



# Antibiorésistance en santé animale et dans l'environnement

18 novembre 2020

DOSSIER  
DU PARTICIPANT

WEBINAIRE





# Ouverture de la conférence

## **Dr Roger Genet**

*Directeur général, de l'Anses – Maisons-Alfort, France*

Directeur général de l'Anses, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, depuis mai 2016, il était précédemment directeur général de la recherche et de l'innovation au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (2012-2016), Roger Genet est un scientifique pleinement engagé dans les politiques de recherche en appui aux politiques publiques dans les domaines de la santé, de l'agriculture et de l'environnement.

Fort de 25 années d'expérience en recherche, directeur de recherche au CEA et professeur à l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN), il a été conseiller pour les sciences du vivant, la santé et la bioéthique au cabinet du ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (2005- 2007). Il rejoint le CEA en mai 2007 en qualité de Directeur adjoint des sciences du vivant et Directeur du centre de recherche de Fontenay-aux-Roses, où il conduit la reconversion du site vers les technologies de santé.

En février 2009, il prend la tête du Cemagref qui devient, sous son impulsion IRSTEA, l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement, dont il sera le premier président exécutif. Il y poursuit une politique ambitieuse pour mobiliser la recherche en appui aux politiques publiques pour la gestion de l'eau, des territoires et les écotechnologies. Il exercera, à ce titre, les fonctions de président élu du consortium Aquaref, laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques entre 2009 et 2011. Il a été le premier président de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (AllEnvi), créée en février 2010, qui regroupe l'ensemble des acteurs français de la recherche sur l'eau, l'alimentation et les territoires.

Ingénieur en biochimie, Roger Genet est titulaire d'un doctorat en enzymologie et ingénierie des protéines et d'une habilitation à diriger des recherches en sciences (HDR) de l'Université Paris-Sud Orsay (France).

Roger Genet est Chevalier de l'Ordre national du Mérite (2009), Commandeur de l'Ordre des Palmes Académiques (2014), Chevalier de l'Ordre national de la Légion d'Honneur (2018).

# Animation de la conférence

## **Jean-Yves Madec**

*Directeur scientifique Antibiorésistance – Laboratoire de Lyon – Anses*

Jean-Yves Madec est ancien élève de l'École Normale Supérieure, Agrégé de biologie, Docteur Vétérinaire, Docteur d'Université, titulaire de l'Habilitation à Diriger les Recherches et du Diplôme Universitaire Antibiotiques-Antibiothérapie (Paris 7- Diderot).

Directeur de recherches à l'Anses, Jean-Yves Madec est chef de l'unité Antibiorésistance et virulence bactériennes à l'Anses-site de Lyon et Directeur scientifique en charge de l'axe transversal Antibiorésistance de l'Anses. Il est membre du Conseil scientifique de l'ONERBA, Président du groupe vétérinaire du CA-SFM, et est très impliqué dans les démarches ministérielles de lutte contre l'antibiorésistance (plans EcoAntibio, rapport Carlet, feuille de route interministérielle, dont il a co-piloté le groupe du Comité Permanent Restreint dédié à la surveillance et aux indicateurs).

Jean-Yves Madec est membre de nombreux groupes d'experts sur l'antibiorésistance aux plans national et européen. Il est notamment Chair du Scientific Advisory Board du JPIAMR et secrétaire du domaine AMR de l'European Joint Program (EJP) One Health. Il coordonne également le réseau national Résapath de surveillance clinique de l'antibiorésistance animale et conduit des activités de recherche sur les supports génétiques et les mécanismes de sélection et de transmission de l'antibiorésistance dans une approche One-Health.



# SESSION 1 - Usages et résistances en médecine vétérinaire : états des lieux

## Rapport 2019 des ventes d'antibiotiques en médecine vétérinaire

**Delphine URBAN**

*Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV) – Anses*

Microbiologiste de formation (PhD), Delphine URBAN a rejoint l'Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV) – Anses en 2016. Elle est en charge du suivi national des ventes d'antibiotiques en médecine vétérinaire. Elle participe à différents projets visant à mieux évaluer l'utilisation des antibiotiques dans les filières animales..

