



HAL
open science

Antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales isolées chez les animaux producteurs d'aliments et leurs denrées. Bilan de surveillance 2014-2022

Béatrice Anger, Mireille Bruneau, Claire Chauvin, Pamela Houée, Murielle Gaugain, Sophie Granier, Isabelle Kempf, Patricia Legrandois, Gwenaëlle Mourand, Agnès Perrin-Guyomard, et al.

► To cite this version:

Béatrice Anger, Mireille Bruneau, Claire Chauvin, Pamela Houée, Murielle Gaugain, et al.. Antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales isolées chez les animaux producteurs d'aliments et leurs denrées. Bilan de surveillance 2014-2022. [0] Anses. 2021, 55 p. anses-03624228

HAL Id: anses-03624228

<https://anses.hal.science/anses-03624228>

Submitted on 30 Mar 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

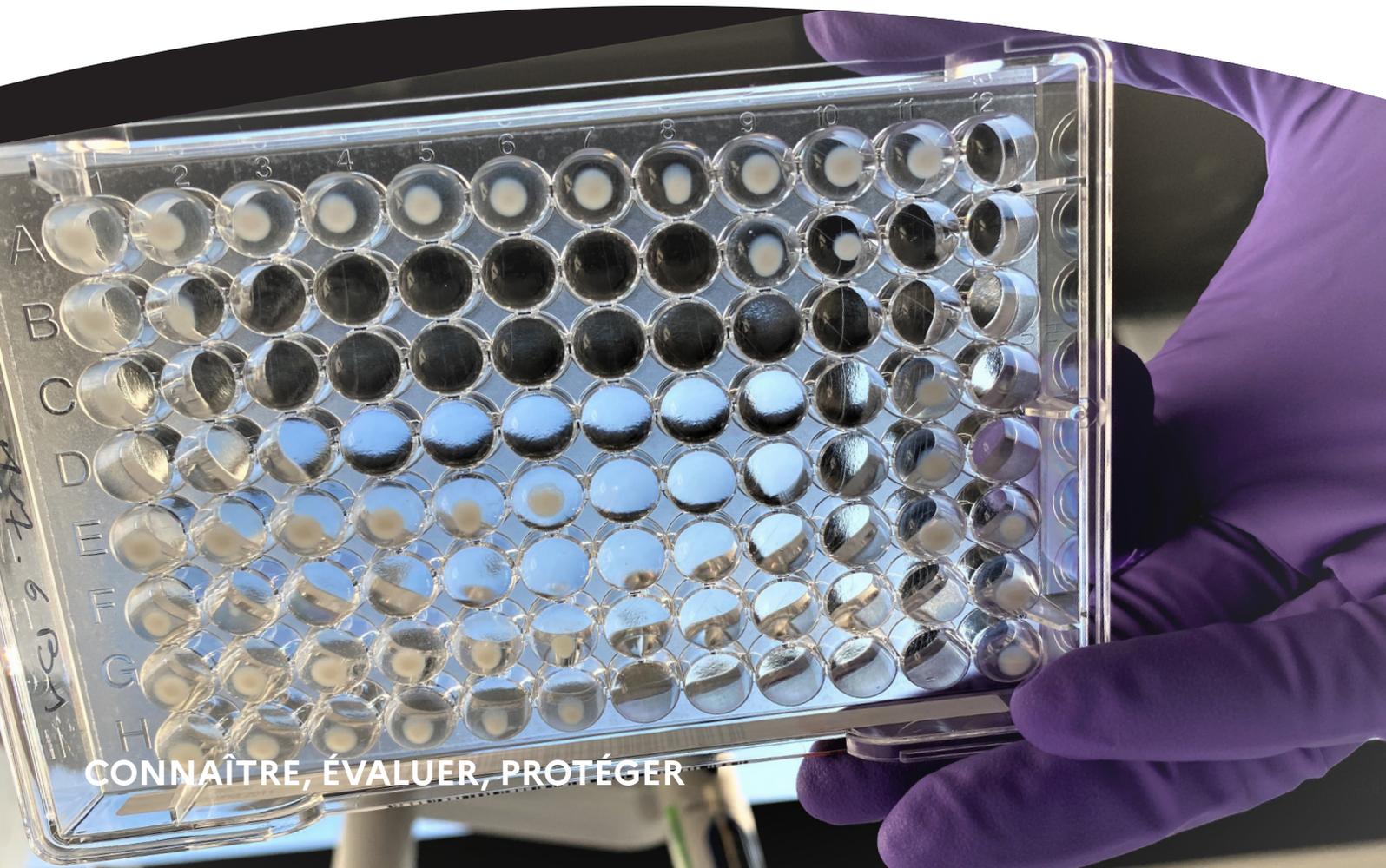


anses

Antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales isolées chez les animaux producteurs d'aliments et leurs denrées

Bilan de surveillance 2014-2020

Octobre 2021



CONNAÎTRE, ÉVALUER, PROTÉGER

Antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales isolées chez les animaux producteurs d'aliments et leurs denrées - Bilan 2014-2020

Auteurs par ordre alphabétique

Béatrice Anger¹, Bruneau Mireille¹, Claire Chauvin², Pamela Houée¹, Murielle Gaugain³, Sophie Granier¹, Isabelle Kempf⁴, Patricia Legrand¹, Gwenaëlle Mourand⁴, Agnès Perrin-Guyomard¹, Charlotte Valentin¹

Anses – Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

- 1- Anses – Laboratoire de Fougères – Unité Antibiotiques, Biocides, Résidus, Résistance (AB2R)
10B rue Claude Bourgelat
CS40608 – Javené
35306 FOUGERES cedex
- 2- Anses – Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort - Unité Épidémiologie, Santé, Bien-Etre (EPISABE)
Site de Ploufragan
BP53
22440 PLOUFRAGAN, France
- 3- Anses – Laboratoire de Fougères – Unité Analyse des Résidus et Contaminants (ARC)
10B rue Claude Bourgelat
CS40608 – Javené
35306 FOUGERES cedex
- 4- Anses – Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort - Unité Mycoplasmiologie, Bactériologie, Antibiorésistance (MBA)
Site de Ploufragan
BP53
22440 PLOUFRAGAN

Correspondance : LNR-RAM@anses.fr

Remerciements :

- Direction Générale de l'Alimentation (DGAI)
- Services déconcentrés
- Laboratoires agréés : LDA 01, Labocea 35, LPL 40, Inovalys 49, Labéo 50, LDA 56, Qalyse 79, LEAV 85
- Laboratoire National de Référence (LNR) *Salmonella* (Anses - Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort)
- Unité d'Epidémiologie et Appui à la Surveillance (UEAS - Anses - Laboratoire de Lyon)
- Services Qualité des laboratoires Anses Fougères et Anses Ploufragan/Plouzané/Niort

Citation suggérée

Anses. 2021. *LNR Résistance antimicrobienne - Surveillance de l'antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales isolées chez les animaux producteurs d'aliments et leurs denrées, bilan 2014-2020*. Fougères et Ploufragan-Plouzané-Niort, Anses. 54 p.

SOMMAIRE

Synthèse	4
Sigles et abréviations	5
Liste des tableaux	6
Liste des figures	7
1 Introduction	9
2 Avant-propos	12
3 Modalités de mise en œuvre	13
3.1 Origine des isolats	13
3.2 Echantillonnage	14
3.3 Détermination de la sensibilité aux antibiotiques.....	15
3.4 Analyses des données.....	15
4 Résultats 2019-2020 et évolution depuis 2014	17
4.1 <i>Salmonella</i>	17
4.1.1 Abattoir	17
4.1.2 Environnement d'élevage.....	20
4.2 <i>Campylobacter</i>	23
4.3 <i>E. coli</i> commensales indicatrices	25
4.4 <i>E. coli</i> BLSE/AmpC.....	30
4.4.1 Abattoir	30
4.4.2 Distribution	31
5 Focus sur les antibiotiques d'importance critique pour la santé humaine	33
5.1 Colistine.....	33
5.2 Fluoroquinolones	34
5.3 Céphalosporines.....	36
6 Conclusions et Perspectives	39
Annexes	40
Références	52

Synthèse

- Le dispositif européen de surveillance de l'antibiorésistance chez les bactéries zoonotiques et commensales isolées d'animaux producteurs d'aliments et de leurs viandes est un dispositif de surveillance active, continue, harmonisée entre tous les états membres de l'UE (espèces bactériennes, espèces animales échantillonnées, sites de prélèvement, liste et gamme d'antibiotiques, méthodes de détermination de la sensibilité et interprétation, rapport commun) qui permet de fournir des données de surveillance comparables.
- En France, aucune souche de *Escherichia coli* (*E. coli*) ou de *Salmonella* résistante aux carbapénèmes n'a été détectée parmi les souches isolées d'animaux d'élevage et de leurs viandes.
- *Salmonella* spp. : les taux de résistance sont élevés vis-à-vis des pénicillines, tétracyclines ou sulfamides chez les souches isolées du porc, du veau ou de la dinde à l'abattoir mais quel que soit l'environnement de prélèvement (abattoir, élevage), il y a peu ou pas de résistance aux antibiotiques d'importance critique pour la santé humaine.
- *Campylobacter jejuni* (*C. jejuni*) et *Campylobacter coli* (*C. coli*) : les taux de résistance sont élevés à très élevés vis-à-vis des fluoroquinolones et des tétracyclines mais la sensibilité aux macrolides, antibiotiques de premier choix dans le traitement des campylobactérioses chez l'homme, est conservée.
- Evolution de la résistance d'*Escherichia coli* sur la période d'étude (2014-2020) :
 - La proportion de souches sensibles à tous les antibiotiques testés est en augmentation très significative de 54 % chez la dinde, de 48 % chez le poulet, de 40 % chez le veau.
 - Chez le porc, on observe une augmentation significative de la résistance à l'ampicilline.
 - Chez le veau, le poulet et la dinde, les pourcentages de résistance diminuent significativement pour la plupart des antibiotiques testés et notamment ceux qui concernent les antibiotiques d'importance critique pour la santé humaine.
- *E. coli* producteurs de β -Lactamase à Spectre Etendu (BLSE) ou céphalosporinase : une diminution significative de la prévalence a été observée dans les caeca de toutes les espèces animales étudiées et dans les viandes de poulet.

Sigles et abréviations

AIC	: Antibiotique d'Importance Critique
AmpC	: Céphalosporinase
ANMV	: Agence Nationale du Médicament Vétérinaire
Anses	: Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail
BLSE	: Bêta(β)-lactamase à spectre étendu
BP	: BreakPoint
C3G	: Céphalosporine de 3ème Génération
C4G	: Céphalosporine de 4ème Génération
Carba	: Carbapénèmase
CMI	: Concentration Minimale Inhibitrice
DGAI	: Direction Générale de l'Alimentation
DTU	: Danmarks Tekniske Universitet (Université Technique du Danemark)
ECDC	: European Centre for Disease Prevention and Control
ECOFF	: Epidemiological Cut-OFF
EFSA	: European Food Safety Agency
EILA	: Essai Inter-Laboratoires d'Aptitude
EUCAST	: European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing
FQ	: Fluoroquinolone
GMS	: Grandes et Moyennes Surfaces
LDA	: Laboratoire Départemental d'Analyses
LNR	: Laboratoire National de Référence
MR	: Multi-Résistant
OIE	: Organisation mondiale de la santé animale (acronyme historique : Office International des Epizooties)
OMS	: Organisation mondiale de la santé humaine
PCR	: Polymerase Chain Reaction
UE	: Union Européenne

Liste des tableaux

Tableau 1 : Antibiotiques, plages de concentration et ECOFF utilisés pour <i>Salmonella</i> et <i>E. coli</i> comme indiqués dans la décision 2013/652/UE	40
Tableau 2 : Antibiotiques, plages de concentration et ECOFF utilisés pour <i>C. coli</i> et <i>C. jejuni</i> comme indiqués dans la décision 2013/652/UE	41
Tableau 3 : Répartition des sérovars de salmonelles isolées en abattoir en 2019 et 2020	42
Tableau 4 : Sensibilité aux antibiotiques des <i>Salmonella</i> spp. isolées en abattoir en 2019 ...	43
Tableau 5 : Sensibilité aux antibiotiques des <i>Salmonella</i> spp. isolées en abattoir en 2020. ...	43
Tableau 6 : Répartition des sérovars de salmonelles isolées d'environnements d'élevage en 2020.....	44
Tableau 7 : Sensibilité aux antibiotiques des <i>Salmonella</i> spp. isolées d'environnement d'élevage en 2020.....	45
Tableau 8 : Pourcentages de résistance aux antibiotiques des <i>C. jejuni</i> isolés de poulets ou de dindes en 2020.....	46
Tableau 9 : Résistances associées chez <i>C. jejuni</i> en 2020.....	46
Tableau 10 : Pourcentages de résistance aux antibiotiques des <i>C. coli</i> isolés de poulets ou de dindes en 2020.....	46
Tableau 11 : Résistances associées chez <i>C. coli</i> en 2020.....	46
Tableau 12 : Sensibilité aux antibiotiques des <i>E. coli</i> indicatrices isolées de caeca en 2019. .	47
Tableau 13 : Sensibilité aux antibiotiques des <i>E. coli</i> indicatrices isolées de caeca en 2020. .	47
Tableau 14 : Résistances associées chez <i>E. coli</i> en 2019 et 2020.	48
Tableau 15 : Sensibilité aux antibiotiques des <i>E. coli</i> BLSE/AmpC isolées de caeca en 2019.....	49
Tableau 16 : Sensibilité aux antibiotiques des <i>E. coli</i> BLSE/AmpC isolées de caeca en 2020.....	49
Tableau 17 : Résistances associées chez <i>E. coli</i> BLSE/AmpC en 2019 et 2020.....	50
Tableau 18 : Pourcentages de résistance aux antibiotiques des <i>E. coli</i> BLSE/AmpC isolées en 2020 de viandes de poulet prélevées à la distribution.	51

Liste des figures

Figure 1 :	Structuration du dispositif de surveillance de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries commensales et zoonotiques isolées d'animaux producteurs d'aliments et de leurs viandes en France	12
Figure 2 :	Combinaisons surveillées d'espèces bactériennes/populations animales productrices d'aliments/stades de production.....	13
Figure 3 :	Répartition nationale des prélèvements de caeca et de viandes en 2019 et 2020	14
Figure 4 :	Définition des phénotypes BLSE/AmpC/Carba des <i>E. coli</i> en fonction de leur CMI aux céphalosporines et aux carbapénèmes	16
Figure 5 :	Pourcentage de résistance aux antibiotiques d'importance critique (AICs) et aux autres antibiotiques (ATBs) chez les salmonelles isolées à l'abattoir en 2019-2020.....	17
Figure 6 :	Sensibilité totale et multi-résistance des salmonelles isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020.....	18
Figure 7 :	Répartition en pourcentage des sérovars majoritaires de salmonelles isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020 par rapport à l'ensemble des salmonelles analysées dans chaque espèce animale	18
Figure 8 :	Sensibilité totale et multi-résistance des sérovars majoritaires de salmonelles isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020.....	19
Figure 9 :	Pourcentage de résistance aux antibiotiques d'importance critique (AICs) et aux autres antibiotiques (ATBs) des salmonelles isolées en environnement d'élevage de volailles en 2020	20
Figure 10 :	Sensibilité totale et multi-résistance des salmonelles isolées d'environnement d'élevage de volailles en 2020	20
Figure 11 :	Répartition en pourcentage des sérovars majoritaires de salmonelles isolées en environnement d'élevage de volailles en 2020 par rapport à l'ensemble des salmonelles analysées dans chaque espèce animale	21
Figure 12 :	Sensibilité totale et multi-résistance des sérovars majoritaires de salmonelles isolées en environnement d'élevage de volailles en 2020	22
Figure 13 :	Pourcentage de résistance aux antibiotiques des souches de <i>C. jejuni</i> et <i>C. coli</i> isolées de poulets de chair et de dindes en 2020.....	23
Figure 14 :	Sensibilité totale et multi-résistance des <i>C. jejuni</i> et <i>C. coli</i> isolées de poulets de chair et de dindes en 2020.....	24
Figure 15 :	Evolution des pourcentages de résistance des souches de <i>Campylobacter jejuni</i> isolées tous les 2 ans entre 2014 et 2020 de caeca de poulet et de dinde.....	24
Figure 16 :	Pourcentage de résistance aux antibiotiques des souches <i>E. coli</i> commensales indicatrices isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019 et 2020.....	25
Figure 17 :	Sensibilité totale et multi-résistance des <i>E. coli</i> commensales indicatrices isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020.....	26
Figure 18 :	Evolution de la sensibilité totale des souches <i>E. coli</i> isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments.....	27

Figure 19 : Evolution des pourcentages de résistance aux antibiotiques > 10 % des <i>E. coli</i> isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments	28
Figure 20 : Evolution des pourcentages de résistance aux antibiotiques < 10 % des <i>E. coli</i> isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments	29
Figure 21 : Profil enzymatique des <i>E. coli</i> présumées BLSE/AmpC/Carba isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020	30
Figure 22 : Evolution de la prévalence des <i>E. coli</i> BLSE/AmpC isolées de caeca d'animaux producteurs d'aliments prélevés à l'abattoir	31
Figure 23 : Profil enzymatique des <i>E. coli</i> présumées BLSE/AmpC/Carba isolées à la distribution en 2019-2020.....	32
Figure 24 : Evolution de la prévalence des <i>E. coli</i> BLSE/AmpC isolées de viandes à la distribution	32

1 Introduction

Dans son rapport de 2016, l'économiste O'Neill considérait que la résistance aux antibiotiques pourrait devenir la principale cause de décès dans le monde d'ici 2050¹. En effet, l'antibiorésistance menace l'efficacité des traitements pour soigner ou prévenir les infections bactériennes chez les hommes et les animaux, conduisant à une augmentation de la morbidité et de la mortalité. Même si la résistance est un phénomène naturel de défense bactérienne, l'usage intensif des antibiotiques ou leur mésusage sont des accélérateurs de ce phénomène. De plus, ces résistances peuvent diffuser, aussi bien entre bactéries de la même espèce que dans des populations bactériennes appartenant à des genres bactériens différents, par transfert horizontal de gènes de résistance. Ce type de transfert n'est pas limité aux bactéries commensales ou pathogènes des hommes ou à celles des animaux, mais peut advenir entre ces deux compartiments et les écosystèmes environnants. Comme les hommes et les animaux peuvent partager les mêmes bactéries et parfois, le même arsenal thérapeutique, l'utilisation des antibiotiques dans un des compartiments peut ainsi entraîner l'apparition de résistance dans l'autre compartiment. Pour faire face à cette menace, les organisations internationales et les instances européennes ont mis en place des plans d'actions de lutte contre l'antibiorésistance. Dans le domaine de la sécurité sanitaire des aliments et dans un objectif « Une seule santé », la directive européenne 2003/99/CE² stipule que chaque état membre doit surveiller la résistance aux antibiotiques des agents zoonotiques isolés au stade de la production primaire et de la chaîne alimentaire. La décision 2013/652/UE³ est venue compléter ce dispositif en harmonisant les plans d'échantillonnage, les antibiotiques à surveiller (Annexes – Tableaux 1 et 2) et les méthodes à employer. Parallèlement à cette décision, le ministère français de l'Agriculture et de l'Alimentation a mis en place, à partir de 2012, des plans d'actions « EcoAntibio »⁴ pour réduire les risques d'antibiorésistance en médecine vétérinaire. Ainsi, la mesure 36 du plan EcoAntibio1 visait à renforcer le suivi de l'antibiorésistance et l'action 14 du plan EcoAntibio2 devait aboutir à la réduction spécifique de 50 % en 5 ans de la prévalence des *E. coli* producteurs de β -Lactamase à Spectre Étendu (*E. coli* BLSE), sur les prélèvements de volailles (poulets de chair) au stade de la distribution. Ce rapport présente les résultats de la surveillance de l'antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales, isolées en 2019-2020 d'animaux producteurs d'aliments et de leurs viandes en France. Ces résultats sont comparés à ceux obtenus sur toute la période de la décision 2013/652/UE (2014-2020). Des travaux de recherches, exploitant les souches ou les données de surveillance, viennent compléter et illustrer l'épidémiologie et la dynamique de l'antibiorésistance dans le domaine vétérinaire français.

¹ https://amr-review.org/sites/default/files/160525_Final%20paper_with%20cover.pdf

² <http://data.europa.eu/eli/dir/2003/99/oj>

³ http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2013/652/oj

⁴ <https://agriculture.gouv.fr/ecoantibio>

Bactéries à surveiller

Les animaux peuvent héberger des salmonelles et des Campylobacters qui sont peu ou pas pathogènes pour leurs hôtes. A l'inverse chez l'homme, ces bactéries provoquent respectivement des salmonelloses, responsables de la majorité des foyers de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) en Europe et des campylobactérioses, première cause de gastro-entérite d'origine bactérienne en Europe. Parmi les salmonelles, certains sérovars sont classés danger sanitaire de catégorie 1 pour l'homme⁵, c'est-à-dire qu'ils entraînent des atteintes graves à la santé publique et qu'ils nécessitent des actions réglementées. Ces sérovars réglementés sont *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* et son variant monophasique, *S. Hadar*, *S. Infantis*, *S. Virchow* et *S. Kentucky*. Parmi les Campylobacters, *Campylobacter jejuni* et *C. coli* sont les deux principales espèces retrouvées chez l'animal et lors d'infections digestives chez l'homme. Toutefois, les infections humaines à *C. jejuni* étant beaucoup plus fréquentes que celles à *C. coli*, la décision 2013/652/UE a imposé la surveillance exclusive de la résistance de *C. jejuni*. De plus, les volailles étant habituellement considérées comme l'une des principales sources d'infections humaines à *C. jejuni*, la surveillance réglementaire ne concerne que les poulets et dindes de chair.

