusion dans les élevages est indispensable.

### 3. LES INCONNUES ET LES PROGRAMMES EN COURS

Les laboratoires et centres de référence européens assument la surveillance constante de tous ces virus H5 (et H7) (HP comme FP) pour repérer l'émergence de nouveaux génotypes et/ou l'acquisition de nouvelles mutations et d'une dérive antigénique. Notre laboratoire est particulièrement actif en ce domaine et a un recul de près de 5 années sur le suivi de l'évolution des virus H5 FP de canards domestiques en comparaison avec les virus détectés dans l'avifaune sauvage.

Les implications en terme de virulence, de contagiosité, de bio-distribution chez les oiseaux infectés, de modification du tropisme, du spectre d'hôte (porc, chat etc...) et du potentiel zoonotique, de défaut de protection possible par les vaccins existants, doivent aussi être explorées en parallèle. La communauté scientifique internationale s'emploie à répondre à ces questions et notre laboratoire y contribue.

La compréhension plus fine des mécanismes d'interaction entre la cellule et le virus, des réponses de l'hôte à l'infection virale ainsi que de leur variabilité liée à la génétique de l'hôte font également l'objet de plusieurs programmes de recherche français et européens ; notre laboratoire participe à l'un d'entre eux.

L'amélioration des vaccins d'une part, en vue d'apporter une protection plus large et de mieux immuniser des espèces telles que le canard, de simplifier les modes d'administration et de diminuer les nombres d'injection, d'autre part la compréhension plus fine des réponses immunitaires font l'objet de nouveaux programmes de recherche français et européen auquel notre laboratoire participe également. La survie du virus dans l'environnement requiert de combler le défaut de données à ce sujet qu'il s'agisse d'environnement naturel ou d'environnement d'élevage (avec toute l'amplitude de leurs variations). Plusieurs programmes de recherche et d'étude au plan français (ANR, ITAVI) et européen dans le cadre du 6<sup>ème</sup> PCRD viennent de démarrer sur ce sujet.

Le laboratoire de l'AFSSA-Ploufragan a par ailleurs en place des protocoles dont un projet européen démarré en 2006 pour l'étude des modalités de transmission des virus H5FP chez le canard.

Ces recherches seront en général productives à horizon de 3 ans. D'ici là, la pandémie annoncée se sera-t-elle produite ?

<sup>10</sup> Note d'information de la DGAL du 17.10.2006, selon l'avis AFSSA du 12.09.2006

<sup>11</sup> annexe 1 avis AFSSA DU 14.02.2006

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme, 2006 EFSA Journal, 410, 1-55.  
Anonyme, 2006 Official J E U 31.8.2006, L23/1-L23/27  
Chen H. et al, 2006. PNAS,103, 2845-2850.  
Feare C. and Yasué M., 2006. Virology Journal, 3, 96, 1-4.  
Kilpatrick A; M., Chmura A. A. , Gibbons D.W. , Fleischer R. C. , Marra P. P. and Daszak P., 2006. PNAS, 103, 51, 19368-19373.  
Le Gall-Reculé G., Schmitz A., Massin P., Cherbonnel M., Lamandé J., Allée C., Ogor K., Toquin D., Rivallan G., Zwingelstein F., Picault J.P., Eterradossi N., Guionie O., Briand F.X., Jestin V., 2006. Proceedings, 7th International Congress of ESVV, Lisboa, Portugal, pp132.  
Smith G.J.D., Fan X.H., Wang J., Li K.S., Qin K., Zhang J.X., Vijaykrishna D., Cheung C.L., Huang K., Rayner J.M., Peiris J.S.M., Chen H., Webster R.G. and Guan Y., 2006. PNAS, 103, 45, 16936-16941.  
Webster R.G. and Govorkova E.A.,2006. N. Engl. J. Med. 355, 21, 2174-2177  
Yasué M., Feare C. J. , Bennun L. and Fiedler W., 2006. BioScience, 56, 11, 1-7.