### Résumé

L'Agence a mis en place, depuis 1999, un suivi annuel des ventes d'antibiotiques vétérinaires basé sur une déclaration annuelle des ventes d'antibiotiques par les laboratoires qui les commercialisent et couvre 100 % des médicaments autorisés. Les laboratoires fournissent également une estimation de la répartition des ventes par espèce de destination.

#### Comment doit-on interpréter ces résultats ?

Compte tenu des différences d'activité et de posologie entre les différents antibiotiques, les tonnages d'antibiotiques vendus ne traduisent pas précisément leur utilisation. L'indicateur ALEA (Animal Level of Exposure to Antimicrobials) estime le niveau d'exposition des animaux aux antibiotiques, en prenant en compte la posologie et la durée d'administration, mais aussi l'évolution de la population animale au cours du temps.

#### Eléments de contexte

Le plan Ecoantibio 2012-2016 visait une réduction de 25 % de l'usage des antibiotiques en 5 ans. L'objectif global de ce premier plan a été atteint en 2016 avec une diminution de l'exposition animale aux antibiotiques de 37 % en 5 ans. Le nouveau plan Ecoantibio 2017-2021 vise à inscrire dans la durée la baisse de l'exposition des animaux aux antibiotiques.

#### Volume des ventes

En 2019, le volume total des ventes s'élève à 422 tonnes d'antibiotiques et s'inscrit en baisse de 10,5 % par rapport à l'année 2018. Il s'agit du tonnage le plus faible enregistré depuis le début du suivi en 1999 (1311 tonnes).

## Exposition des animaux aux antibiotiques

Toutes espèces animales confondues, **l'indicateur d'exposition des animaux aux antibiotiques (ALEA) a diminué de 10,9 % en France par rapport à 2018.**

Sur la dernière année, l'évolution de l'exposition varie selon les espèces : -9,9 % pour les bovins, -16,4 % pour les porcs, -12,8 % pour les volailles, +1,5 % pour les lapins et +2,1 % pour les carnivores domestiques. Entre 2018 et 2019, l'exposition a diminué de 16,7 % pour les poudres et solutions orales, de 6,6 % pour les prémélanges médicamenteux et de 6,0 % pour les injectables.

Après une forte baisse de l'ALEA entre 2011 et 2016, une relative stabilisation de l'exposition animale est observée sur les trois dernières années pour la majorité des familles d'antibiotiques, à l'exception des Tétracyclines et des Polypeptides.

### Les Céphalosporines de 3ème et 4ème générations et les Fluoroquinolones

Les Céphalosporines de dernières générations et les Fluoroquinolones sont considérées comme particulièrement importantes en médecine humaine car elles constituent l'alternative ou une des seules alternatives pour le traitement de certaines maladies infectieuses chez l'homme.

La loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt avait fixé un objectif de réduction de 25 % en 3 ans de l'utilisation des antibiotiques appartenant à chacune de ces familles, en prenant l'année 2013 comme référence. L'objectif a été atteint en 2016. Ces bons résultats ont fait suite à la publication d'un décret et d'un arrêté interministériel en 2016 visant à encadrer la prescription et la délivrance des médicaments contenant ces antibiotiques d'importance critique.

Après une forte baisse observée entre 2013 et 2016, l'exposition aux antibiotiques d'importance critique semble se stabiliser sur les trois dernières années.

**L'exposition aux Céphalosporines de dernières générations a diminué de 94,1 % en 2019 par rapport à 2013,** toutes espèces confondues. Entre 2018 et 2019, la diminution de l'exposition est observée pour toutes les espèces sauf pour les carnivores domestiques (+1,5 %).

**Une diminution de l'exposition aux Fluoroquinolones de 86,0 % a été observée en 2019 par rapport à 2013.** Au cours de la dernière année, une faible augmentation (0,7 %) a été observée : ceci s'explique par une augmentation de l'utilisation des injectables (2,8 % toutes espèces confondues). Entre 2018 et 2019, l'exposition aux Fluoroquinolones a augmenté pour les bovins, carnivores domestiques et chevaux, alors qu'elle a diminué pour les porcs et les volailles.