Escherichia coli (*E. coli*) est une bactérie commensale abondante de la flore digestive des animaux sains producteurs d'aliments. Cette espèce bactérienne est également naturellement présente chez l'homme. Or, *E. coli* est connue pour être un potentiel réservoir de gènes de résistance. Ces gènes, présents chez les souches d'origine animale, peuvent être transmis horizontalement aux bactéries zoonotiques ou commensales, le long de la chaîne alimentaire. Plus abondante et plus prévalente que d'autres bactéries zoonotiques, *E. coli* est considérée comme un indicateur pertinent pour surveiller l'antibiorésistance, conséquence de la pression sélective exercée par l'utilisation des antimicrobiens, sur les populations bactériennes intestinales hébergées par les animaux destinés à l'alimentation.

Les bêta-lactamases à spectre étendu (BLSE), céphalosporinases (AmpC) ou carbapénémases (Carba) sont des enzymes de résistance aux céphalosporines ou carbapénèmes, antibiotiques d'importance critique pour la santé humaine. La diffusion des gènes codant pour les BLSE, AmpC plasmidiques ou Carba, dans les populations bactériennes, est considérée comme un problème important pour la santé publique. Les bactéries commensales, hébergées par les animaux producteurs d'aliments et productrices de ces enzymes, peuvent donc représenter un danger pour l'homme. De plus, elles sont considérées comme des réservoirs de gènes de résistance, transférables à d'autres bactéries, y compris celles responsables de zoonoses d'origine alimentaire telles que *Salmonella spp.*, augmentant encore les conséquences potentielles pour la santé publique.

Dans un objectif de santé publique, il est donc important et pertinent de détecter l'émergence et surveiller l'évolution de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries zoonotiques *Salmonella spp.*, *Campylobacter jejuni* et *C. coli* ainsi que chez les bactéries commensales indicatrices *E. coli* et *E. coli* productrices de BLSE/AmpC/Carba (*E. coli* BLSE/AmpC/Carba).

⁵ <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrrete/2013/7/29/AGRG1320208A/jo/texte>

Antibiotiques à surveiller

Les antibiotiques inclus dans la surveillance européenne (Annexes – Tableaux 1 et 2) comprennent des antibiotiques représentatifs des familles d'antibiotiques utilisés pour traiter les animaux malades mais également des antibiotiques d'importance critique pour la santé humaine (European Food Safety Authority 2012). Les antibiotiques sont dits d'importance critique dès lors qu'ils sont seuls ou l'une des rares alternatives pour traiter les infections graves chez l'homme, causées par des bactéries d'origine non humaine ou par des bactéries pouvant acquérir des gènes de résistance à partir de sources non humaines⁶. Parmi ces antibiotiques de dernier recours, on retrouve par exemple le méropénème, la colistine et la tigécycline utilisés pour traiter des infections à bactéries multi-résistantes chez l'homme. Les fluoroquinolones et les céphalosporines, des familles de molécules utilisées à la fois en médecine vétérinaire et humaine, sont également considérées comme antibiotiques d'importance critique chez l'homme car ils sont prescrits dans le cas de salmonellose par exemple. A terme, l'usage de ces molécules vétérinaires pourrait entraîner l'apparition de résistances chez les bactéries zoonotiques et commensales d'origine animale, et compromettre le succès thérapeutique des molécules utilisées chez l'homme dans le cas de transfert horizontal de résistance. Certaines molécules, même si elles n'ont que peu ou plus d'intérêt en médecine humaine et vétérinaire, sont incluses dans la surveillance, car la résistance à ces molécules est souvent localisée sur des éléments génétiques mobiles et associée à d'autres gènes de résistance. Ces molécules, comme le chloramphénicol, sont donc considérées comme des marqueurs de la résistance. Dans un objectif de sécurité sanitaire, il est donc important et pertinent de surveiller l'apparition et l'évolution de la résistance à ces antibiotiques, chez les bactéries isolées d'animaux producteurs d'aliments et de leurs viandes.

⁶ Critically important antimicrobials for human medicine, 6th revision. Geneva: World Health Organization; 2019

2 Avant-propos

Le laboratoire de l'Anses Fougères est laboratoire national de référence résistance antimicrobienne (LNR-RA) depuis décembre 2009⁷. Le mandat de LNR-RA est partagé entre deux laboratoires de l'Anses, chacun spécialisé par espèce bactérienne à surveiller : l'unité Antibiotiques, Biocides, Résidus et Résistance (AB2R) du laboratoire de Fougères pour *Salmonella* et *Escherichia coli* et l'unité Mycoplasmologie, Bactériologie et Antibiorésistance (MBA) du laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort pour *Campylobacter*. Le LNR-RA est chargé de développer, d'optimiser et de valider des méthodes d'analyse dans son domaine de compétence. Il anime un réseau de huit laboratoires agréés. Leur rôle est, à réception des échantillons prélevés par les services vétérinaires, de réaliser les isolements sélectifs des différentes bactéries à surveiller. Le LNR-RA réalise les analyses officielles de détermination de la sensibilité aux antibiotiques des bactéries isolées dans le cadre du dispositif décrit dans la figure 1 ci-dessous.

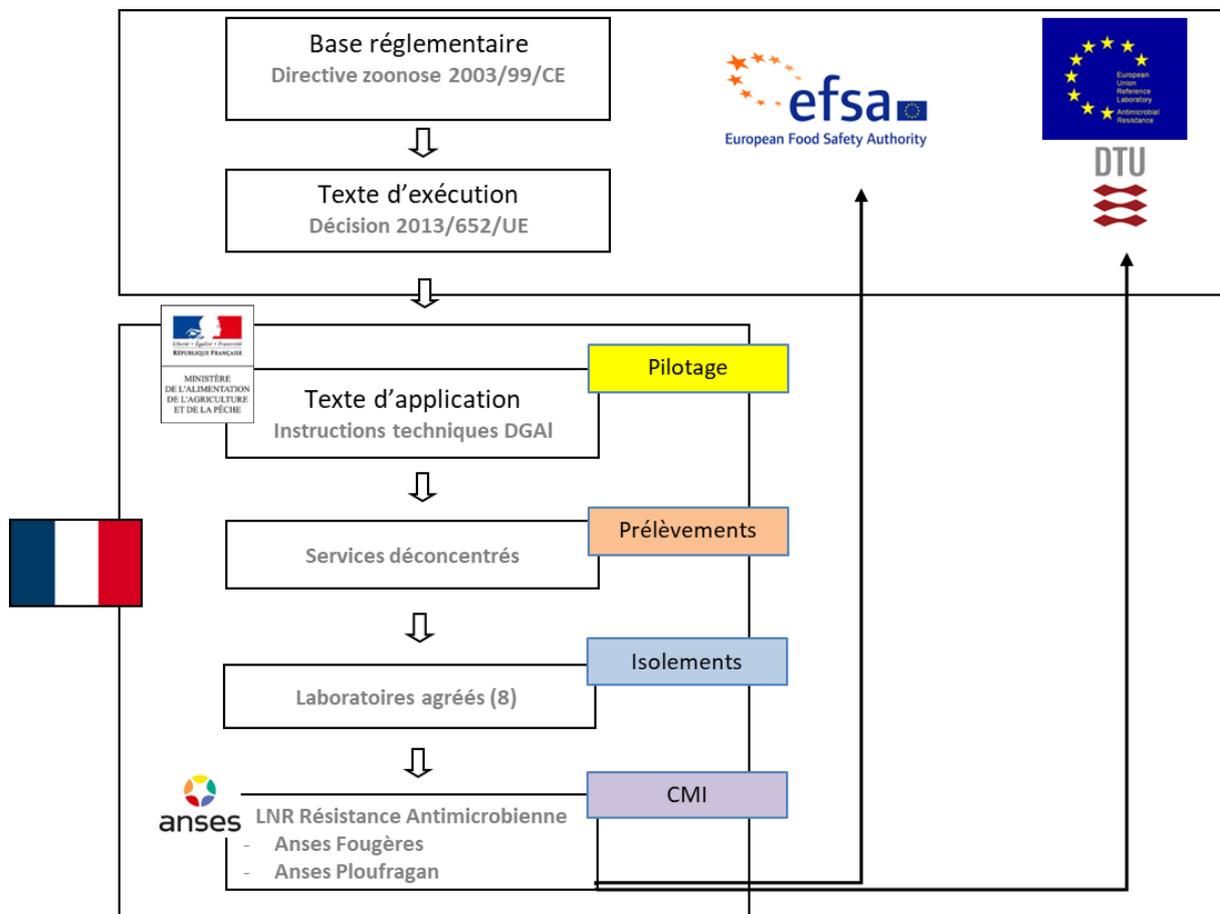


Figure 1 : Structuration du dispositif de surveillance de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries commensales et zoonotiques isolées d'animaux producteurs d'aliments et de leurs viandes en France (Anses 2021)

⁷ <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrrete/2020/10/28/AGRG2026842A/jo/texte>

3 Modalités de mise en œuvre

En application de la décision 2013/652/UE, la surveillance est organisée alternativement chez les animaux de boucherie les années impaires et en filière volaille les années paires.

3.1 Origine des isolats

Les activités de surveillance portent sur plusieurs combinaisons d'espèces bactériennes/populations animales productrices d'aliments/stades de production, présentées dans les schémas ci-dessous (Figure 2).

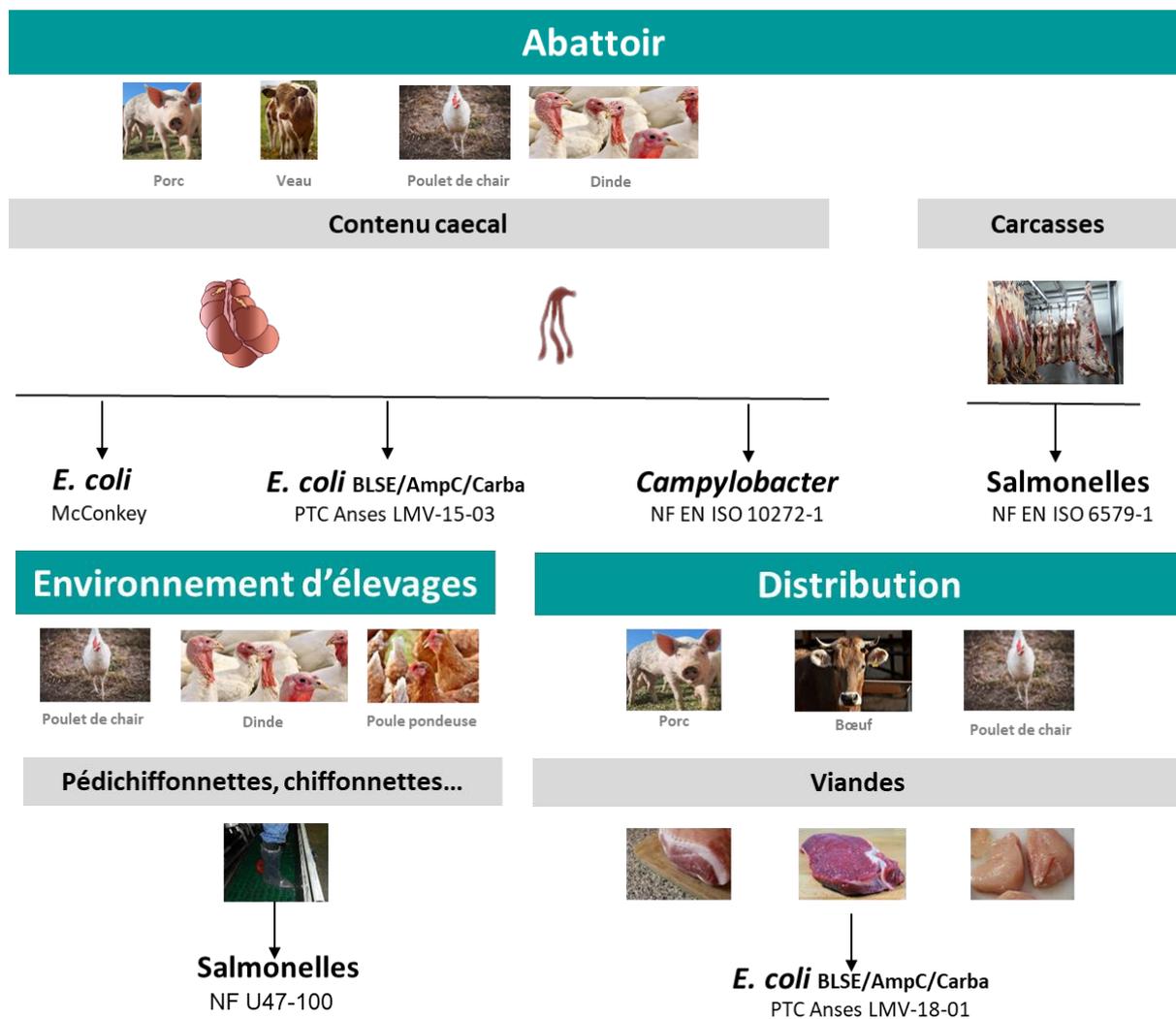


Figure 2 : Combinaisons surveillées d'espèces bactériennes/populations animales productrices d'aliments/stades de production. *normes ou protocoles d'isolement (Anses 2021).

3.2 Echantillonnage

A l'abattoir, le plan d'échantillonnage pour les prélèvements de caeca a été établi selon une clef de répartition proportionnelle au volume annuel abattu par abattoir, traitant au minimum 60 % de la population animale concernée. Les prélèvements sur carcasses ont été réalisés dans le cadre des contrôles officiels du règlement (CE) 2073/2005, établissant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. Les prélèvements dans les environnements d'élevages ont été effectués dans le cadre des contrôles officiels du dépistage réglementaire relatif à la lutte contre les infections à *Salmonella* (Règlement (CE) n°2160/2003). A la distribution, les prélèvements ont été réalisés dans les rayons libre-service réfrigérés des établissements de commerce de détail, de type « grandes et moyennes surfaces (GMS) », qui représentaient 95 % des achats des viandes de boucherie en France : hypermarchés, supermarchés et « hard-discount ». La répartition des prélèvements de caeca et de viandes, en 2019 ou 2020 suivant les populations animales prélevées, est illustrée par la figure 3 ci-dessous.

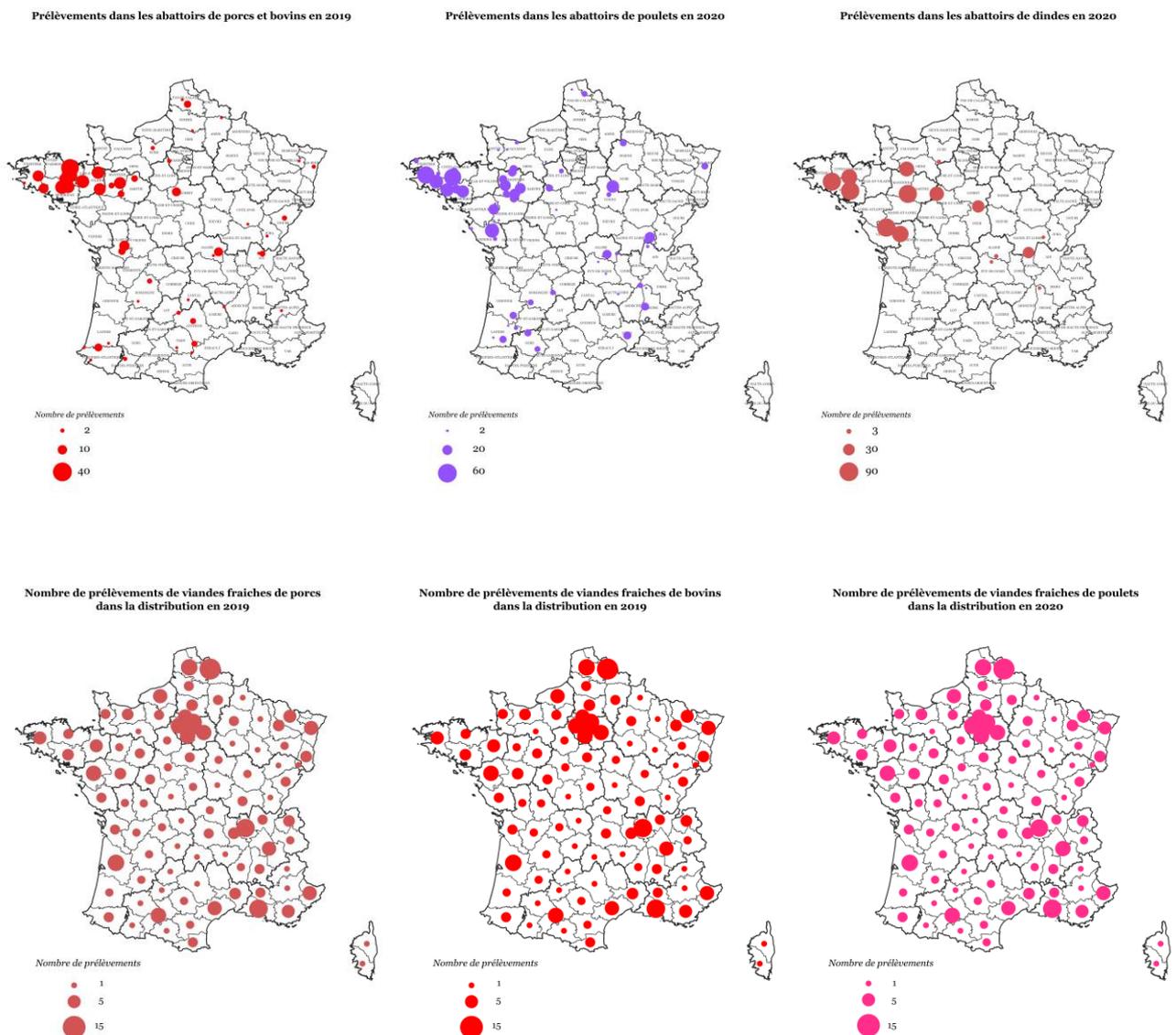


Figure 3 : Répartition nationale des prélèvements de caeca et de viandes en 2019 et 2020 (source DGAI 2021).

3.3 Détermination de la sensibilité aux antibiotiques

La sensibilité aux antibiotiques, des souches isolées sélectivement par les laboratoires d'analyses agréés, a été déterminée par une méthode de microdilution en milieu liquide conformément aux normes CLSI M07 et VET01. Les antibiotiques et les plages de concentrations testés sont ceux définis dans la décision 2013/652/UE (Tableaux 1 et 2 en Annexes). Les *E. coli* et les *Salmonella* ont été testées sur un 1^{er} panel de quatorze antibiotiques. Les souches présentant une concentration minimale inhibitrice (CMI) de céphalosporines de 3^{ème} génération ou aux carbapénèmes, supérieure à la valeur du seuil épidémiologique, ont été testées sur un 2^{ème} panel d'antibiotiques, contenant dix antibiotiques de la famille des bêta-lactamines. Les *Campylobacters* ont été testés vis-à-vis de six antibiotiques.

3.4 Analyses des données

Valeurs seuils

L'interprétation des CMI et le calcul de la proportion de souches résistantes, dans le cadre de la surveillance européenne de la résistance, sont réalisés sur la base des valeurs seuils épidémiologiques (Epidemiological Cut-OFFs ou ECOFFs), selon les règles d'interprétation définies par le comité européen EUCAST (Annexes – Tableaux 1 et 2). Les seuils épidémiologiques sont les concentrations d'antibiotiques qui permettent de distinguer, pour chaque couple espèce bactérienne-antibiotique, les souches sauvages (indiquées « sensibles » dans la suite de ce rapport) des souches non sauvages (indiquées « résistantes ») du fait de la présence d'une ou plusieurs mutations ou d'un ou plusieurs mécanismes de résistance acquise (résistance microbiologique). Les concentrations critiques utilisées par les cliniciens sont différentes des valeurs seuils épidémiologiques et sont établies sur la base d'informations cliniques, pharmacologiques, microbiologiques et épidémiologiques ; elles permettent de catégoriser les souches selon la probabilité de succès ou d'échec thérapeutique. Ainsi, les seuils épidémiologiques utilisés dans le cadre de la surveillance européenne peuvent différer des seuils critiques (breakpoints) utilisés en bactériologie médicale pour définir les souches résistantes (résistance clinique⁸).

Pour les salmonelles, la sensibilité aux antibiotiques variant d'un sérovar à un autre, les données sont également présentées pour les sérovares majoritairement détectés dans chaque espèce animale (N > 10) et pour les sérovares classés danger sanitaire de catégorie 1 pour la médecine humaine (*S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* et son variant monophasique, *S. Hadar*, *S. Infantis*, *S. Virchow* et *S. Kentucky*).

Une bactérie est considérée comme multi-résistante (MR) lorsqu'elle est résistante à au moins 3 antibiotiques appartenant à des familles différentes d'antibiotiques. Les résistances au céfotaxime et à la ceftazidime, ainsi que celles à la ciprofloxacine et à l'acide nalidixique, respectivement pour la famille des céphalosporines et pour celle des quinolones/fluoroquinolones, ont compté pour une seule résistance. Une bactérie est considérée comme pan-sensible lorsqu'elle est sensible à tous les antibiotiques testés (CMI ≤ ECOFF).

⁸ Pour exemple, ciprofloxacine *E. coli* : ECOFF >0,064 mg/L et BP >1 mg/L sur la période de la décision 2013/652/UE.

Définition des phénotypes BLSE/AmpC/Carba

La classification des *E. coli*, selon leur mécanisme présumé de résistance aux céphalosporines, a été effectuée selon les lignes directrices de l'EUCAST (2017)⁹. Cette classification est résumée dans la figure 4 ci-dessous.

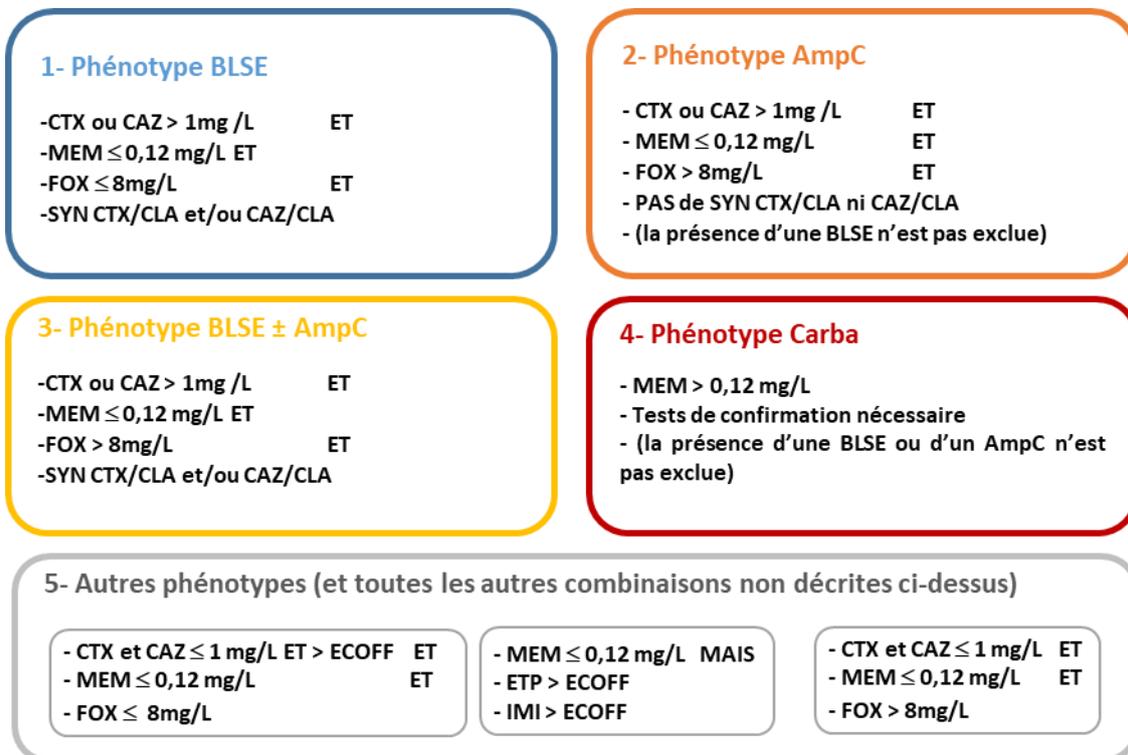


Figure 4 : Définition des phénotypes BLSE/AmpC/Carba des *E. coli* en fonction de leur CMI aux céphalosporines et aux carbapénèmes. CAZ : ceftazidime, CLA : acide clavulanique, CTX : céfotaxime, ETP : ertapénème, FOX : céfoxitine, MEM : meropénème, SYN : synergie (Anses 2021).

La qualité des données a été vérifiée par rapport aux règles de rapportage de l'EFSA et par rapport à des critères d'interprétation scientifiques, à l'aide de l'interface R-Shiny AMR développée par l'unité épidémiologie et appui à la surveillance du laboratoire Anses de Lyon.

Les pourcentages de résistance aux antibiotiques testés ont été comparés entre les différentes espèces animales par un test Chi2 ou un test exact de Fisher ($n < 2$). La différence est significative quand $p < 0,05$.

L'évolution des pourcentages de résistance dans le temps, l'évolution des souches pan-sensibles et l'évolution de la prévalence des *E. coli* BLSE/AmpC ont été analysées avec un test de Cochran-Armitage. L'évolution est significative quand $p < 0,05$.

⁹ EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing), 2017. EUCAST guidelines for detection of resistance mechanisms and specific resistances of clinical and/or epidemiological importance. Version 2.0, 2017. <http://www.eucast.org>.

4 Résultats 2019-2020 et évolution depuis 2014

4.1 Salmonella

4.1.1 Abattoir

4.1.1.1 Sensibilité des salmonelles isolées chez les animaux producteurs d'aliments

En 2019-2020, le pourcentage de résistance aux antibiotiques a été déterminé respectivement pour 204 souches de salmonelles isolées de 1457 carcasses de porc, 43 souches isolées de 6296 carcasses de veau, 106 souches isolées de 1284 carcasses de poulet et 148 souches isolées de 881 de carcasses de dinde. Les résultats détaillés se trouvent respectivement en annexes, dans le tableau 4 pour les porcs et veaux et dans le tableau 5 pour les poulets et dindes.

Parmi les antibiotiques d'importance critique (AICs) (Figure 5A), aucune résistance au méropénème n'est observée chez les espèces animales étudiées, un antibiotique non autorisé chez les animaux producteurs d'aliments mais de dernier recours en médecine humaine. Les souches testées restent également sensibles aux céphalosporines ou à l'azithromycine. Les taux de résistance à la colistine et à la tigécycline sont rares ou faibles chez le porc (2,5 % et 1,5 %), le poulet (0,9 % et 0,0 %) et la dinde (1,4 % et 1,4 %) alors qu'ils sont faibles à modérés chez le veau (14 % et 7 %). Les pourcentages de résistance aux fluoroquinolones sont faibles chez le porc (0,5 %), le veau (2,3 %) et le poulet (0,9 %) alors qu'ils sont modérés chez la dinde (17,6 %). Chez la dinde, toutes les souches résistantes aux fluoroquinolones sont des *S. Hadar*.

Les souches isolées chez le poulet sont peu résistantes aux autres antibiotiques testés (Figure 5B). La tétracycline est l'antibiotique pour lequel le nombre de souches résistantes est très élevé chez le porc (58,8 %), le veau (55,8 %) et la dinde (59,5 %). Les niveaux de résistance aux sulfamides sont élevés chez le veau (34,9 %) et très élevés chez le porc (58,8 %). Enfin, 44,1 % et 25,6 % des souches respectivement isolées chez le porc et le veau sont résistantes à l'ampicilline.

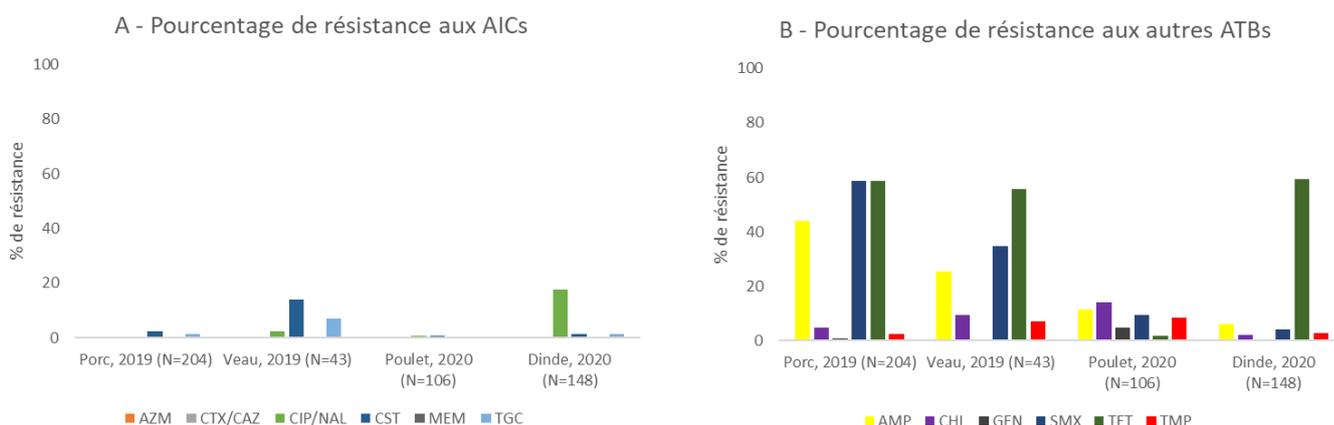


Figure 5 : Pourcentage de résistance aux antibiotiques d'importance critique (AICs) et aux autres antibiotiques (ATBs) chez les salmonelles isolées à l'abattoir en 2019-2020. Ampicilline, AMP ; Azithromycine, AZM ; Céfotaxime/Ceftazidime, CTX/CAZ ; Chloramphénicol, CHL ; Ciprofloxacine/Acide nalidixique, CIP/NAL ; Colistine, CST ; Gentamicine, GEN ; Méropénème, MEM ; Sulfaméthoxazole, SMX ; Tétracycline, TET ; Tigécycline, TGC ; Triméthoprime, TMP (Anses 2021).

Chez le poulet, les salmonelles sont majoritairement sensibles à tous les antibiotiques testés (74,5 %) (Figure 6). Chez la dinde et le veau, les souches résistantes à une ou deux classes d'antibiotiques sont dominantes dans la population testée (respectivement 53,4 % et 39,5 %). Quant au porc, la part de salmonelles multi-résistantes est majoritaire (37,7 %) par rapport aux salmonelles pan-sensibles (32,4 %) et aux salmonelles résistantes à une ou deux classes d'antibiotiques (29,9 %).

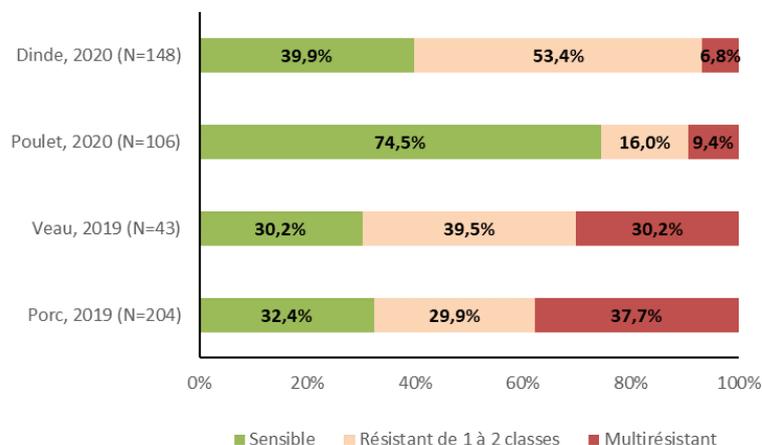


Figure 6 : Sensibilité totale et multi-résistance des salmonelles isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020 (Anses 2021).

4.1.1.2 Sensibilité des sérovars majoritaires et des sérovars danger sanitaire de catégorie 1 pour la méthode humaine

La répartition des sérovars dans chaque espèce animale est présentée en annexes (Tableaux 3).

Aucun sérovar danger sanitaire de catégorie 1 ne fait partie des sérovars majoritaires isolés à l'abattoir chez le veau et chez le poulet, respectivement en 2019 et 2020 (Figure 7). Chez le porc, les sérovars danger sanitaire de catégorie 1 *S. Typhimurium* monophasique, *S. Infantis* et *S. Typhimurium* comptent respectivement pour 40,7 %, 7,8 % et 7,4 % des sérovars majoritaires isolés sur carcasses en 2019. Chez la dinde, *S. Hadar* et *S. Typhimurium* monophasique représentent respectivement 18,2 % et 8,1 % des sérovars de *Salmonella* majoritaires isolés en 2020.

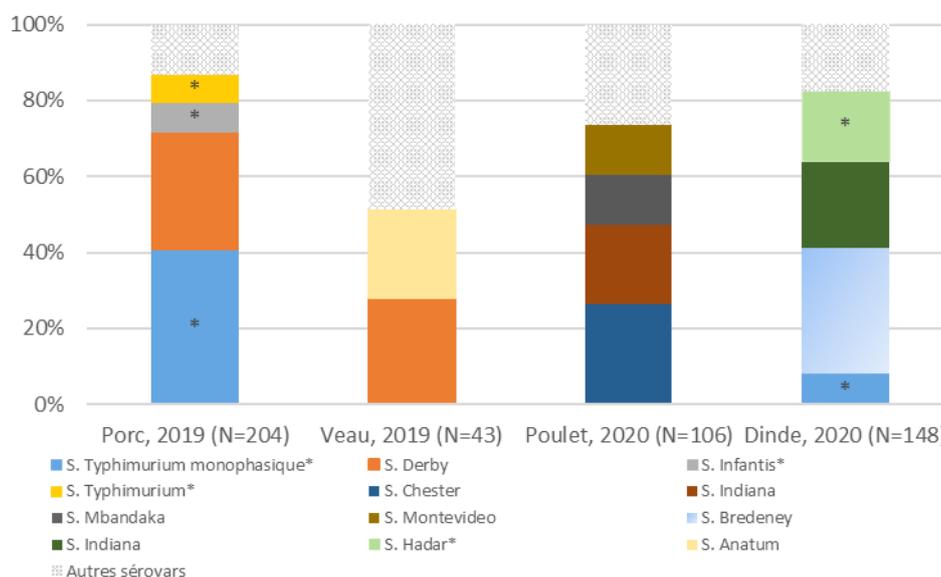


Figure 7 : Répartition en pourcentage des sérovars majoritaires de salmonelles isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020 par rapport à l'ensemble des salmonelles analysées dans chaque espèce animale. * : sérovars danger sanitaire de catégorie 1 (Anses 2021).

En terme de profils de sensibilité aux antibiotiques (Figure 8), une seule des 16 souches de *S. Infantis* isolées chez le porc en 2019 est résistante à l'ampicilline. 73,5 % des *S. Typhimurium* monophasique sont résistantes à l'ampicilline, au sulfaméthoxazole et à la tétracycline. Un peu plus de la moitié des souches de *S. Typhimurium* (53,3 %) sont résistantes à l'ampicilline, à la tétracycline, au sulfaméthoxazole et au chloramphénicol. Parmi les 49,2 % des *S. Derby* résistantes à une ou deux classes d'antibiotiques, environ 90 % sont résistantes à la tétracycline et au sulfaméthoxazole.

Chez le veau en 2019, les sérovars majoritaires sont plutôt pan-sensibles (58,3 % des *S. Derby*) ou résistants à la tétracycline (90 % des *S. Anatum*).

Chez le poulet en 2020, les sérovars majoritaires *S. Chester* et *S. Indiana* sont globalement sensibles à tous les antibiotiques testés. Les 14 souches de *S. Mbandaka* sont toutes résistantes au chloramphénicol. 42,9 % des souches de *S. Montevideo* sont résistantes à l'ampicilline, au sulfaméthoxazole et au triméthoprime.

Chez la dinde en 2020, 83,3 % des *S. Typhimurium* monophasiques sont pan-sensibles. 21 des 34 souches de *S. Indiana* et 33 des 49 souches de *S. Bredeney* ne sont résistantes qu'à la tétracycline. Les 27 souches de *S. Hadar* isolées de la dinde sont à 88,9 % résistantes à la tétracycline et aux fluoroquinolones à bas niveau.

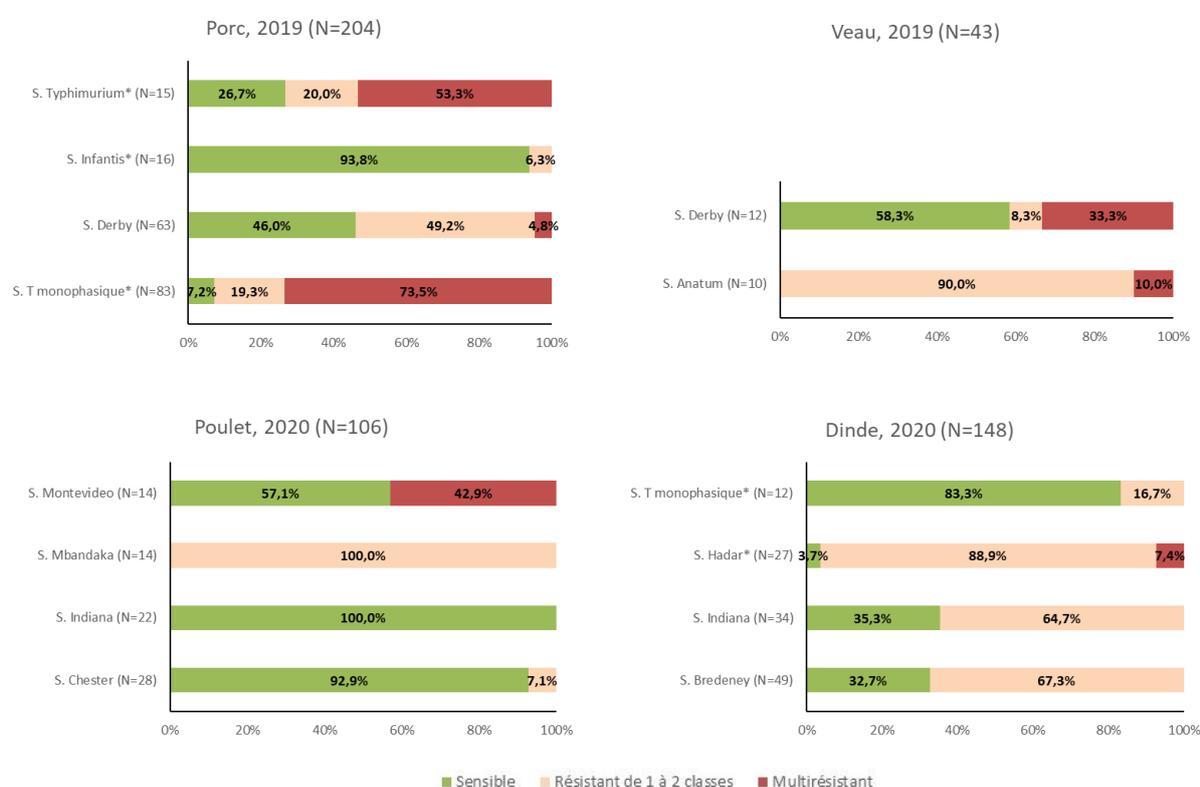


Figure 8 : Sensibilité totale et multi-résistance des sérovars majoritaires de salmonelles isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020. * : sérovars danger sanitaire de catégorie 1 (Anses 2021)

Sur la période 2014-2020, la résistance aux antibiotiques d'importance critique en médecine humaine est rare chez les salmonelles isolées à l'abattoir en France et lorsqu'elle existe, les niveaux de résistance restent bas et n'évoluent que très peu d'une année sur l'autre (données non présentées).

4.1.2 Environnement d'élevage

4.1.2.1 Sensibilité des salmonelles isolées d'environnement d'élevages de volailles (poules pondeuses, poulets de chair et dindes d'engraissement)

En 2020, aucune résistance au méropénème, à l'azithromycine et à la tigécycline n'est observée chez les souches de salmonelles isolées d'environnement d'élevages de poulets de chair (n=167), poules pondeuses (n=166) ou dindes (n=94) (Figure 9A). Quel que soit l'environnement d'élevage considéré, les taux de résistance aux autres AICs sont faibles et les niveaux de résistance aux autres antibiotiques testés sont modérés (Figure 9B). Les pourcentages les plus élevés aux autres antibiotiques sont observés chez les souches isolées d'environnement d'élevage de poulets de chair et de dinde. Les résultats détaillés se trouvent en annexes (Tableau 7).