### La colistine

Une publication de novembre 2015 décrivant le premier mécanisme de résistance à la colistine transférable par plasmide a conduit à la mise en place d'une surveillance renforcée pour cet antibiotique.

Le plan Ecoantibio 2017-2021 a fixé l'objectif d'une réduction de 50 % en 5 ans de l'exposition à la colistine en filières bovine, porcine et avicole, en prenant comme référence l'ALEA moyen 2014-2015.

En 2019, l'exposition a diminué pour les porcs (-73,7 %), les volailles (-58,1 %) et les bovins (-52,3 %) par rapport à l'exposition moyenne sur les années 2014-2015. **L'objectif fixé par le plan Ecoantibio est donc atteint pour les filières porcine, avicole et bovine.**

Les résultats de l'année 2019 témoignent d'un engagement efficace de l'ensemble des parties prenantes dans la lutte contre l'antibiorésistance. La dynamique pour l'utilisation prudente et responsable des antibiotiques en médecine vétérinaire doit être maintenue.



# Surveillance européenne de l'antibiorésistance animale avec le LNR : résultats majeurs en 2019

**Agnès Perrin-Guyomard**

Laboratoire de Fougères Agnès PERRIN-GUYOMARD - Laboratoire de Fougères - LNR résistance antimicrobienne – Anses

Agnès PERRIN a intégré le laboratoire de l'Anses Fougères pour étudier l'impact des antibiotiques sur la diversité et les fonctions du microbiote intestinal. Elle a par ailleurs pris en charge la gestion des activités du programme national de surveillance de l'antibiorésistance chez les bactéries indicatrices et zoonotiques isolées chez l'animal sain ou dans les viandes à la distribution. Elle est responsable adjointe du LNR résistance antimicrobienne.

## Résumé

La surveillance de l'antibiorésistance chez les bactéries commensales et zoonotiques est réglementée au sein de l'Union Européenne par la directive 2003/99/CE. La décision 2013/652 complète ce dispositif et harmonise les systèmes de surveillance entre chaque Etat membre. La surveillance est organisée alternativement tous les deux ans : chez les volailles (poulets de chair, poules pondeuses et dindes) les années paires et chez les animaux de boucherie (bovins et porcins) les années impaires. La résistance aux antimicrobiens est évaluée par la mesure des concentrations minimales inhibitrices (CMI) sur un nombre de souches défini et les valeurs obtenues sont comparées aux seuils épidémiologiques de l'EUCAST. Les espèces bactériennes à surveiller sont *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* spp. et *E. coli*. Depuis janvier 2015, la détection des *E. coli* résistants aux céphalosporines de 3<sup>ème</sup> génération (C3G), par production de BLSE, céphalosporinase ou carbapénémase est rendue obligatoire dans les prélèvements de caeca à l'abattoir et dans les viandes à la distribution. Les résultats des Etats Membres sont rassemblés dans un rapport commun édité par l'EFSA et disponible l'année N+2.