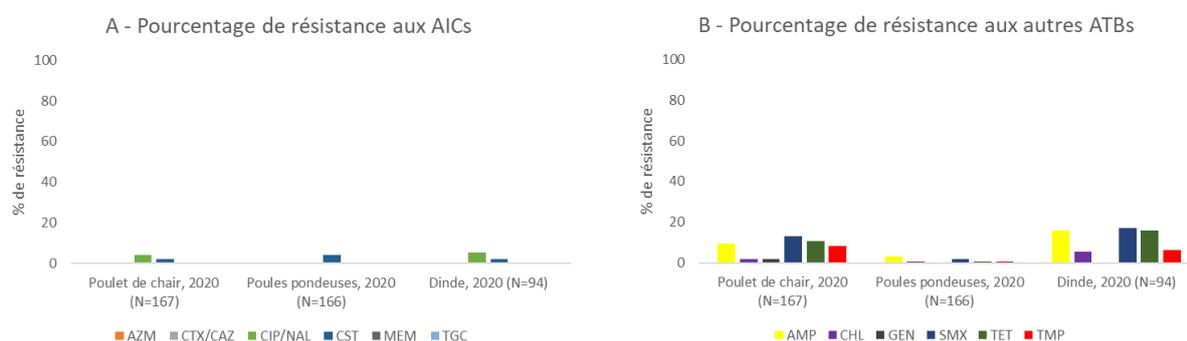


Figure 9 : Pourcentage de résistance aux antibiotiques d'importance critique (AICs) et aux autres antibiotiques (ATBs) des salmonelles isolées en environnement d'élevage de volailles en 2020. Ampicilline, AMP ; Azithromycine, AZM ; Céfotaxime/Ceftazidime, CTX/CAZ ; Chloramphénicol, CHL ; Ciprofloxacine/Acide nalidixique, CIP/NAL ; Colistine, CST ; Gentamicine, GEN ; Méropénème, MEM ; Sulfaméthoxazole, SMX ; Tétracycline, TET ; Tigécycline, TGC ; Triméthoprime, TMP (Anses 2021).

La part de souches pan-sensibles est très majoritaire parmi les souches de salmonelles isolées d'environnement d'élevages en 2020 (Figure 10). Elle concerne respectivement 92,8 %, 76,0 % et 72,3 % des souches isolées de poules pondeuses, de poulets de chair et de dindes. Près de 12 % et 15 % des souches isolées respectivement d'environnement d'élevages de poulets de chair et de dindes sont toutefois multi-résistantes. Le nombre de résistances associées peut aller jusqu'à quatre familles d'antibiotiques pour 3 des 19 souches MR isolées d'environnement d'élevages de poulets de chair et jusqu'à cinq familles d'antibiotiques pour 3 des 14 souches MR isolées d'environnement d'élevages de dindes.

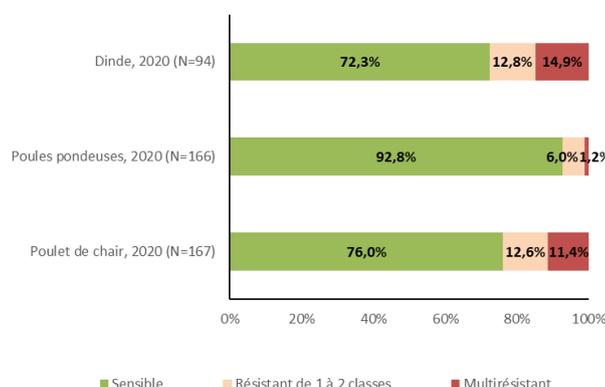


Figure 10 : Sensibilité totale et multi-résistance des salmonelles isolées d'environnement d'élevage de volailles en 2020 (Anses 2021).

4.1.2.2 Sensibilité des sérovars majoritaires et des sérovars danger sanitaire de catégorie 1 pour la médecine humaine

La répartition des sérovars dans chaque type de production est présentée en annexes (Tableaux 6).

Les sérovars majoritaires de salmonelles retrouvés en environnement d'élevage de poulets de chair en 2020 concernent les sérovars Montevideo (11,4 %), Enteritidis (10,8 %), Typhimurium (9,6 %), Senftenberg (7,8 %) et Napoli (7,8 %). Les sérovars danger sanitaire de catégorie 1 *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium* comptent pour respectivement 22,8 % et 20,3 % des sérovars majoritaires isolés en élevage de poulets de chair. *S. Enteritidis* (24,1 %), *S. Typhimurium* (13,9 %), *S. Mbandaka* (9 %) et *S. Livingstone* (6,6 %) sont les sérovars majoritaires isolés d'environnement d'élevage de poules pondeuses. Les sérovars danger sanitaire de catégorie 1 *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium* comptent pour respectivement 44,9 % et 25,8 % des sérovars majoritaires isolés en élevage de poules pondeuses. En environnement d'élevage de dindes, *S. Napoli* (12,8 %) et *S. Typhimurium* monophasique (12,8 %) sont les sérovars majoritaires isolés en 2020. Le sérovar danger sanitaire de catégorie 1 *S. Typhimurium* monophasique compte pour la moitié des sérovars majoritaires (Figure 11).

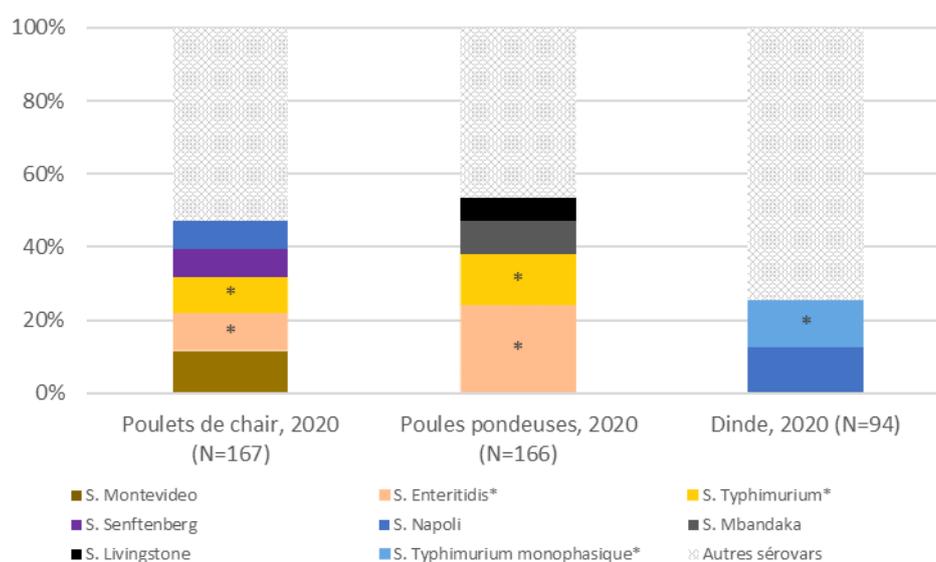


Figure 11 : Répartition en pourcentage des sérovars majoritaires de salmonelles isolées en environnement d'élevage de volailles en 2020 par rapport à l'ensemble des salmonelles analysées dans chaque espèce animale. * : sérovars danger sanitaire de catégorie 1 (Anses 2021).

En terme de sensibilité aux antibiotiques, les sérovars majoritaires isolés d'environnement d'élevage sont très fréquemment pan-sensibles aux antibiotiques testés à l'exception du sérovar *S. Typhimurium* monophasique isolés chez la dinde pour lequel 50 % des isolats (6/12) sont multi-résistants, avec un profil de multi-résistance majoritaire correspondant à l'ampicilline, au sulfaméthoxazole et à la tétracycline (Figure 12).

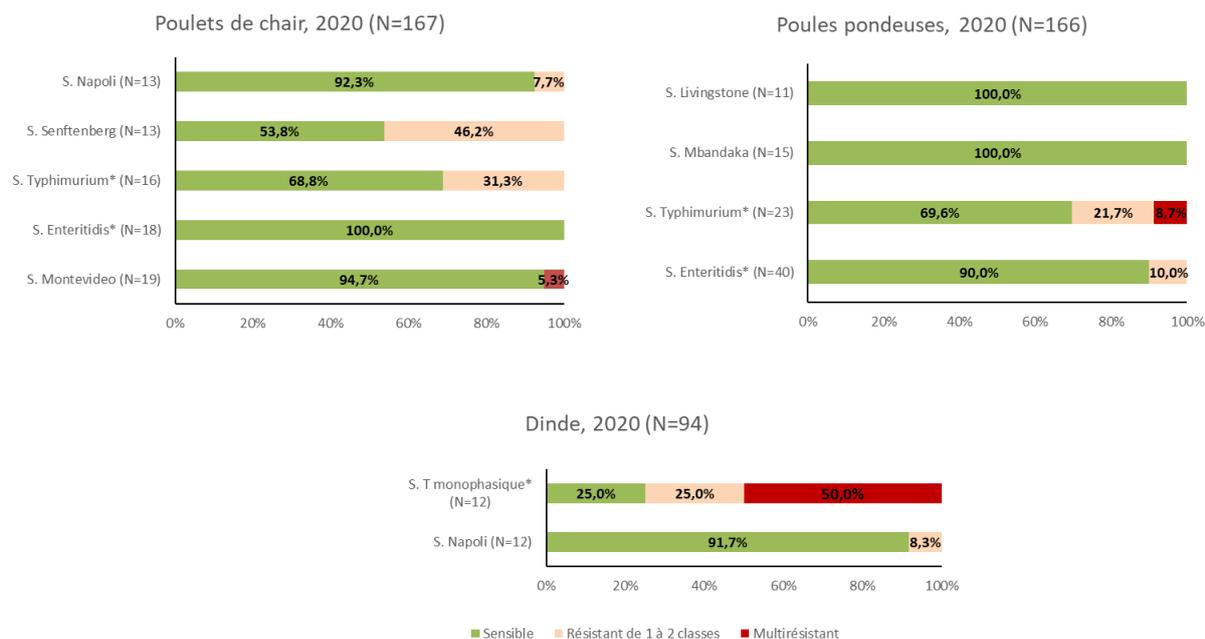


Figure 12 : Sensibilité totale et multi-résistance des sérovars majoritaires de salmonelles isolées en environnement d'élevage de volailles en 2020. * : sérovars danger sanitaire de catégorie 1 (Anses 2021).

Sur la période 2014-2020, la résistance aux antibiotiques d'importance critique en médecine humaine est très rare chez les salmonelles isolées d'environnement d'élevage en France et lorsqu'elle existe les niveaux de résistance restent faibles et n'évoluent que très peu d'une année sur l'autre (données non présentées).

4.2 *Campylobacter*

Sur les 642 prélèvements de caeca de poulets réalisés en abattoir en 2020, 61,2 % ont permis l'isolement d'au moins une souche de *Campylobacter* thermo-tolérant. 171 *C. jejuni* et 170 *C. coli* ont fait l'objet d'une analyse de sensibilité aux antibiotiques. Sur les 586 prélèvements de caeca de dindes réalisés en abattoir, 75,2 % ont permis l'isolement d'au moins une souche de *Campylobacter* thermo-tolérant et la sensibilité aux antibiotiques de 163 *C. jejuni* et de 171 *C. coli* a été analysée.

Les pourcentages de résistance chez *C. jejuni* et *C. coli* en 2020 sont détaillés en annexes (Tableaux 8 et 10) et présentés sur la figure 13.

Aucune souche de *C. jejuni* isolée chez le poulet (n=171) et chez la dinde (n=163) n'est résistante à l'érythromycine et à la gentamicine. Les pourcentages de résistance aux quinolones/fluoroquinolones sont très élevés, de même que la résistance à la tétracycline. La résistance à la streptomycine est faible chez la dinde et n'est pas détectée chez le poulet. Quel que soit l'antibiotique, les pourcentages de résistance des deux productions (poulets ou dindes) ne sont pas significativement différents.

Aucune souche de *C. coli* de poulet (n= 170) ou de dinde (n=171) n'est résistante à la gentamicine. Les pourcentages de résistance aux quinolones/fluoroquinolones sont élevés et la résistance à la tétracycline est extrêmement élevée, supérieure à 90 %. La résistance à la streptomycine est faible pour les souches de dinde et de poulet, de même que la résistance à l'érythromycine. Les pourcentages de résistance des *C. coli* isolés des deux productions (poulets ou dindes) ne sont pas significativement différents.

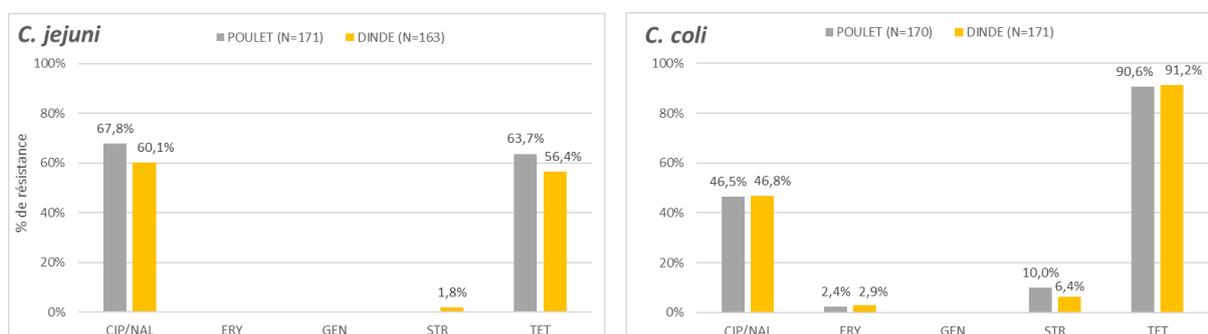


Figure 13 : Pourcentage de résistance aux antibiotiques des souches de *C. jejuni* et *C. coli* isolées de poulets de chair et de dindes en 2020. Ciprofloxacine/Acide nalidixique, CIP/NAL ; Erythromycine : ERY ; Gentamicine, GEN ; Streptomycine, STR ; Tétracycline, TET (Anses 2021).

Les souches de *Campylobacter* isolées en 2020 chez la volaille sont majoritairement résistantes à une ou deux classes d'antibiotiques (Figure 14). Que ce soit chez la dinde ou chez le poulet, les souches de *C. jejuni* sont plus fréquemment co-résistantes aux fluoroquinolones et à la tétracycline (respectivement 42,9 % chez la dinde et 49,1 % chez le poulet) alors que les souches de *C. coli* sont plus fréquemment résistantes à la tétracycline (respectivement 46,2 % et 48,8 %). Le détail des résistances associées des *Campylobacter* isolées en 2020 chez la volaille est présenté en annexes (Tableaux 9 et 11).

Il est important de souligner que, si aucune souche de *C. jejuni* de volaille n'est résistante aux deux familles d'antibiotiques de choix pour le traitement des campylobactérioses chez l'homme (macrolides et fluoroquinolones), 3 des 170 *C. coli* de poulet et 5 des 171 *C. coli* de dindes sont résistants à la fois à l'érythromycine et à la ciprofloxacine.

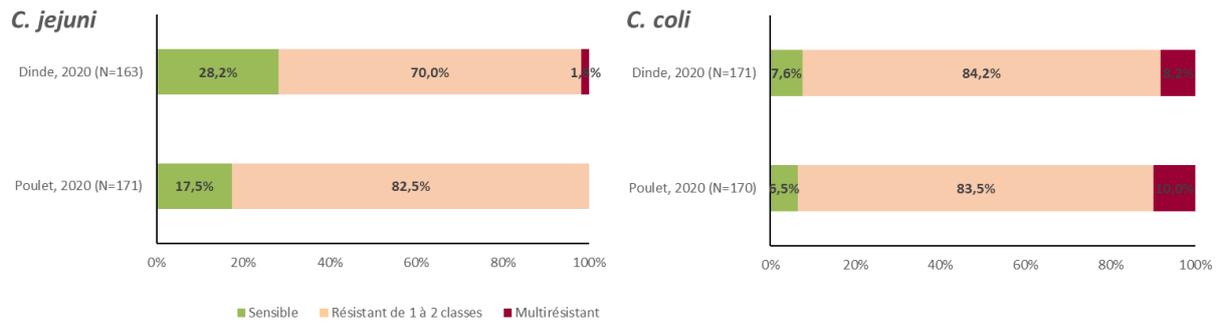


Figure 14 : Sensibilité totale et multi-résistance des *C. jejuni* et *C. coli* isolées de poulets de chair et de dindes en 2020 (Anses 2021).

Sur la période 2014-2020, chez le poulet comme chez la dinde, les proportions de résistance des souches de *C. jejuni* restent stables pour tous les antibiotiques testés ($p > 0,05$), excepté pour la tétracycline, pour laquelle on observe une diminution significative du pourcentage de résistance de 9 % ($p < 0,05$) chez le poulet et de 15 % ($p < 0,0002$) chez la dinde (Figure 15).

La résistance des souches de *C. coli*, non obligatoire au niveau européen, n'a été étudiée que pour les années 2018 et 2020, dans le cadre d'un plan exploratoire : les proportions de résistance des différents antibiotiques restent stables entre 2018 et 2020 ($p > 0,05$).

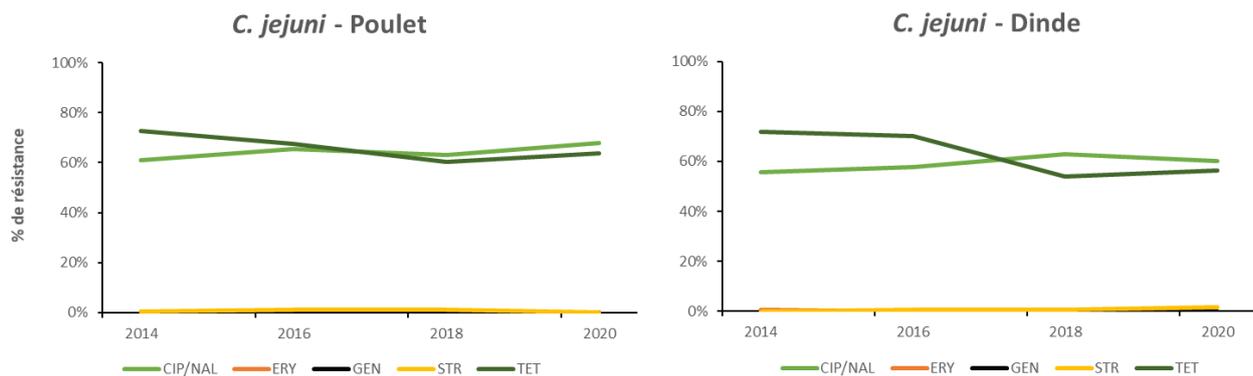


Figure 15 : Evolution des pourcentages de résistance des souches de *Campylobacter jejuni* isolées tous les 2 ans entre 2014 et 2020 de caeca de poulet et de dinde. Ciprofloxacine/Acide nalidixique, CIP/NAL ; Erythromycine, ERY ; Gentamicine, GEN ; Streptomycine, STR ; Tétracycline, TET (Anses 2021).

4.3 *E. coli* commensales indicatrices

Les pourcentages de résistance pour 2019-2020 sont détaillés en annexes (Tableaux 12 et 13) et présentés sur la figure 16.

Aucune des souches de *E. coli* isolées en 2019 et 2020 en filières animaux de boucherie ou volaille ne présente de résistance au mérépénème ou à la tigécycline. Les taux de résistance les plus faibles sont observés pour l'azithromycine, les céphalosporines, la colistine et la gentamicine, avec toutefois des pourcentages de résistance à la gentamicine significativement plus élevés chez le veau par rapport aux autres espèces animales. Les pourcentages de résistance au chloramphénicol sont faibles chez le porc (7,4 %), le poulet (3,6 %) et la dinde (10,5 %) et significativement plus élevés chez le veau (20,3 %). Les pourcentages de résistance (à bas niveau) aux fluoroquinolones sont faibles chez le porc (4,3 %) et le veau (6,5 %) alors qu'ils sont modérés chez la dinde (15,2 %) et significativement plus élevés chez le poulet (30,6 %). Les pourcentages de résistance à l'ampicilline, à la tétracycline, au sulfaméthoxazole et au triméthoprime sont élevés à très élevés dans les 4 espèces animales. La proportion de *E. coli* résistants à l'ampicilline est significativement plus élevée chez les souches isolées de dinde (54,4 %) par rapport aux souches isolées de porc (30,3 %), de veau (35,3 %) et de poulet (37,4 %).

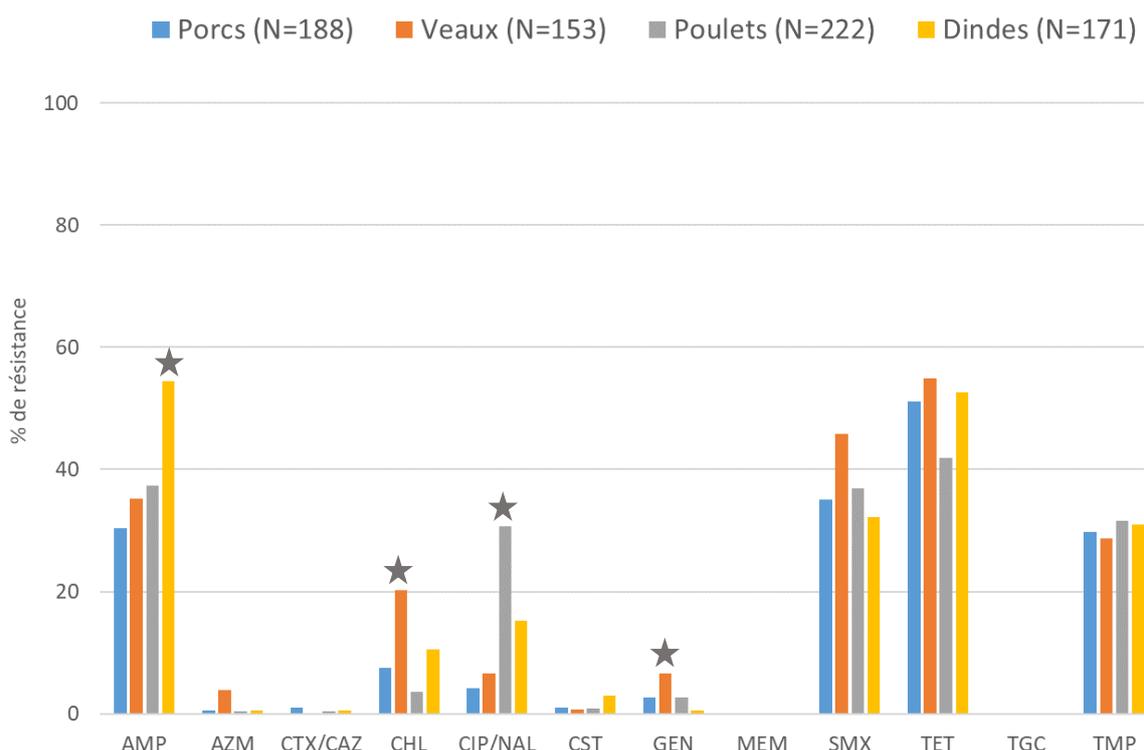


Figure 16 : : Pourcentage de résistance aux antibiotiques des souches *E. coli* commensales indicatrices isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019 et 2020. Ampicilline, AMP ; Azithromycine, AZM ; Céfotaxime/Ceftazidime, CTX/CAZ ; Chloramphénicol, CHL ; Ciprofloxacine/Acide nalidixique, CIP/NAL ; Colistine, CST ; Gentamicine, GEN ; Sulfaméthoxazole, SMX ; Tétracycline, TET ; Tigécycline, TGC ; Triméthoprime, TMP. *: différence significative par rapport aux autres espèces animales (Anses 2021).

La proportion de souches *E. coli* sensibles à tous les antibiotiques testés est plus élevée chez le veau (39,9 %) par rapport aux autres espèces animales (Figure 17). La part des souches qui présentent des résistances à au moins 3 antibiotiques est majoritaire chez le veau (40,5 %), chez la dinde (38,6 %) et chez le poulet (38,3 %) tandis que chez le porc, ce sont les souches résistantes à 1 ou 2 antibiotiques (41,5 %) qui sont majoritaires. Les souches multi-résistantes peuvent porter jusqu'à 5 résistances chez le porc, 6 chez le poulet et la dinde et jusqu'à 7 pour les souches isolées du veau. Généralement, le profil de multi-résistance le plus fréquent, quelle que soit l'origine de la souche, est le profil de résistance à 4 antibiotiques, représenté majoritairement par l'ampicilline, le sulfaméthoxazole, la tétracycline et le triméthoprime. Le détail des résistances associées des *E. coli* isolées en 2019 et 2020 en filières animaux de boucherie ou volaille est présenté en annexes (Tableau 14).



Figure 17 : : Sensibilité totale et multi-résistance des *E. coli* commensales indicatrices isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020 (Anses 2021).

Sur la période 2014-2020, la proportion de *E. coli* sensibles à tous les antibiotiques testés a augmenté de manière très significative pour les souches isolées du veau, du poulet et de la dinde (Figure 18).



Figure 18 : Evolution de la sensibilité totale des souches *E. coli* isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments (Anses 2021).

L'évolution des pourcentages de résistance chez les souches *E. coli* isolées à l'abattoir est présentée sur les figures 19 et 20.

Entre 2015 et 2019, les pourcentages de résistance sont stables chez le porc, à l'exception de la résistance à l'ampicilline qui augmente significativement de 19,5 % à 30,3 % ($p=0,008$). Chez le veau, on observe une diminution significative des pourcentages de résistance à l'ampicilline, aux céphalosporines, aux fluoroquinolones, au sulfaméthoxazole, à la tétracycline et au triméthoprime. Les taux de résistance au chloramphénicol sont stables et ceux de la gentamicine sont variables.

Entre 2014 et 2020, les pourcentages de résistance à l'ampicilline, à l'azithromycine, aux céphalosporines, aux fluoroquinolones, au sulfaméthoxazole, au triméthoprime et à la tétracycline ont diminué de façon significative chez les *E. coli* isolées de poulet ($p<0,05$) alors que dans le même temps, les pourcentages de résistance au chloramphénicol, à la gentamicine et à la tigécycline sont variables. Chez la dinde, tous les pourcentages de résistance ont diminué entre 2014 et 2020, avec une diminution significative des pourcentages de résistance à l'ampicilline, au chloramphénicol, aux fluoroquinolones, à la gentamicine, au sulfaméthoxazole, au triméthoprime et à la tétracycline.

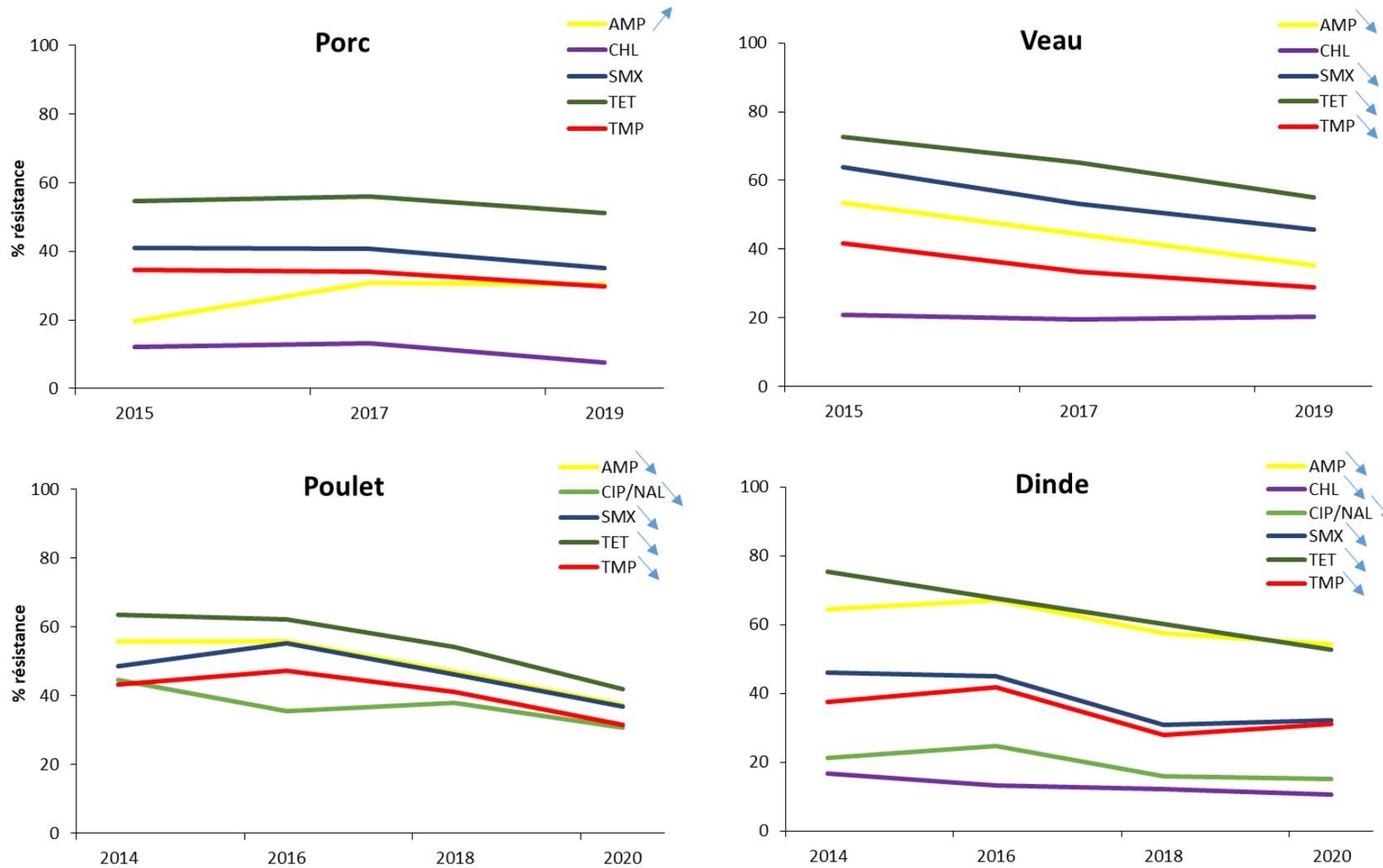


Figure 19 : Evolution des pourcentages de résistance aux antibiotiques > 10 % des *E. coli* isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments. Ampicilline, AMP ; Chloramphénicol, CHL ; Ciprofloxacine/Acide nalidixique, CIP/NAL ; Sulfaméthoxazole, SMX ; Tétracycline, TET ; Triméthoprim, TMP. ↘ : diminution significative (p<0,05). ↗ : augmentation significative (p<0,05) (Anses 2021).

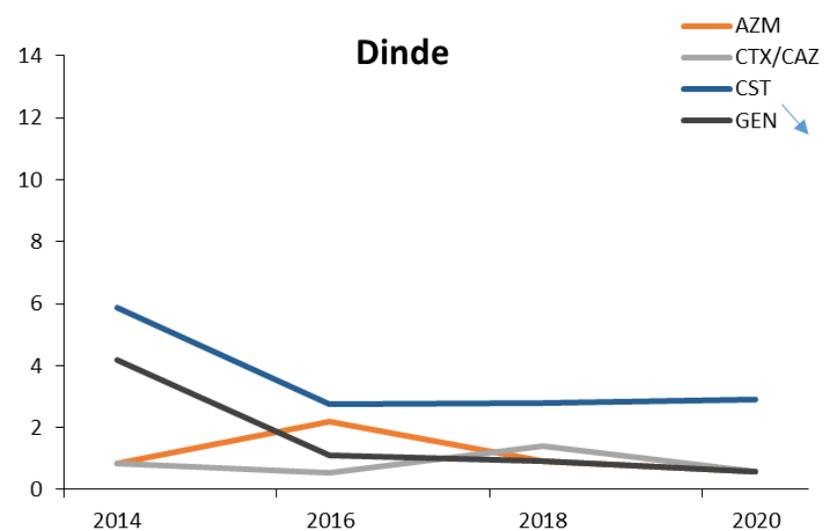
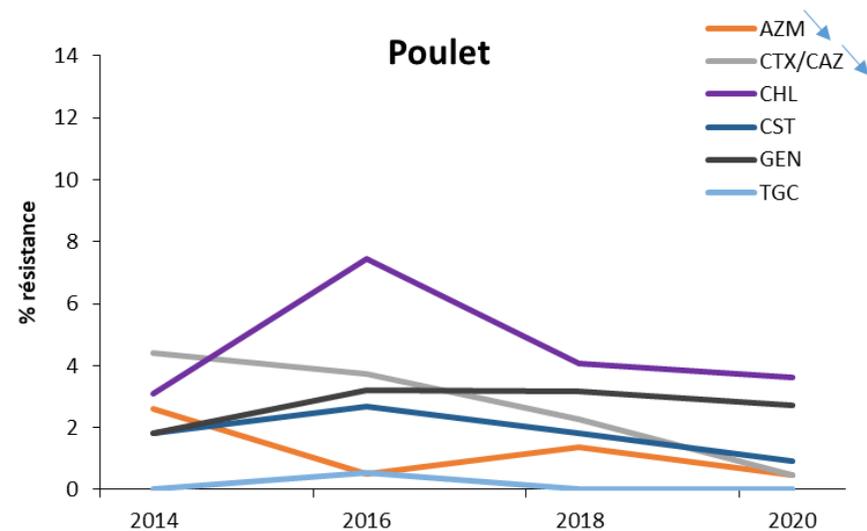
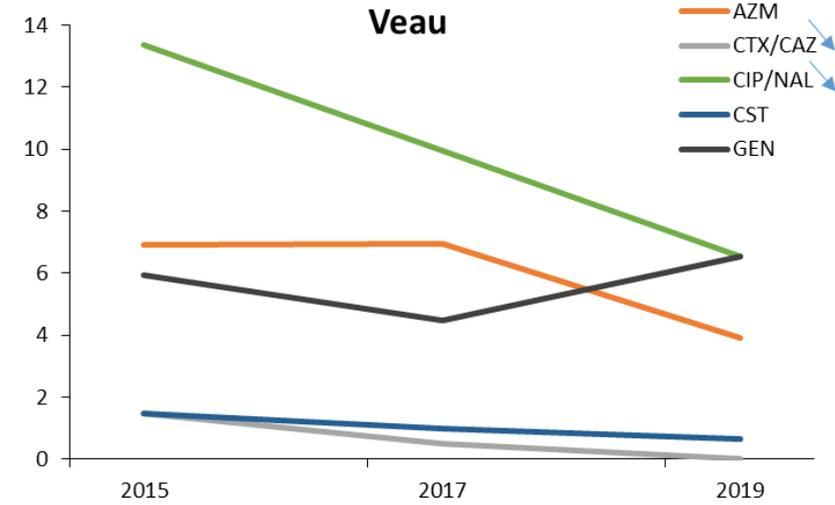
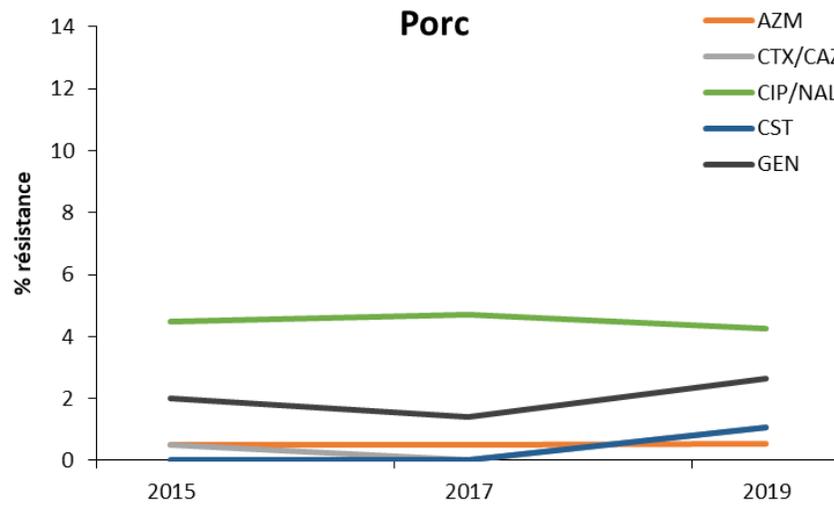


Figure 20: Evolution des pourcentages de résistance aux antibiotiques < 10 % des *E. coli* isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments. Azithromycine, AZM ; Céfotaxime/Ceftazidime, CTX/CAZ ; Chloramphénicol, CHL ; Ciprofloxacine/Acide nalidixique, CIP/NAL ; Colistine, CST ; Gentamicine, GEN ; Tigécycline, TGC. ⚡ : diminution significative (p<0,05). ⚡ : augmentation significative (p<0,05) (Anses 2021).

4.4 *E.coli* BLSE/AmpC

4.4.1 Abattoir

Sur la période 2019-2020, aucune souche de *E. coli* résistante aux carbapénèmes n'a été isolée sur milieu supplémenté avec carbapénème à partir des contenus caecaux de porcs (N=300), de veaux (N=246), de poulet (N=342) ou de dindes (N=295).

Sur l'ensemble des prélèvements de caeca analysés sur milieu avec céphalosporine, la présence de *E. coli* BLSE/AmpC a été détectée pour 22 % des prélèvements de caeca de porcs (n=66), 20,7 % des prélèvements de caeca de veaux (n=51), 9,6 % des prélèvements de caeca de poulets (n=33) et 5,8 % des prélèvements de caeca de dindes (n=17). La sensibilité aux antibiotiques des souches présumées *E. coli* BLSE/AmpC et les profils de résistance associées sont présentés en annexes (Tableaux 15, 16 et 17).

Sur la base des résultats phénotypiques, la majorité des souches isolées présente un profil enzymatique de type BLSE (Figure 21).

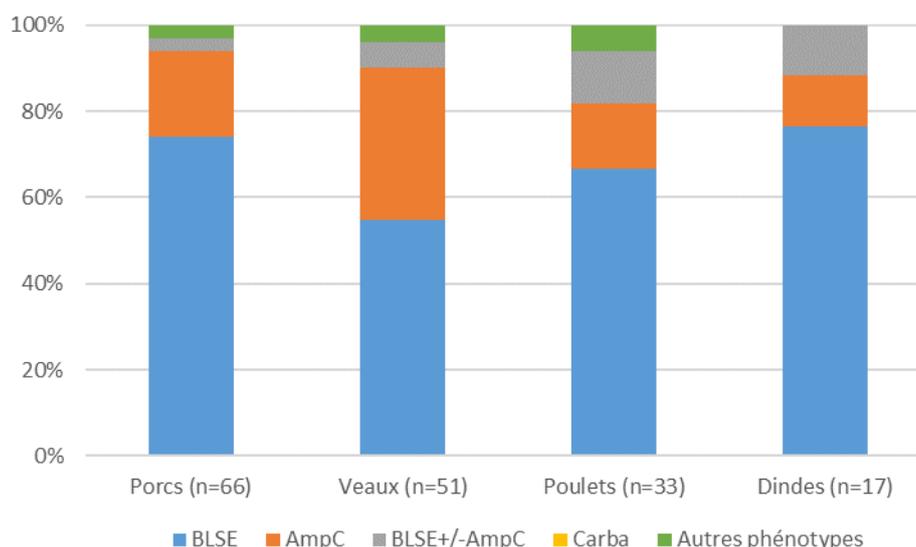


Figure 21 : Profil enzymatique des *E. coli* présumées BLSE/AmpC/Carba isolées à l'abattoir chez les animaux producteurs d'aliments en 2019-2020 (Anses 2021).

Chez le porc et le veau, respectivement 24,2 % et 23,5 % des souches *E. coli* BLSE/AmpC isolées de manière ciblée sont également résistantes à la tétracycline et au sulfaméthoxazole. Dans la filière volaille, 30,3 % des souches isolées chez le poulet portent également une résistance aux fluoroquinolones (dont 66 % avec une résistance clinique), à la tétracycline, au sulfaméthoxazole et au triméthoprime. Chez la dinde, 23,5 % des souches sont également résistantes à la tétracycline, au sulfaméthoxazole et au triméthoprime.

Entre 2015 et 2019 (pour les porcs et les veaux) ainsi qu'entre 2016 et 2020 (pour les volailles), la prévalence des *E. coli* BLSE/AmpC (pourcentages de prélèvements contenant des *E. coli* BLSE/AmpC) isolées des caeca à l'abattoir a diminué de manière très significative chez toutes les espèces animales étudiées ($p < 0,001$) (Figure 22).

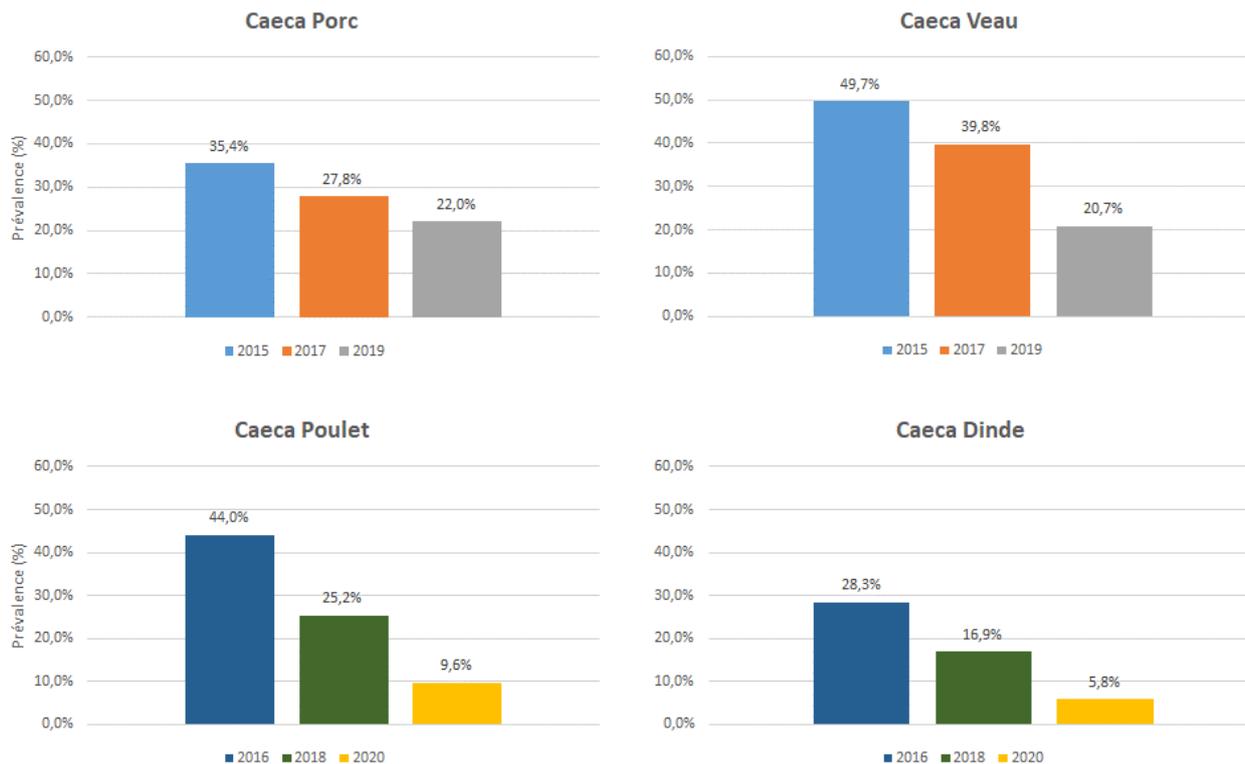


Figure 22 : Evolution de la prévalence des *E. coli* BLSE/AmpC isolées de caeca d'animaux producteurs d'aliments prélevés à l'abattoir (Anses 2021).