La campagne 2019 concernait les animaux de boucherie. Entre 2009 et 2019, les taux de résistance observés chez le porc ont diminué de façon très significative pour la tétracycline (de 74,7 % à 51,1 %,  $p=0,002$ ) et de façon significative pour le sulfaméthoxazole (de 65,2 % à 35,1 %,  $p=0,03$ ) et le triméthoprim (de 37,3 % à 29,8 %,  $p=0,05$ ). Dans le même temps, les taux de résistance à l'ampicilline ont augmenté progressivement pour devenir significativement plus élevés en 2019 (30,3 %,  $p=0,04$ ). Les taux de résistance aux quinolones (acide nalidixique et ciprofloxacine) voient une augmentation significative des pourcentages entre 2009 (1,9 %) et 2019 (4,3 %,  $p=0,01$ ). Chez le veau, le nombre de campagnes de surveillance entre 2015 et 2019 (3) est encore trop juste pour pouvoir faire des analyses statistiques interprétables. Graphiquement, on peut toutefois observer une diminution des pourcentages de résistance pour tous les antibiotiques testés, excepté pour le chloramphénicol où les taux sont plutôt stables et pour la gentamicine où les taux augmentent très légèrement. Sur la période de surveillance (11 ans pour les porcs, 5 ans pour les veaux), le nombre de souches sensibles à tous les antibiotiques testés est en augmentation significative ( $p<0,05$ ), passant de 12 % en 2009 à 29,8 % en 2019 chez le porc et de 24,3 % en 2015 à 39,9 % en 2019 chez le veau. La recherche sélective des *E. coli* producteurs de  $\beta$ -lactamases à spectre étendu (BLSE), de céphalosporinases (AmpC) ou de carbapénémases montre que la présence d'*E. coli* BLSE/AmpC est très faible dans les prélèvements de viande à la distribution que ce soit pour la viande de porc (1,2 %) ou pour la viande de bœuf (0,6 %). Dans les caeca, cette prévalence est plus élevée mais ne dépasse pas 30 % des prélèvements analysés et baisse significativement depuis le début de cette surveillance sélective en 2015. Aucune souche

porteuse d'une résistance de type carbapénèmase n'a été isolée en 2019.

Concernant les salmonelles, la résistance aux antibiotiques d'importance critique en médecine humaine, à savoir les céphalosporines, les fluoroquinolones et les carbapénèmes, est nulle chez les sérovars majoritaires et les sérovars de danger sanitaire de catégorie 1. Aucune résistance à l'azithromycine, potentiellement recommandée pour le traitement des diarrhées des voyageurs en particulier au retour d'Asie, n'a été observée en 2019 chez les souches de salmonelles isolées sur carcasses de veau ou de porc à l'abattoir. La réglementation va évoluer à partir de 2021 avec en particulier une surveillance des bactéries cibles à partir du même prélèvement de contenu caecal, une recherche de *Campylobacter jejuni* et *Campylobacter coli* ainsi qu'une surveillance des viandes aux frontières (*E. coli*, *E. coli* BLSE et Salmonelles).



# Surveillance de la résistance animale par le réseau Résapath : faits marquants en 2019

## Jean-Yves Madec

*Directeur scientifique Antibiorésistance – Laboratoire de Lyon – Anses*

Jean-Yves Madec est ancien élève de l'École Normale Supérieure, Agrégé de biologie, Docteur Vétérinaire, Docteur d'Université, titulaire de l'Habilitation à Diriger les Recherches et du Diplôme Universitaire Antibiotiques-Antibiothérapie (Paris 7- Diderot).

Directeur de recherches à l'Anses, Jean-Yves Madec est chef de l'unité Antibiorésistance et virulence bactériennes à l'Anses-site de Lyon et Directeur scientifique en charge de l'axe transversal Antibiorésistance de l'Anses. Il est membre du Conseil scientifique de l'ONERBA, Président du groupe vétérinaire du CA-SFM, et est très impliqué dans les démarches ministérielles de lutte contre l'antibiorésistance (plans EcoAntibio, rapport Carlet, feuille de route interministérielle, dont il a co-piloté le groupe du Comité Permanent Restreint dédié à la surveillance et aux indicateurs).

Jean-Yves Madec est membre de nombreux groupes d'experts sur l'antibiorésistance aux plans national et européen. Il est notamment Chair du Scientific Advisory Board du JPIAMR et secrétaire du domaine AMR de l'European Joint Program (EJP) One Health. Il coordonne également le réseau national Résapath de surveillance clinique de l'antibiorésistance animale et conduit des activités de recherche sur les supports génétiques et les mécanismes de sélection et de transmission de l'antibiorésistance dans une approche One-Health.

## Résumé

Depuis 38 ans au service de la surveillance de l'antibiorésistance chez les bactéries pathogènes d'origine animale en France, le réseau Résapath s'est imposé dans le paysage national de mobilisation sur cet enjeu majeur de santé publique. La qualité de ce réseau résulte d'une vigilance constante des acteurs sur la maîtrise des méthodes d'analyses et l'interprétation des données. Ces efforts sont en premier lieu ceux des laboratoires adhérents, et le rapport Résapath est chaque année le fruit de ce travail.