4.4.2 Distribution

Sur la période 2019-2020, aucune souche de *E. coli* résistante aux carbapénèmes n'a été isolée de manière sélective à partir des prélèvements de viandes de porc (N=322), de bœuf (N=317) et de poulet (N=316).

Sur l'ensemble des prélèvements de viandes analysés, la présence de *E. coli* présumées BLSE/AmpC a été détectée dans 1,2 % des viandes de porc (n = 4), 0,6 % des viandes de bœuf (n = 2) et 11 % des viandes de poulet (n = 35). La sensibilité aux antibiotiques des souches présumées *E. coli* BLSE/AmpC isolées de viande de poulet est présentée en annexes (Tableau 18).

Sur la base des résultats phénotypiques, la majorité des souches isolées de viandes de porc et de poulet présente un profil enzymatique de type BLSE (Figure 23). Les 2 souches isolées de viande de bœuf présentent un profil enzymatique de type AmpC.

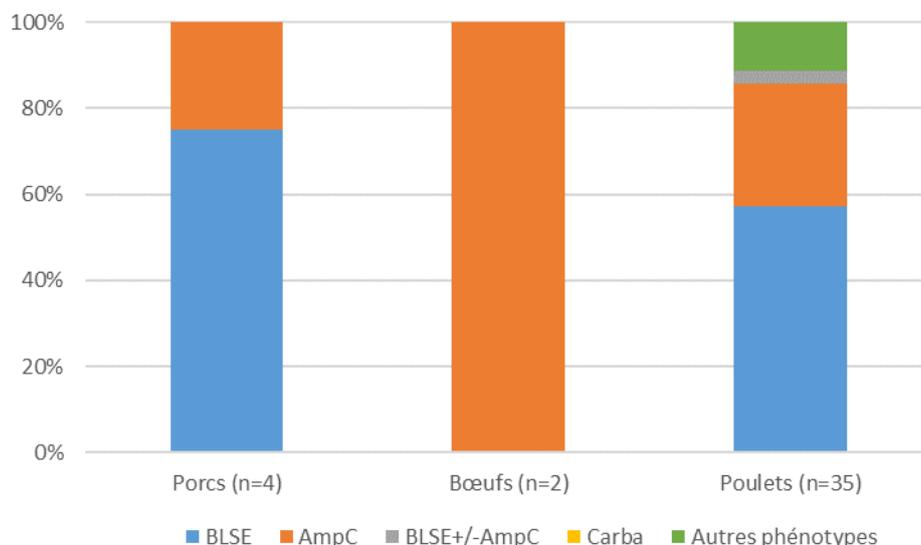


Figure 23 : Profil enzymatique des *E. coli* présumées BLSE/AmpC/Carba isolées à la distribution en 2019-2020 (Anses 2021).

Toutes les souches présumées *E. coli* BLSE/AmpC isolées de viande de porc et de bœuf étaient résistantes à d'autres antibiotiques que les β -lactamines. Une des souches isolées de viande de porc présentait également une résistance au chloramphénicol, aux fluoroquinolones, à la gentamicine, au sulfaméthoxazole et au triméthoprime. Les souches présumées *E. coli* BLSE/AmpC isolées de viande de poulet sont également résistantes au sulfaméthoxazole (54,3 %), à la tétracycline (51,4 %), au triméthoprime (42,9 %) et/ou à la ciprofloxacine (40,0 % dont la moitié avec une résistance clinique).

Sur la période 2015-2019, la prévalence des *E. coli* BLSE/AmpC dans les viandes de porc et de bœuf est très faible en France et reste stable. A l'inverse, la prévalence très élevée observée dans la viande de poulet en 2016 a diminué de façon très significative en 2020 ($p < 0,001$) pour atteindre des niveaux de prévalence modérés (Figure 24).

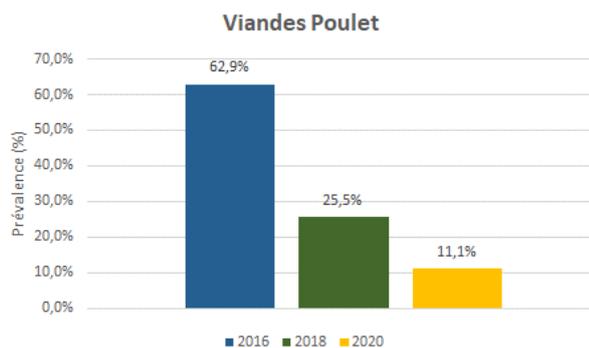


Figure 24 : Evolution de la prévalence des *E. coli* BLSE/AmpC isolées de viandes à la distribution.

5 Focus sur les antibiotiques d'importance critique pour la santé humaine

5.1 Colistine

Perrin-Guyomard, A., Bruneau, M., Houée, P., Deleurme, K., Legrandois, P., Poirier, C., Soumet, C., Sanders, P., 2016. Prevalence of *mcr-1* in commensal *Escherichia coli* from French livestock, 2007 to 2014. *Eurosurveillance* 21.

Rebelo, A.R., Bortolaia, V., Kjeldgaard, J.S., Pedersen, S.K., Leekitcharoenphon, P., Hansen, I.M., Guerra, B., Malorny, B., Borowiak, M., Hammerl, J.A., 2018. Multiplex PCR for detection of plasmid-mediated colistin resistance determinants, *mcr-1*, *mcr-2*, *mcr-3*, *mcr-4* and *mcr-5* for surveillance purposes. *Eurosurveillance* 23.

La colistine, antibiotique de la famille des polymyxines, a été largement utilisée en médecine vétérinaire contre les infections digestives causées par les Entérobactéries chez les animaux producteurs d'aliments. En médecine humaine, son usage était limité à cause de ses effets toxiques. Or, avec l'apparition des bactéries Gram-négatives multi-résistantes ces dernières années, la colistine est revenue dans l'arsenal thérapeutique de dernier recours des médecins. Jusqu'en 2014, les seuls mécanismes connus de résistance à la colistine chez les Entérobactéries étaient chromosomiques (Olaitan et al. 2014). En 2015, des chercheurs chinois ont mis en évidence le premier gène transférable de résistance à la colistine appelé *mcr-1* (Liu et al. 2016). Suite à cette découverte, plusieurs travaux de recherche ont montré que ce gène plasmidique était présent partout dans le monde, aussi bien chez des bactéries isolées des hommes que des animaux, et que sa présence était bien antérieure à sa découverte (Falgenhauer et al. 2016; Hasman et al. 2015; Malhotra-Kumar et al. 2016; Haenni et al. 2016; Webb et al. 2016). Cette situation a amené à penser que l'utilisation de la colistine en élevage pouvait contribuer à la sélection de la résistance à la colistine chez l'animal puis à sa dissémination vers l'homme. C'est pourquoi en 2016, le LNR résistance antimicrobienne a recherché dans sa collection de souches d'*Escherichia coli* isolées d'animaux producteurs d'aliments, la présence du gène *mcr-1* chez les souches résistantes à la colistine (Perrin-Guyomard et al. 2016).

Colistin resistant and *mcr-1* positive commensal *Escherichia coli* strains from French livestock, France, 2007–2014

Year	Animals	<i>E. coli</i> strains tested for MIC N	<i>E. coli</i> strains resistant to colistin N	Proportion of <i>mcr-1</i> positive (n) among colistin-resistant <i>E. coli</i> strains (N) n/N	Prevalence of <i>mcr-1</i> positive <i>E. coli</i> strains % (95%CI)
2014	Turkeys	239	14	14/14	5.9 (2.9–8.8)
	Broilers	227	4	4/4	1.8 (0.1–3.5)
2013	Pigs	196	1	1/1	0.5 (0.0–1.5)
	Broiler	193	3	3/3	1.6 (0.0–3.3)
2012	Pigs	194	0	N.a.	N.a.
	Broiler	201	0	N.a.	N.a.
2011	Pigs	200	1	1/1	0.5 (0.0–1.5)
2007	Turkeys	ND ^a	ND ^a	0/246 ^a	0 (0.0–1.2)
Total	All	1,450	23	N.a. ^a	N.a. ^a

CI: confidence interval; MIC: minimum inhibitory concentration; N.a.: not applicable; ND: not determined.

^aAs susceptibility to colistin was not tested in 2007, each isolate obtained in that year was tested for the presence of *mcr-1*.

Même si le nombre de *E. coli* résistantes à la colistine est faible chez les animaux d'élevage en France, la présence du gène *mcr-1* chez toutes les souches étudiées a montré que la diffusion du gène s'est faite rapidement dans tous les types de productions animales françaises. La présence de résistances associées chez ces souches et l'utilisation d'antibiotiques autres que la colistine ont pu également contribuer à la sélection et à la dissémination de cette résistance. Il est donc important de continuer à surveiller la résistance à la colistine chez les animaux d'élevage pour préserver son efficacité sur les animaux malades et pour l'homme. Ainsi, le LNR-RA a participé à la mise en place

en 2018 d'une PCR multiplex pour la détection des variants *mcr-1* à *mcr-5* (Rebelo et al. 2018). Cette PCR permet de détecter rapidement le mécanisme de résistance à la colistine sans recourir aux méthodes de séquençage qui demandent plus de ressources.

5.2 Fluoroquinolones

Perrin-Guyomard, A., Jouy, E., Urban, D., Chauvin, C., Granier, S.A., Mourand, G., Chevance, A., Adam, C., Moulin, G., Kempf, I., 2020. Decrease in fluoroquinolone use in French poultry and pig production and changes in resistance among *E. coli* and *Campylobacter*. *Veterinary Microbiology* 243, 108637.

Les fluoroquinolones (FQs) sont utilisées chez l'homme notamment pour traiter les infections urinaires à Entérobactéries, les campylobactérioses ainsi que les salmonelloses invasives. En médecine vétérinaire, les FQs sont également utilisées pour traiter les septicémies et les infections digestives et respiratoires. Comme l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour la médecine humaine¹⁰, l'Organisation mondiale de la Santé animale (OIE) a affirmé en 2019 l'importance critique de ces molécules pour la médecine vétérinaire¹¹. Face aux taux élevés de résistance aux FQs des *Campylobacters* et des *E. coli* chez les souches d'animaux producteurs d'aliments, plusieurs pays ont mis en place des mesures pour réduire l'utilisation des FQs chez l'animal. En France, le plan EcoAntibio¹² a été lancé en 2012 par le ministère en charge de l'Agriculture avec comme objectif principal, une réduction de l'exposition animale aux antibiotiques de 25 %. Une loi de 2014¹³ a complété ce dispositif avec un objectif de réduction de 25 % de l'utilisation des céphalosporines de 3^{ème} (C3G) et 4^{ème} générations (C4G) ainsi que des FQs à usage vétérinaire. D'autres mesures incitatives ou obligatoires, telles que la formation des professionnels, l'interdiction des réductions et rabais sur les ventes ou encore l'obligation d'un antibiogramme avant prescription d'un AIC (Décret n°2016-317 du 16 mars 2016), ont également été mises en place pour permettre d'atteindre ces objectifs. Pour mesurer l'impact de ces actions, les relations entre données d'exposition¹⁴ et données de résistance aux FQs ont été comparées chez des souches de *Campylobacter jejuni* et *E. coli*, isolées chez la volaille et chez le porc dans le cadre des plans de surveillance à l'abattoir¹⁵, ou isolées d'animaux malades en élevage dans le cadre du réseau Résapath¹⁶ (Perrin-Guyomard et al. 2020).

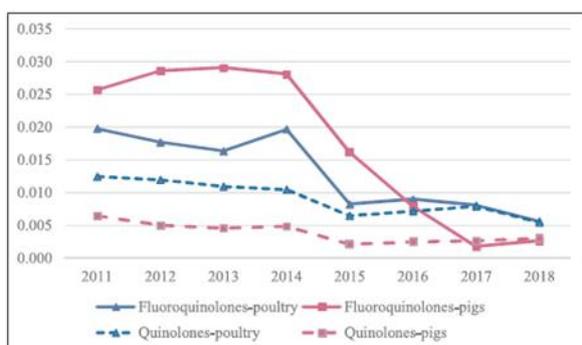


Fig. 1. Change in exposure of poultry and pigs to quinolones and fluoroquinolones over time (Anses-ANMV, 2019).

The y-axis represents the ALEA.

En 2018, on peut constater que les différentes mesures gouvernementales ont permis de faire diminuer l'exposition aux FQs de 71,5 % chez la volaille et de 89,7 % chez le porc par rapport à 2011, dépassant les objectifs chiffrés du plan EcoAntibio1.

Dans le même temps, le pourcentage de *C. jejuni*, isolées de poulet et de dinde à l'abattoir, résistantes aux FQs a eu tendance à augmenter. Chez les *E. coli*, le nombre de souches résistantes isolées chez le poulet était significativement plus élevé en 2018 par rapport à 2009, que ce

soit pour les souches résistantes d'un point de vue épidémiologique ($0,12 \leq \text{CMI} < 1 \text{ mg/L}$, résistance dite ensuite à bas niveau) que résistantes d'un point de vue clinique ($\text{CMI} > 1 \text{ mg/L}$). Entre 2009 et 2017, le taux de *E. coli* résistantes à bas niveau aux FQs, chez le porc sain à l'abattoir, a augmenté

¹⁰ Critically important antimicrobials for human medicine, 6th revision. Geneva: World Health Organization; 2019

¹¹ OIE List of Antimicrobial Agent of Veterinary Importance; 2019

¹² <https://agriculture.gouv.fr/ecoantibio>

¹³ LOI n° 2014-1170 du 13 octobre 2014

¹⁴ [ANMV-Ra-Antibiotiques2018.pdf \(anses.fr\)](#)

¹⁵ Note de service DGAL/SDPRAT/2019-720 Publiée le 18-10-2019

¹⁶ [LABO-Ra-Resapath2018.pdf \(anses.fr\)](#)

de manière significative. A l'inverse, ce taux est resté stable lorsqu'on se place d'un point de vue clinique. Chez la dinde à l'abattoir, les 3 années d'observation montrent que les pourcentages de *E. coli* résistantes aux FQs diminuent entre 2014 et 2018. Concernant les souches isolées d'animaux malades, les pourcentages de *E. coli* résistantes à haut niveau aux quinolones/FQs (acide oxolinique, enrofloxacin/marbofloxacin) diminuent significativement entre 2009 et 2018 pour les souches isolées de dinde ou de porc. Cette observation est également vérifiée chez le poulet mais uniquement dans le cas de l'enrofloxacin/marbofloxacin.

Lorsque l'on analyse les données d'usage et d'antibiorésistance, on observe une corrélation positive entre l'exposition aux quinolones/FQs et les pourcentages de résistance mais uniquement dans le cas des *E. coli* isolées de dinde et de porcs malades. L'absence de corrélation pour les *Campylobacter* pourrait s'expliquer par le fait qu'une exposition aux FQs conduit rapidement à la sélection de souches résistantes par mutation du gène *gyrA* (Humphrey et al. 2005; van Boven et al. 2003). Cette mutation confère aux bactéries une résistance de haut niveau, stable et donc difficile à éliminer. De plus, cette résistance pourrait apporter un bénéfice à certaines souches même en absence de pression de sélection (Luo et al. 2005; Zeitouni and Kempf 2011). Certains isolats sont également porteurs de résistances associées qui leur permettraient de persister dans la flore digestive des animaux lors de traitement avec d'autres antibiotiques que des FQs. Qu'une corrélation soit observée chez les *E. coli* isolés d'animaux malades et pas chez les *E. coli* isolés d'animaux sains pourrait être liée à l'origine des souches puisque les catégories d'animaux concernés, l'âge des animaux, leur état sanitaire ou encore les organes prélevés diffèrent. Tout comme pour les *Campylobacter*, les souches d'*E. coli* sont le plus souvent multi-résistantes et peuvent donc être sélectionnées par d'autres antibiotiques que les FQs. On peut donc conclure que la diminution majeure des ventes de FQs en médecine vétérinaire a des effets contrastés et complexes sur la résistance des bactéries isolées chez l'animal.

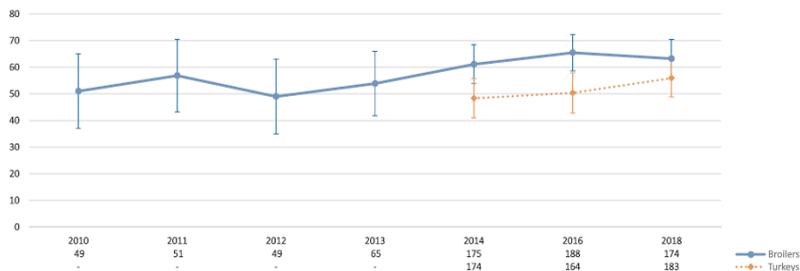


Fig. 2. Percentages over time of ciprofloxacin non-wild-type *Campylobacter jejuni* from broilers and turkeys. The x-axis indicates the number of isolates from broilers and turkeys tested per year. The 95 % confidence intervals are shown.

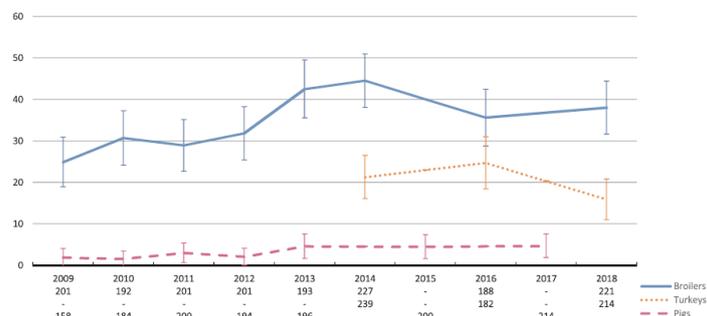


Fig. 3. Percentages over time of ciprofloxacin-non-wild-type commensal *E. coli*. The x-axis indicates the number of isolates from broilers and turkeys tested per year. The 95 % confidence intervals are shown.

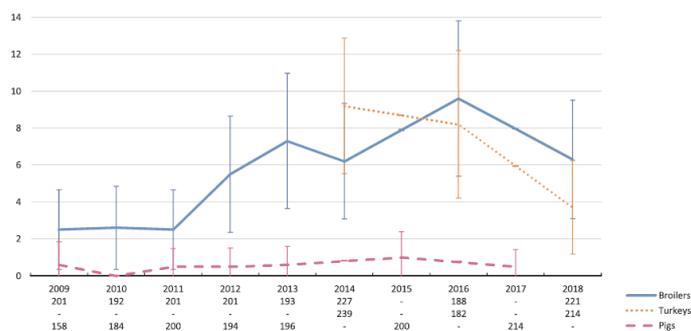


Fig. 4. Percentages over time of commensal *E. coli* isolates with a high level of resistance to ciprofloxacin. The x-axis indicates the number of isolates from broilers and turkeys tested per year. The 95 % confidence intervals are shown.

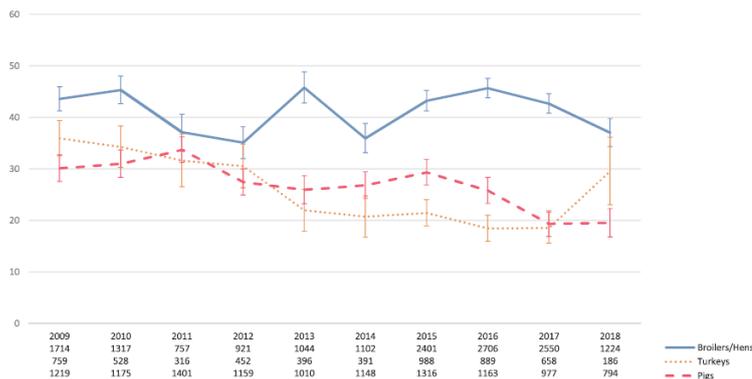


Fig. 5. Percentages over time of oxolinic acid-resistant *E. coli* from diseased poultry and pigs (Anses, 2019). The x-axis indicates the number of isolates from broilers and turkeys tested per year. The 95 % confidence intervals are shown.