Lutter contre l'antibiorésistance nécessite une approche intégrée et le Résapath contribue à cette vision. Membre depuis de nombreuses années de l'Observatoire national de l'épidémiologie de la résistance bactérienne aux antibiotiques (ONERBA), le Résapath a toujours été un point de jonction entre les données vétérinaires et humaines. Au-delà des tendances phénotypiques, les travaux moléculaires permettent de faire les constats de l'identité (ou non) des bactéries, des clones ou des mécanismes de résistance qui circulent chez l'Homme et chez l'animal. Ces constats sont essentiels à la compréhension fine de ce qui est commun et de ce qui ne l'est pas, et sont donc une aide précieuse pour une décision publique ciblée et efficace. Le Résapath participe de la déclinaison de la feuille de route interministérielle adoptée en novembre 2016. Il était pilote de la mesure n°11 du plan EcoAntibio 1 (2012-2016), et est au cœur de l'action 14 de l'axe 3 du plan EcoAntibio 2 (2017-2021).

En 2019, le Résapath a collecté 53 469 antibiogrammes, et compte le même nombre de laboratoires (71) qu'en 2018 et 2017. La répartition des antibiogrammes par espèce animale est la suivante : chiens

(28,1%), bovins (20,2%), volailles (19,9%). Les chats sont en 4ème position (9,9%), suivis des chevaux (7,4%) et des porcs (6,5%). Les tendances à la baisse observées pour les antibiotiques critiques depuis plusieurs années se confirment. S'agissant de la résistance aux céphalosporines de 3ème et 4ème générations, la proportion la plus élevée est de 4% (chats), et entre 3 et 4% chez les chiens et équidés. Elle est inférieure à 2% chez les bovins, et inférieure à 1% chez les porcs, poules/poulets et dindes. Les proportions de résistances aux fluoroquinolones sont également très resserrées entre toutes les espèces animales, et comprises entre 3 et 8%. Egalement, sur les 15 dernières années, on note une augmentation constante de la proportion des souches de *E. coli* sensibles à la colistine. Pour les autres antibiotiques, la dominante est à la stabilisation/légère baisse depuis 5/6 ans. On observe également une tendance à la baisse de la multirésistance (*E. coli*) entre 2011 et 2019, même si la dynamique est variable d'une filière à l'autre. Des résistances aux carbapénèmes sont identifiées sporadiquement chez l'animal de compagnie. C'est le cas notamment de souches d'entérobactéries productrices de la carbapénémase OXA-48, secondairement détectées par biologie moléculaire. Une sous-estimation de la proportion de ces souches par le Résapath est donc possible, compte-tenu du fait que les laboratoires adhérents ne testent pas les carbapénèmes (usage interdit en médecine vétérinaire). Le *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM) reste un sujet marginal en médecine vétérinaire en France. En revanche, le gène *mecA* est retrouvé de façon importante chez *Staphylococcus pseudintermedius*, pathogène majeur du chien (15-20% des souches). Des clones émergents de *Staphylococcus pseudintermedius* résistants à la méticilline ont également été identifiés.



## SESSION 2 - Présentation de l'avis de l'Anses

### Antibiorésistance et environnement - État et causes possibles de la contamination des milieux en France par les antibiotiques, les bactéries résistantes aux antibiotiques et les supports génétiques de la résistance aux antibiotiques

#### Morgane Bachelot

*Direction de l'évaluation des risques – Anses*

#### Didier Hocquet

*Président du Groupe de travail « Antibiorésistance et environnement » – Anses*

Morgane BACHELOT, Docteur en pharmacie et Docteur en sciences de l'eau (PhD), a rejoint l'Anses en 2011 en tant que coordinatrice d'expertise scientifique au sein de l'Unité d'évaluation des risques liés à l'eau de la Direction de l'évaluation des risques. Elle est en charge de la thématique des résidus de médicaments dans l'eau et a piloté l'expertise « Antibiorésistance et environnement ».

Didier HOCQUET est président du groupe de travail de l'Anses « « Antibiorésistance et environnement environnement » qui a donné lieu à l'avis de l'Anses présenté à l'occasion de cet événement.

Après un doctorat en pharmacie, en 2001, un doctorat en science en 2003, Didier Hocquet a soutenu son HDR en 2009. Il devient maître de conférences au laboratoire de bactériologie du CHU de Besançon. Titulaire d'une bourse européenne Marie Curie il part travailler deux ans dans le département de médecine, de microbiologie et de sciences du génome de l'université de Washington, Seattle, États-Unis. Depuis 2013, il est nommé professeur titulaire à l'Université de Franche-Comté.

Denis Hocquet est président du groupe de travail de l'Anses « Antibiorésistance et environnement » qui a donné lieu à l'avis de l'Anses présenté à l'occasion de cet événement

Son groupe de recherche s'intéresse à l'émergence et la diffusion de bactéries résistantes aux antibiotiques dans et à partir des hôpitaux. Dans le domaine de l'émergence des bactéries pathogènes résistantes, l'impact de la consommation d'antibiotiques et le rôle de la réponse SOS déclenchée par les antibiotiques et les chimiothérapies ont été évalués.

De même, son équipe mène ou participe à des études explorant la propagation de bactéries multirésistantes dans les hôpitaux ou dans l'environnement. Enfin, le groupe travaille également sur la génomique bactérienne comparative

### Résumé

L'Anses a mené une expertise sur l'état et les causes possibles de la contamination des milieux aquatiques et terrestres en France par les antibiotiques (ATB), les bactéries résistantes aux ATB (BRA) pathogènes

1 <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2016SA0252Ra.pdf>

pour l'Homme et les gènes de résistance aux ATB (GRA) .

### **Mécanismes sous-jacents à l'émergence et à la persistance de l'antibiorésistance dans l'environnement**

Des expérimentations en laboratoire ont montré que des concentrations sub-inhibitrices en ATB pouvaient favoriser la résistance bactérienne par exemple en freinant la croissance des populations sensibles, en favorisant l'accumulation de mutations de faible coût biologique permettant une résistance de bas niveau et/ou en favorisant le transfert horizontal des GRA. De plus, les éléments traces métalliques (ETM) et les biocides peuvent co-sélectionner une résistance aux ATB par résistance croisée ou co-résistance.

### **Contamination de l'environnement par les ATB**

Des ATB sont retrouvés dans tous les compartiments récepteurs et sont pour l'essentiel introduits par des sources anthropiques. La contamination des sols agricoles amendés par les ATB dépend du type de produits résiduels organiques (PRO) épandus (boues de STEU, effluents d'élevage), des modalités de traitement des PRO avant épandage et de la périodicité des amendements. Les rejets des STEU constituent la source principale d'ATB dans les milieux aquatiques, complétée pour certains ATB par un apport significatif du ruissellement et de l'infiltration depuis les sols amendés. La contamination des milieux diminue à partir des points d'émission. Les ATB les plus fréquemment quantifiés sont les persistants (quinolones, fluoroquinolones, macrolides et sulfamides).

### **Contamination de l'environnement par les BRA et les GRA**

Les BRA et GRA contaminent tous les compartiments récepteurs à des concentrations qui dépendent des quantités apportées par les sources de contamination et de la résilience des milieux. Les rejets de STEU sont la principale source de BRA et GRA dans les eaux de surface. L'épandage de PRO est la principale source de BRA et GRA dans les sols. Les concentrations en BRA et GRA d'origine allochtone diminuent à partir des points d'émission dans le milieu récepteur. En effet, les bactéries d'origine fécale survivent difficilement dans l'environnement, et les BRA d'origine fécale plus difficilement encore. Les GRA peuvent persister plus longtemps dans l'environnement que les BRA.