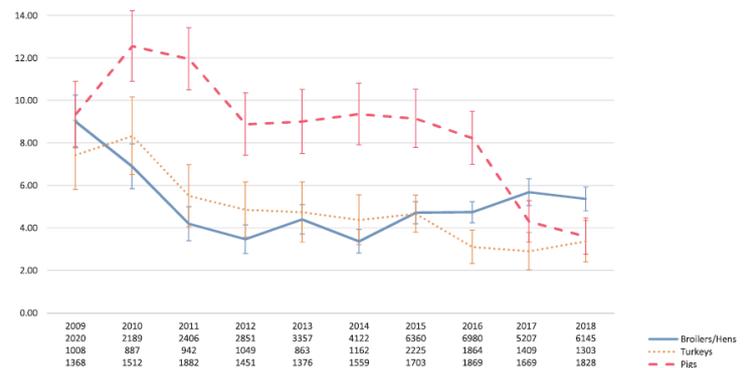


Fig. 6. Percentages over time of enrofloxacin/marbofloxacin-resistant *E. coli* isolates from diseased poultry and pigs. The x-axis indicates the number of isolates tested per year for broilers/hens, turkeys and pigs. The 95 % confidence intervals are shown.

5.3 Céphalosporines

- Lucas, P., Jouy, E., Le Devendec, L., de Boisséson, C., Perrin-Guyomard, A., Jové, T., Blanchard, Y., Touzain, F., Kempf, I., 2018. Characterization of plasmids harboring *bla*_{CTX-M} genes in *Escherichia coli* from French pigs. *Veterinary Microbiology* 224, 100-106.
- Touzain, F., Le Devendec, L., de Boisséson, C., Baron, S., Jouy, E., Perrin-Guyomard, A., Blanchard, Y., Kempf, I., 2018. Characterization of plasmids harboring *bla*_{CTX-M} and *bla*_{CMY} genes in *E. coli* from French broilers. *PLOS ONE* 13, e0188768.
- Verliat, F., Hemonic, A., Chouet, S., Le Coz, P., Liber, M., Jouy, E., Perrin-Guyomard, A., Chevance, A., Delzescaux, D., Chauvin, C., 2021. An efficient cephalosporin stewardship programme in French swine production. *Veterinary Medicine and Science* 7, 432-439.
- Perrin-Guyomard A., Kempf I., Adam C., Granier S. 2021. Prévalence des *Escherichia coli* résistants aux céphalosporines de troisième génération ou aux carbapénèmes dans les viandes fraîches à la distribution en France. *Bulletin Épidémiologique Anses Santé animale-alimentation*.

Les C3G sont des antibiotiques d'importance critique pour la santé humaine. Depuis le début des années 2000, le nombre d'infections humaines dues aux Entérobactéries résistantes aux C3G, et en particulier productrices de BLSE, a augmenté à la fois en médecine de ville et à l'hôpital (Madec et al. 2015). De 2002 à 2017, l'incidence de ces infections en milieu hospitalier a été multipliée par 5,2 en France et la proportion de l'espèce *E. coli* au sein des Entérobactéries productrices de BLSE est passée de 19 à 54 % (Santé Publique France 2019). L'existence de résistances associées à d'autres familles d'antibiotiques au sein de cette espèce bactérienne peut conduire au risque d'impasse thérapeutique. La présence de *E. coli* résistantes aux C3G chez les animaux de rente suggère que les animaux et les denrées d'origine animale pourraient être un réservoir et une source de *E. coli* producteurs de BLSE pour l'homme. En effet, les personnes travaillant dans des élevages de poulets de chair peuvent avoir un risque accru de portage de *E. coli* BLSE/AmpC (Huijbers et al. 2016). Après ingestion également, les bactéries présentes dans les aliments peuvent coloniser le tube digestif et/ou transmettre leurs gènes de résistance à des bactéries pathogènes (Smet et al. 2010) et entraîner des infections chez l'homme, telles que les infections urinaires.

C'est pourquoi, le LNR-RA a souhaité caractériser d'un point de vue moléculaire les gènes de résistance associés aux souches de *E. coli* isolées de contenus caecaux de poulet (2010-2012) et de porc (2015-2017), prélevés dans le cadre des plans de surveillance antibiorésistance, d'évaluer leur diversité et de les comparer à celles rencontrées chez les animaux malades ou dans d'autres espèces animales et chez l'homme (Lucas et al. 2018; Touzain et al. 2018). Ces études de séquençage ont montré que la majorité des souches (6/7 chez le porc et 13/16 chez le poulet) était

porteuse du gène de résistance *bla*_{CTX-M-1} et que ce gène était principalement associé au plasmide du groupe d'incompatibilité Inc11 (71 % chez le porc et 81 % chez le poulet). Ces résultats sont en adéquation avec d'autres données françaises et européennes qui montrent que les *E. coli* BLSE isolées à la fois chez l'homme, chez l'animal et dans les denrées alimentaires sont souvent porteuses du gène *bla*_{CTX-M-1} associé au plasmide de type Inc1 (Madec et al. 2015 ; Day et al. 2016). Les plasmides Inc11 isolés du porc et du poulet à l'abattoir étaient très souvent porteurs de résistances associées telle que la résistance aux tétracyclines et/ou aux sulfamides, ce qui augmente le risque de co-sélection de la résistance aux céphalosporines par les antibiotiques les plus utilisés en élevage. Parmi les souches isolées du porc, l'une portait le gène de résistance *bla*_{CTX-M-14} associé au plasmide de type IncFII qui présente une forte identité avec un plasmide épidémique chez l'homme (Cottell et al. 2011). Ce groupe de plasmides se maintient de manière stable dans les souches même en l'absence de pression de sélection antibiotique (Bevan, Jones, and Hawkey 2017). Même si les gènes de résistance et les plasmides des *E. coli* BLSE isolés d'animaux producteurs de denrées en France présentent de fortes similitudes avec ceux des *E. coli* BLSE isolés chez l'homme, le lien de transmission est difficile à démontrer.

Toutefois en 2011, après avoir constaté une augmentation du nombre de *E. coli* pathogènes résistantes au ceftiofur chez le porcelet¹⁷, la production porcine française a souhaité mettre en place un programme limitant la prescription des céphalosporines de troisième et quatrième générations, pour ainsi contenir la résistance aux C3G chez le porc et limiter son implication dans la résistance chez l'homme. Dans le même temps, le plan gouvernemental EcoAntibio¹⁸ a consolidé le programme de l'interprofession en fixant des objectifs quantitatifs de réduction des ventes d'antibiotiques et en encadrant la délivrance des antibiotiques d'importance critique dont les céphalosporines. Suite à ces différentes mesures, l'utilisation des céphalosporines dans le secteur de la production porcine française a baissé significativement de plus de 90 % entre 2010 et 2016¹⁹. Dans le même temps, les données de surveillance de la résistance des *E. coli* pathogènes²⁰ et des *E. coli* commensaux²¹ ont montré une diminution du nombre de souches résistantes aux C3G chez le porc. Ce programme de gestion s'est donc avéré très efficace pour réduire l'utilisation des C3G chez le porc et contenir la résistance chez les animaux, illustrant ainsi l'efficacité d'une stratégie multi-professionnelle bien définie (Verliat et al. 2021).

Les premières données de surveillance de l'antibiorésistance à la distribution en 2016 ont montré que 62,9 % des prélèvements de viande de poulet en France contenait au moins une souche de *E. coli* BLSE²². Suite à ces résultats, le ministère de l'Agriculture a intégré dans son plan EcoAntibio2 (2017-2021) l'action 14, qui avait pour objectif une réduction de 50 % en 5 ans de la prévalence des *E. coli* BLSE dans les prélèvements de poulets de chair afin de minimiser le risque d'exposition du consommateur. Deux ans après, cette prévalence diminuait de 58 % pour atteindre en 2020, 11 % des prélèvements à la distribution (Perrin-Guyomard et al. 2021). Il existe plusieurs sources de contamination de la viande par ces bactéries, comprenant les animaux dont sont issus ces produits de découpe. Bien que les céphalosporines ne soient pas autorisées en filière volaille, des souches de *E. coli* résistantes à ces antibiotiques étaient détectées dans près de la moitié des caeca de poulet de chair en France en 2016²² et dans un quart en 2018²³. Il a été suggéré que, dans certains pays, ces souches ou les plasmides de ces souches étaient déjà présents chez les oiseaux reproducteurs et étaient disséminés à travers la pyramide de production des poulets de chair, même en l'absence de pression de sélection (Agersø et al. 2014; Nilsson et al. 2014). De plus, les céphalosporines ont parfois été utilisées au couvoir par injection de ceftiofur *in ovo* ou en sous-cutanée chez le poussin d'un jour, pour contrôler les fortes mortalités dues aux infections à *E. coli* chez le poulet en élevage. Ces pratiques favorisaient la sélection et la dissémination des souches de *E. coli* résistantes aux céphalosporines chez les poulets (Baron et al. 2014). Les contaminations croisées provenant d'autres produits, environnement, atelier et manipulateurs peuvent aussi participer à l'isolement de *E. coli* producteurs de BLSE ou d'AmpC dans la viande de poulet. S'il est

¹⁷ <https://www.anses.fr/fr/system/files/LABO-Ra-Resapath2010.pdf>

¹⁸ <https://agriculture.gouv.fr/ecoantibio>

¹⁹ [Rapport de l'Anses : Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2017](#)

²⁰ LABO-Ra-Resapath2017.pdf (anses.fr)

²¹ Note de service DGAL/SDPRAT/2018-796 Publiée le 30-10-2018

²² Note de service DGAL/SDPRAT/2017-752 Publiée le 21-09-2017

²³ Note de service DGAL/SDPRAT/2019-720 Publiée le 18-10-2019

probable qu'une part de contamination de la viande soit imputable à la source animale (Projahn et al. 2018), la diminution de portage observée dans le cadre de la surveillance des caeca de poulet à l'abattoir en France a contribué fortement à faire diminuer cette prévalence dans la viande à la distribution entre 2016 et 2020.

6 Conclusions et Perspectives

Les données de résistance aux antibiotiques des bactéries isolées des animaux producteurs d'aliments et de leurs viandes constituent un outil indispensable au suivi des actions nationales et européennes dans la lutte contre l'antibiorésistance en santé animale et pour la sécurité sanitaire des aliments. Elles sont par ailleurs complémentaires des données de surveillance passive des souches pathogènes animales issues du Résapath. Ainsi, la stabilité et la très forte harmonisation des protocoles utilisés dans les différents pays européens dans le cadre de la surveillance active (Décision 2013/652 UE) permettent d'évaluer les tendances et de comparer les pourcentages de résistances des souches zoonotiques ou indicatrices entre les différentes bactéries ou types de productions. Associées aux données de ventes d'antibiotiques, cette surveillance permet aussi d'évaluer les risques liés aux pratiques d'usage et à leur évolution. Enfin, ces données permettent de suivre l'évolution de la résistance à l'échelle nationale mais également à l'échelle européenne puisqu'elles sont analysées chaque année avec les données des autres états membres dans un rapport commun EFSA/ECDC²⁴.

La diminution de la résistance observée pour certains antibiotiques sur la période 2014-2020 ainsi que l'augmentation de la sensibilité totale des bactéries commensales sont des résultats encourageants qui montrent que les mesures législatives ou réglementaires prises par les pouvoirs publics, comme l'encadrement de la prescription et de la délivrance des antibiotiques d'importance critique, ainsi que l'engagement des professionnels, ont eu un impact sur le développement de la résistance. Toutefois, la réduction de l'utilisation de certaines familles d'antibiotiques, et notamment celles d'importance critique pour l'homme, semble avoir atteint une limite en 2019²⁵. Même si le report d'usage vers d'autres familles semble limité, l'augmentation de la résistance à l'ampicilline chez le porc ainsi que l'augmentation de la résistance à la gentamicine chez les animaux de boucherie et le poulet doivent être surveillés.

La décision 2013/652/UE a pris fin en décembre 2020. La nouvelle décision 2020/1729/UE, qui couvre la période 2021-2027, élargit la surveillance obligatoire aux *Campylobacter coli* et étend cette surveillance à toute les filières animales. Cette nouvelle législation renforce également les surveillances de la résistance dans les viandes en incorporant le contrôle des viandes aux frontières, avec une surveillance de la résistance aux antibiotiques des *E. coli* BLSE/AmpC/Carba, des *E. coli* et des salmonelles. En substitution à la détermination des concentrations minimales inhibitrices, l'analyse génomique des souches par séquençage total est une alternative donnée aux états membres pour identifier les gènes de résistance aux antibiotiques circulant chez les souches résistantes aux C3G ou aux carbapénèmes isolées d'animaux producteurs d'aliments et dans leurs viandes. Cette analyse génomique permettra de différencier les mutations chromosomiques des mécanismes impliquant l'acquisition des résistances plasmidiques ou autres éléments génétiques mobiles, plus impactant en terme de diffusion horizontale. Ces analyses moléculaires pourront également donner des informations dans le cas d'épidémie d'origine alimentaire.

²⁴ <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6490>

²⁵ [Rapport de l'Anses : Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2019](#)

Annexes

Tableau 1 : Antibiotiques, plages de concentration et ECOFF utilisés pour *Salmonella* et *E. coli* comme indiqués dans la décision 2013/652/UE

Antibiotiques	Plage de concentrations (mg/L) (nombre de concentrations)	ECOFF (mg/L)	
		<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i>
Acide Nalidixique	4-128 (6)	<i>Salmonella</i>	> 16
		<i>E. coli</i>	> 16
Ampicilline	1-64 (7)	<i>Salmonella</i>	> 8
		<i>E. coli</i>	> 8
Azithromycine	2-64 (6)	<i>Salmonella</i>	ND ^a
		<i>E. coli</i>	ND ^a
Céfépime	0,06-32 (10)	<i>Salmonella</i>	ND ^b
		<i>E. coli</i>	> 0,125
Céfotaxime	0,25-4 (5)	<i>Salmonella</i>	> 0,5
		<i>E. coli</i>	> 0,25
Céfotaxime + acide clavulanique	0,06-64 (11)	<i>Salmonella</i>	ND
		<i>E. coli</i>	ND
Céfoxitine	0,5-64 (8)	<i>Salmonella</i>	> 8
		<i>E. coli</i>	> 8
Ceftazidime	0,5-8 (5)	<i>Salmonella</i>	> 2
		<i>E. coli</i>	> 0,5
Ceftazidime + acide clavulanique	0,125-128 (11)	<i>Salmonella</i>	ND
		<i>E. coli</i>	ND
Chloramphénicol	8-128 (5)	<i>Salmonella</i>	> 16
		<i>E. coli</i>	> 16
Ciprofloxacine	0,015-8 (10)	<i>Salmonella</i>	> 0,06
		<i>E. coli</i>	> 0,06
Colistine	1-16 (5)	<i>Salmonella</i>	> 2
		<i>E. coli</i>	> 2
Ertapénème	0,015-2 (8)	<i>Salmonella</i>	> 0,06
		<i>E. coli</i>	> 0,06
Gentamicine	0,5-32 (7)	<i>Salmonella</i>	> 2
		<i>E. coli</i>	> 2
Imipénème	0,125-16 (8)	<i>Salmonella</i>	> 1
		<i>E. coli</i>	> 0,5
Méropénème	0,03-16 (10)	<i>Salmonella</i>	> 0,125
		<i>E. coli</i>	> 0,125
Tétracycline	2-64 (6)	<i>Salmonella</i>	> 8
		<i>E. coli</i>	> 8
Tigécycline	0,25-8 (6)	<i>Salmonella</i>	> 1
		<i>E. coli</i>	> 1
Sulfaméthoxazole	8-1024 (8)	<i>Salmonella</i>	ND ^c
		<i>E. coli</i>	> 64
Témocilline	0,5-64 (8)	<i>Salmonella</i>	ND ^d
		<i>E. coli</i>	ND ^d
Triméthoprime	0,25-32 (8)	<i>Salmonella</i>	> 2
		<i>E. coli</i>	> 2

ND : non déterminé ; ^a : > 16 mg/L a été utilisé ; ^b : > 0,125 mg/L a été utilisé ; ^c : >256 mg/L a été utilisé, ^d : > 32 mg/L a été utilisé

Tableau 2 : Antibiotiques, plages de concentration et ECOFF utilisés pour *C. coli* et *C. jejuni* comme indiqués dans la décision 2013/652/UE

Antibiotiques	Plage de concentrations (mg/l) (nombre de concentrations)	ECOFF (mg/L)	
Erythromycine	1-128 (8)	<i>C. jejuni</i>	> 4
		<i>C. coli</i>	> 8
Ciprofloxacine	0,125-16 (8)	<i>C. jejuni</i>	> 0,5
		<i>C. coli</i>	> 0,5
Acide Nalidixique	1-64 (7)	<i>C. jejuni</i>	> 16
		<i>C. coli</i>	> 16
Tétracycline	0,5-64 (8)	<i>C. jejuni</i>	> 1
		<i>C. coli</i>	> 2
Gentamicine	0,125-16 (8)	<i>C. jejuni</i>	> 2
		<i>C. coli</i>	> 2
Streptomycine	0,25-16 (7)	<i>C. jejuni</i>	> 4
		<i>C. coli</i>	> 4

Tableau 3 : Répartition des sérovars de salmonelles isolées en abattoir en 2019 et 2020

Porc, 2019 (N = 204)

Sérovars	Total
<i>Salmonella</i> Brandenburg	3
<i>Salmonella</i> Bredeney	1
<i>Salmonella</i> Derby	63
<i>Salmonella</i> Enterica subsp, enterica rough	4
<i>Salmonella</i> Enteritidis	2
<i>Salmonella</i> Give	1
<i>Salmonella</i> Gloucester	1
<i>Salmonella</i> I 4,12:-:-	1
<i>Salmonella</i> Idikan	1
<i>Salmonella</i> Infantis	16
<i>Salmonella</i> Kedougou	1
<i>Salmonella</i> London	1
<i>Salmonella</i> Mbandaka	2
<i>Salmonella</i> Rissen	9
<i>Salmonella</i> Typhimurium	15
<i>Salmonella</i> Typhimurium, monophasique	83

Veau, 2019 (N = 43)

Sérovars	Total
<i>Salmonella</i> Anatum	10
<i>Salmonella</i> Chester	1
<i>Salmonella</i> Derby	12
<i>Salmonella</i> Dublin	2
<i>Salmonella</i> London	2
<i>Salmonella</i> Mbandaka	2
<i>Salmonella</i> Montevideo	1
<i>Salmonella</i> Rissen	1
<i>Salmonella</i> Typhimurium	2
<i>Salmonella</i> Typhimurium, monophasique	8
<i>Salmonella</i> Welikade	2

Poulet (N = 106)

Sérovars	Total
<i>Salmonella</i> Agona	1
<i>Salmonella</i> Brandenburg	1
<i>Salmonella</i> Bredeney	1
<i>Salmonella</i> Cerro	1
<i>Salmonella</i> Chartres	2
<i>Salmonella</i> Chester	28
<i>Salmonella</i> enterica, subspecies enterica	1
<i>Salmonella</i> Enteritidis	1
<i>Salmonella</i> Goldcoast	1
<i>Salmonella</i> Hadar	1
<i>Salmonella</i> Indiana	22
<i>Salmonella</i> Jedburgh	1
<i>Salmonella</i> Kedougou	2
<i>Salmonella</i> Livingstone	1
<i>Salmonella</i> Llandoff	2
<i>Salmonella</i> Mbandaka	14
<i>Salmonella</i> Montevideo	14
<i>Salmonella</i> Newport	2
<i>Salmonella</i> Typhimurium	9
<i>Salmonella</i> Typhimurium, monophasic	1

Dinde (N = 148)

Sérovars	Total
<i>Salmonella</i> Agona	1
<i>Salmonella</i> Bredeney	49
<i>Salmonella</i> Chester	3
<i>Salmonella</i> Give	2
<i>Salmonella</i> Gloucester	8
<i>Salmonella</i> Hadar	27
<i>Salmonella</i> Indiana	34
<i>Salmonella</i> London	1
<i>Salmonella</i> Napoli	1
<i>Salmonella</i> Panama	1
<i>Salmonella</i> Saintpaul	6
<i>Salmonella</i> Travis	2
<i>Salmonella</i> Typhimurium	1
<i>Salmonella</i> Typhimurium, monophasic	12

Tableau 4 : Sensibilité aux antibiotiques des *Salmonella* spp. isolées en abattoir en 2019

Familles d'antibiotiques		Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Porc (N = 204)		Veau (N = 43)	
			n*	% [IC95]	n*	% [IC95]
β-lactamines	Pénicillines	Ampicilline (8)	90	44,1 [37,3-50,9]	11	25,6 [12,5-38,6]
	Céphalosporines	Céfotaxime (0,5)	0	0,0 [0,0-1,5]	0	0,0 [0,0-6,7]
		Ceftazidime (2)	0	0,0 [0,0-1,5]	0	0,0 [0,0-6,7]
	Carbapénèmes	Méropénème (0,125)	0	0,0 [0,0-1,5]	0	0,0 [0,0-6,7]
Macrolides	Azithromycine (16)	0	0,0 [0,0-1,5]	0	0,0 [0,0-6,7]	
Phénicolés	Chloramphénicol (16)	10	4,9 [1,9-7,9]	4	9,3 [0,6-18,0]	
Quinolones	Acide Nalidixique (16)	0	0,0 [0,0-1,5]	0	0,0 [0,0-6,7]	
	Ciprofloxacine (0,06)	1	0,5 [0,0-1,4]	1	2,3 [0,0-6,8]	
Polymyxines	Colistine (2)	5	2,5 [0,3-4,6]	6	14,0 [3,6-24,3]	
Aminosides	Gentamicine (2)	2	1,0 [0,0-2,3]	0	0,0 [0,0-6,7]	
Cyclines	Tétracycline (8)	120	58,8 [52,1-65,6]	24	55,8 [41,0-70,7]	
	Tigécycline (1)	3	1,5 [0,0-3,1]	3	7,0 [0,0-14,6]	
Sulfamides	Sulfaméthoxazole (256)	120	58,8 [52,1-65,6]	15	34,9 [20,6-49,1]	
Diaminopyrimidines	Triméthoprime (2)	5	2,5 [0,3-4,6]	3	7,0 [0,0-14,6]	

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 5 : Sensibilité aux antibiotiques des *Salmonella* spp. isolées en abattoir en 2020.