### **Impact potentiel des sélecteurs sur l'antibiorésistance dans l'environnement**

Les connaissances sur l'impact des sélecteurs (ATB, ETM, biocides) sur l'ABR dans l'environnement sont parcellaires. Les concentrations de co-sélecteur(s), la diversité des communautés bactériennes et l'hétérogénéité des milieux influencent les dynamiques spatio-temporelles des BRA et GRA. En France, les concentrations en ATB ne semblent pas suffisantes pour favoriser la survie des BRA et la persistance des GRA dans l'environnement.

Toutefois, l'émergence de bactéries pathogènes porteuses de nouveaux GRA est possible dans des environnements contenant des GRA mobiles et fortement contaminés par des sélecteurs et par des bactéries pathogènes ubiquistes. Cette probabilité d'émergence augmente avec l'intensité de la contamination de l'environnement.

### **Recommandations**

Les conclusions de l'expertise ont été établies pour la situation française actuelle. Le changement climatique et l'évolution des pratiques liée à l'économie circulaire de l'eau pourraient modifier les voies d'introduction et de dissémination des ATB, BRA et GRA dans l'environnement et saturer les capacités de résilience des milieux.



Afin de faciliter la comparaison des résultats, l'Anses recommande de mesurer dans toutes les études sur l'antibiorésistance dans l'environnement :

- Indicateurs de contamination environnementale par les ATB
  - Fluoroquinolones : ciprofloxacine
  - Macrolides : érythromycine, clarithromycine et/ou azithromycine
  - Sulfamides : sulfaméthoxazole et sulfaméthazine
  
- Indicateurs de contamination environnementale par les BRA et GRA
  - *Escherichia coli* résistant aux céphalosporines de 3<sup>e</sup> génération ou producteurs de  $\beta$ -lactamase à spectre étendu
  - int1 ou sul1
- Pour comparer la contamination de différents sites et milieux, aux différentes échelles spatiales, l'Anses recommande que les études qui seront engagées :
  - Tiennent compte du devenir spatio-temporel de la contamination
  - Mettent en œuvre des méthodes harmonisées
  - Mutualisent les données acquises

Enfin, l'Agence émet des recommandations pour consolider et approfondir les connaissances actuelles, en particulier sur :

- La contamination de l'environnement par les ATB, les BRA et les GRA
- Le développement de nouvelles technologies d'acquisition et de traitement des données
- Les paramètres favorisant la dissémination environnementale des BRA et des GRA
- L'évaluation des capacités de résilience des écosystèmes contaminés en continu.

# Conclusions et perspectives

## Jean-Yves Madec

*Directeur scientifique Antibiorésistance – Laboratoire de Lyon – Anses*

Jean-Yves Madec est ancien élève de l'École Normale Supérieure, Agrégé de biologie, Docteur Vétérinaire, Docteur d'Université, titulaire de l'Habilitation à Diriger les Recherches et du Diplôme Universitaire Antibiotiques-Antibiothérapie (Paris 7- Diderot).

Directeur de recherches à l'Anses, Jean-Yves Madec est chef de l'unité Antibiorésistance et virulence bactériennes à l'Anses-site de Lyon et Directeur scientifique en charge de l'axe transversal Antibiorésistance de l'Anses. Il est membre du Conseil scientifique de l'ONERBA, Président du groupe vétérinaire du CA-SFM, et est très impliqué dans les démarches ministérielles de lutte contre l'antibiorésistance (plans EcoAntibio, rapport Carlet, feuille de route interministérielle, dont il a co-piloté le groupe du Comité Permanent Restreint dédié à la surveillance et aux indicateurs).

Jean-Yves Madec est membre de nombreux groupes d'experts sur l'antibiorésistance aux plans national et européen. Il est notamment Chair du Scientific Advisory Board du JPIAMR et secrétaire du domaine AMR de l'European Joint Program (EJP) One Health. Il coordonne également le réseau national Résapath de surveillance clinique de l'antibiorésistance animale et conduit des activités de recherche sur les supports génétiques et les mécanismes de sélection et de transmission de l'antibiorésistance dans une approche One-Health.