Familles d'antibiotiques		Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Poulet (N = 106)		Dinde (N = 148)	
			n*	% [IC95]	n*	% [IC95]
β-lactamines	Pénicillines	Ampicilline (8)	12	11,3 [5,3-17,4]	9	6,1 [2,2-9,9]
	Céphalosporines	Céfotaxime (0,5)	0	0,0 [0,0-2,8]	0	0,0 [0,0-2,0]
		Ceftazidime (2)	0	0,0 [0,0-2,8]	0	0,0 [0,0-2,0]
	Carbapénèmes	Méropénème (0,125)	0	0,0 [0,0-2,8]	0	0,0 [0,0-2,0]
Macrolides	Azithromycine (16)	0	0,0 [0,0-2,8]	0	0,0 [0,0-2,0]	
Phénicolés	Chloramphénicol (16)	15	14,2 [7,5-20,8]	3	2,0 [0,0-4,3]	
Quinolones	Acide Nalidixique (16)	1	0,9 [0,0-2,8]	26	17,6 [11,4-23,7]	
	Ciprofloxacine (0,06)	1	0,9 [0,0-2,8]	26	17,6 [11,4-23,7]	
Polymyxines	Colistine (2)	1	0,9 [0,0-2,8]	2	1,4 [0,0-3,2]	
Aminosides	Gentamicine (2)	5	4,7 [0,7-8,8]	0	0,0 [0,0-2,0]	
Cyclines	Tétracycline (8)	2	1,9 [0,0-4,5]	88	59,5 [51,5-67,4]	
	Tigécycline (1)	0	0,0 [0,0-2,8]	2	1,4 [0,0-3,2]	
Sulfamides	Sulfaméthoxazole (256)	10	9,4 [3,9-15,0]	6	4,1 [0,9-7,2]	
Diaminopyrimidines	Triméthoprime (2)	9	8,5 [3,2-13,8]	4	2,7 [0,1-5,3]	

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 6 : Répartition des sérovars de salmonelles isolées d'environnements d'élevage en 2020

Poulets de chair (N = 167)		Poules pondeuses (N = 166)		Dindes (N = 94)	
Sérovar	Total	Sérovar	Total	Sérovar	Total
<i>Salmonella</i> Agama	2	<i>Salmonella</i> Aberdeen	1	<i>Salmonella</i> Agama	3
<i>Salmonella</i> Agona	7	<i>Salmonella</i> Ajiobo	1	<i>Salmonella</i> Agona	3
<i>Salmonella</i> Ajiobo	1	<i>Salmonella</i> Anatum	6	<i>Salmonella</i> Brandenburg	1
<i>Salmonella</i> Anatum	2	<i>Salmonella</i> Braenderup	9	<i>Salmonella</i> Chester	2
<i>Salmonella</i> Banana	1	<i>Salmonella</i> Chester	1	<i>Salmonella</i> Coeln	1
<i>Salmonella</i> Bovismorbificans	1	<i>Salmonella</i> Coeln	3	<i>Salmonella</i> Derby	3
<i>Salmonella</i> Bredeney	3	<i>Salmonella</i> Enteritidis	40	<i>Salmonella</i> Eboko	1
<i>Salmonella</i> Chester	2	<i>Salmonella</i> Give	5	<i>Salmonella</i> Enteritidis	10
<i>Salmonella</i> Coeln	2	<i>Salmonella</i> Havana	6	<i>Salmonella</i> Give	2
<i>Salmonella</i> Derby	2	<i>Salmonella</i> Infantis	3	<i>Salmonella</i> Hadar	6
<i>Salmonella</i> Eboko	4	<i>Salmonella</i> Isangi	1	<i>Salmonella</i> Indiana	3
<i>Salmonella</i> Enteritidis	18	<i>Salmonella</i> Kottbus	4	<i>Salmonella</i> Kedougou	3
<i>Salmonella</i> Give	3	<i>Salmonella</i> Livingstone	11	<i>Salmonella</i> Kottbus	4
<i>Salmonella</i> Goldcoast	1	<i>Salmonella</i> Llandoff	1	<i>Salmonella</i> London	2
<i>Salmonella</i> Hadar	1	<i>Salmonella</i> London	1	<i>Salmonella</i> Mbandaka	1
<i>Salmonella</i> Hvittingfoss	1	<i>Salmonella</i> Manhattan	1	<i>Salmonella</i> Montevideo	6
<i>Salmonella</i> Idikan	1	<i>Salmonella</i> Mbandaka	15	<i>Salmonella</i> Napoli	12
<i>Salmonella</i> Indiana	2	<i>Salmonella</i> Montevideo	4	<i>Salmonella</i> Newport	3
<i>Salmonella</i> Infantis	4	<i>Salmonella</i> Muenster	4	<i>Salmonella</i> Saintpaul	2
<i>Salmonella</i> Jerusalem	1	<i>Salmonella</i> Napoli	7	<i>Salmonella</i> Senftenberg	7
<i>Salmonella</i> Kedougou	4	<i>Salmonella</i> Newport	1	<i>Salmonella</i> Typhimurium	3
<i>Salmonella</i> Livingstone	4	<i>Salmonella</i> Newyork	1	<i>Salmonella</i> Typhimurium, monophasic	12
<i>Salmonella</i> London	1	<i>Salmonella</i> Quentin	1	<i>Salmonella</i> Veneziana	4
<i>Salmonella</i> Manhattan	1	<i>Salmonella</i> Rissen	1		
<i>Salmonella</i> Mbandaka	7	<i>Salmonella</i> Saintpaul	1		
<i>Salmonella</i> Mikawasima	1	<i>Salmonella</i> Senftenberg	3		
<i>Salmonella</i> Montevideo	19	<i>Salmonella</i> Stanley	1		
<i>Salmonella</i> Napoli	13	<i>Salmonella</i> Stourbridge	2		
<i>Salmonella</i> Ndolo	1	<i>Salmonella</i> Takoradi	4		
<i>Salmonella</i> Newport	4	<i>Salmonella</i> Typhimurium	23		
<i>Salmonella</i> Ohio	1	<i>Salmonella</i> Typhimurium, monophasic	2		
<i>Salmonella</i> Saintpaul	4	<i>Salmonella</i> Veneziana	2		
<i>Salmonella</i> Senftenberg	13				
<i>Salmonella</i> Stourbridge	1				
<i>Salmonella</i> Tennessee	2				
<i>Salmonella</i> Thompson	1				
<i>Salmonella</i> Typhimurium	16				
<i>Salmonella</i> Typhimurium, monophasic	9				
<i>Salmonella</i> Veneziana	6				

Tableau 7 : Sensibilité aux antibiotiques des *Salmonella* spp. isolées d'environnement d'élevage en 2020

Familles d'antibiotiques		Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Poulet de chair (N = 167)		Poules pondeuses (N = 166)		Dinde (N = 94)	
			n*	% [IC95]	n*	% [IC95]	n*	% [IC95]
β-lactamines	Pénicillines	Ampicilline (8)	16	9,6 [5,1-14,0]	5	3,0 [0,4-5,6]	15	16,0 [8,6-23,4]
	Céphalosporines	Céfotaxime (0,5)	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-3,1]
		Ceftazidime (2)	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-3,1]
	Carbapénèmes	Méropénème (0,125)	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-3,1]
Macrolides		Azithromycine (16)	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-3,1]
Phénicolés		Chloramphénicol (16)	3	1,8 [0,0-3,8]	1	0,6 [0,0-1,8]	5	5,3 [0,8-9,9]
Quinolones		Acide Nalidixique (16)	7	4,2 [1,2-7,2]	1	0,6 [0,0-1,8]	5	5,3 [0,8-9,9]
		Ciprofloxacine (0,06)	7	4,2 [1,5-7,2]	1	0,6 [0,0-1,8]	5	5,3 [0,8-9,9]
Polymyxines		Colistine (2)	4	2,4 [0,1-4,7]	7	4,2 [1,2-7,3]	2	2,1 [0,0-5,0]
Aminosides		Gentamicine (2)	3	1,8 [0,0-3,8]	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-3,1]
Cyclines		Tétracycline (8)	18	10,8 [6,1-15,5]	1	0,6 [0,0-1,8]	15	16,0 [8,6-23,4]
		Tigécycline (1)	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-1,8]	0	0,0 [0,0-3,1]
Sulfamides		Sulfaméthoxazole (256)	22	13,2 [8,0-18,3]	3	1,8 [0,0-3,8]	16	17,0 [9,4-24,6]
Diaminopyrimidines		Triméthoprime (2)	14	8,4 [4,2-12,6]	1	0,6 [0,0-1,8]	6	6,4 [1,4-11,3]

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 8 : Pourcentages de résistance aux antibiotiques des *C. jejuni* isolés de poulets ou de dindes en 2020.

Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Poulet (N = 171)		Dinde (N = 163)	
	n*	% [IC95]	n*	% [IC95]
Erythromycine (4)	0	0 [0,0 – 0,0]	0	0 [0,0 – 0,0]
Ciprofloxacine (0,5)	116	67,8 [60,8 – 74,8]	98	60,1 [52,6 – 67,6]
Acide Nalidixique (16)	112	65,5 [58,4 – 72,6]	92	56,4 [48,8 – 64,1]
Tétracycline (1)	109	63,7 [56,5 – 70,9]	92	56,4 [48,8 – 64,1]
Gentamicine (2)	0	0 [0,0 – 0,0]	0	0 [0,0 – 0,0]
Streptomycine (4)	0	0 [0,0 – 0,0]	3	1,8 [0,2 – 3,8]

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 9 : Résistances associées chez *C. jejuni* en 2020.

Résistances associées chez les souches de *C. jejuni* isolées de caeca de poulets de chair en 2020 (N = 171)

R	n	%	Profil le + représenté*
0	30	17,5	Multisensible
1	57	33,3	CIP (32) **
2	84	49,1	CIP-TET (84)

Résistances associées chez les souches des *C. jejuni* isolées de caeca de dinde en 2020 (N = 163)

R	n	%	Profil le + représenté*
0	46	28,2	Multisensible
1	44	27,0	CIP (25)**
2	70	42,9	CIP-TET (70)
3	3	1,8	CIP-TET-STR (3)

R : nombre de résistance ; n : nombre de souches ; * Ciprofloxacine (ou Acide nalidixique) : CIP ; Streptomycine : STR ; Tétracycline : TET ; **nombre d'apparition du profil dans la catégorie considérée.

Tableau 10 : Pourcentages de résistance aux antibiotiques des *C. coli* isolés de poulets ou de dindes en 2020

Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Poulet (N = 170)		Dinde (N = 171)	
	n*	% [IC95]	n*	% [IC95]
Erythromycine (8)	4	2,4 [0,1 – 4,6]	5	2,9 [0,4 – 5,4]
Ciprofloxacine (0,5)	79	46,5 [39,0 – 54,0]	80	46,8 [39,3 – 54,3]
Acide Nalidixique (16)	80	47,1 [39,6 – 54,6]	80	46,8 [39,3 – 54,3]
Tétracycline (2)	154	90,6 [86,2 – 95,0]	156	91,2 [87,0 – 95,5]
Gentamicine (2)	0	0 [0,0 – 0,0]	0	0 [0,0 – 0,0]
Streptomycine (4)	17	10,0 [5,5 – 14,5]	11	6,4 [2,8 – 10,1]

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 11 : Résistances associées chez *C. coli* en 2020

Résistances associées chez les souches de *C. coli* isolées de caeca de poulets de chair en 2020 (N = 170)

R	n	%	Profil le + représenté*
0	11	6,5	Multisensible
1	83	48,8	TET (77)**
2	59	34,7	CIP-TET (58)
3	15	8,8	CIP-TET-STR (14)
4	2	1,2	ERY-CIP-TET-STR (2)

Résistances associées chez les souches de *C. coli* isolées de caeca de dinde en 2020 (N = 171)

R	n	%	Profil le + représenté*
0	13	7,6	Multisensible
1	79	46,2	TET (78)**
2	65	38,0	CIP-TET (64)
3	13	7,6	CIP-TET-STR (9)
4	1	0,6	ERY-CIP-TET-STR (1)

R : nombre de résistance ; n : nombre de souches ; * Ciprofloxacine (ou Acide nalidixique) : CIP ; Erythromycine : ERY ; Streptomycine : STR ; Tétracycline : TET ; **nombre d'apparition du profil dans la catégorie considérée.

Tableau 12 : Sensibilité aux antibiotiques des *E. coli* indicatrices isolées de caeca en 2019.

Familles d'antibiotiques		Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Porc (N = 188)		Bovin de moins de 1 an (N = 153)	
			n*	% [IC95]	n*	% [IC95]
β-lactamines	Pénicillines	Ampicilline (8)	57	30,3 [23,7-36,9]	54	35,3 [27,7-42,9]
		Céphalosporines	Céfotaxime (0,25)	2	1,1 [0,0-2,5]	0
	Ceftazidime (0,5)		2	1,1 [0,0-2,5]	0	0,0 [0,0-1,9]
	Carbapénèmes	Méropénème (0,125)	0	0,0 [0,0-1,6]	0	0,0 [0,0-1,9]
Macrolides	Azithromycine (16)	1	0,5 [0,0-1,6]	6	3,9 [0,8-7,0]	
Phénicolés	Chloramphénicol (16)	14	7,4 [3,7-11,2]	31	20,3 [13,9-26,6]	
Quinolones	Acide Nalidixique (16)	7	3,7 [1,0-6,4]	9	5,9 [2,2-9,6]	
	Ciprofloxacine (0,06)	8	4,3 [1,4-7,1]	10	6,5 [2,6-10,5]	
Polymyxines	Colistine (2)	2	1,1 [0,0-2,5]	1	0,7 [0,0-1,9]	
Aminosides	Gentamicine (2)	5	2,7 [0,4-5,0]	10	6,5 [2,6-10,5]	
Cyclines	Tétracycline (8)	96	51,1 [43,9-58,2]	84	54,9 [47,0-62,8]	
	Tigécycline (1)	0	0,0 [0,0-1,6]	0	0,0 [0,0-1,9]	
Sulfamides	Sulfaméthoxazole (64)	66	35,1 [28,3-41,9]	70	45,8 [37,9-53,6]	
Diaminopyrimidines	Triméthoprime (2)	56	29,8 [23,2-36,3]	44	28,8 [21,6-35,9]	

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 13 : Sensibilité aux antibiotiques des *E. coli* indicatrices isolées de caeca en 2020.

Familles d'antibiotiques		Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Poulet (N = 222)		Dinde (N = 171)	
			n*	% [IC95]	n*	% [IC95]
β-lactamines	Pénicillines	Ampicilline (8)	83	37,4 [31,0-43,8]	93	54,4 [46,9-61,9]
		Céphalosporines	Céfotaxime (0,25)	1	0,5 [0,0-1,3]	1
	Ceftazidime (0,5)		1	0,5 [0,0-1,3]	1	0,6 [0,0-1,7]
	Carbapénèmes	Méropénème (0,125)	0	0,0 [0,0-1,3]	0	0,0 [0,0-1,7]
Macrolides	Azithromycine (16)	1	0,5 [0,0-1,3]	1	0,6 [0,0-1,7]	
Phénicolés	Chloramphénicol (16)	8	3,6 [1,2-6,1]	18	10,5 [5,9-15,1]	
Quinolones	Acide Nalidixique (16)	66	29,7 [23,7-35,7]	17	9,9 [5,5-14,4]	
	Ciprofloxacine (0,06)	68	30,6 [24,6-36,7]	26	15,2 [9,8-20,6]	
Polymyxines	Colistine (2)	2	0,9 [0,0-2,1]	5	2,9 [0,4-5,4]	
Aminosides	Gentamicine (2)	6	2,7 [0,6-4,8]	1	0,6 [0,0-1,7]	
Cyclines	Tétracycline (8)	93	41,9 [34,4-48,4]	90	52,6 [45,1-60,1]	
	Tigécycline (1)	0	0,0 [0,0-1,3]	0	0,0 [0,0-1,7]	
Sulfamides	Sulfaméthoxazole (64)	82	36,9 [30,6-43,3]	55	32,2 [25,2-39,2]	
Diaminopyrimidines	Triméthoprime (2)	70	31,5 [25,4-37,6]	53	31,0 [24,1-37,9]	

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 14 : Résistances associées chez *E. coli* en 2019 et 2020.

Résistances associées chez les souches *E. coli* isolées de caeca de porcs en 2019 (N = 188).

R	n	%	Profil le + représenté*
0	56	29,8	Multisensible
1	50	26,6	TET (34)**
2	28	14,9	AMP-TET (12)
3	23	12,2	SMX-TET-TMP (9)
4	23	12,2	AMP-SMX-TET-TMP (14)
5	8	4,3	AMP-CHL-SMX-TET-TMP (4)

Résistances associées chez les souches *E. coli* isolées de caeca de veaux en 2019 (N = 153).

R	n	%	Profil le + représenté*
0	61	39,9	Multisensible
1	14	9,2	TET (12)**
2	16	10,5	SMX-TET (9)
3	16	10,5	AMP-SMX-TET (8)
4	26	17,0	AMP-SMX-TET-TMP (15)
5	11	7,2	AMP-CHL-SMX-TET-TMP (7)
6	6	3,9	AMP-CHL-GEN-SMX-TET-TMP (2)
7	3	2,0	AMP-CHL-CIP-GEN-SMX-TET-TMP (2)

Résistances associées chez les souches *E. coli* isolées de caeca de poulets de chair en 2020 (N = 222).

R	n	%	Profil le + représenté*
0	68	30,6	Multisensible
1	46	20,7	TET (20)**
2	23	10,4	AMP-TET (10)
3	40	18,0	AMP-SMX-TMP (11)
4	26	11,7	AMP-TET-SMX-TMP (12)
5	14	6,3	AMP-CIP-TET-SMX-TMP (30)
6	5	2,3	AMP-CHL-CIP-TET-SMX-TMP (3)

Résistances associées chez les souches *E. coli* isolées de caeca de dinde en 2020 (N = 171).

R	n	%	Profil le + représenté*
0	54	31,6	Multisensible
1	26	15,2	TET (15)**
2	25	14,6	AMP-TET (18)
3	20	11,7	AMP-SMX-TMP (7)
4	28	16,4	AMP-TET-SMX-TMP (20)
5	13	7,6	AMP-CHL-TET-SMX-TMP (9)
6	5	2,9	AMP-CHL-CIP-TET-SMX-TMP (3)

R : nombre de résistances ; n : nombre de souches ; *Ampicilline, AMP ; Azithromycine, AZM ; Céfotaxime (Ceftazidime), CTX ; Chloramphénicol, CHL ; Ciprofloxacine (Acide nalidixique), CIP ; Colistine, CST ; Gentamicine, GEN ; Méropénème, MEM ; Sulfaméthoxazole, SMX ; Tétracycline, TET ; Tigécycline, TGC ; Triméthoprime, TMP ; ** nombre d'apparition du profil dans la catégorie considérée.

Tableau 15 : Sensibilité aux antibiotiques des *E. coli* BLSE/AmpC isolées de caeca en 2019.

Familles d'antibiotiques		Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Porc (N = 66)		Bovin de moins de 1 an (N = 51)	
			n*	% [IC95]	n*	% [IC95]
β-lactamines	Pénicillines	Ampicilline (8)	66	100 [100,0-100,0]	51	100 [100,0-100,0]
		Témocilline (16)	0	0 [0,0-4,4]	0	0 [0,0-5,7]
	Céphalosporines	Céfépime (0,125)	57	86,4 [78,1-94,6]	36	70,6 [58,1-83,1]
		Céfotaxime (0,25)	66	100 [100,0-100,0]	51	100 [100,0-100,0]
		Céfoxitine (8)	15	22,7 [12,6-32,8]	22	43,1 [29,5-56,7]
		Ceftazidime (0,5)	62	93,9 [88,2-99,7]	50	98,0 [94,2-100,0]
	Carbapénèmes	Ertapénème (0,06)	0	0 [0,0-4,4]	0	0 [0,0-5,7]
		Imipénème (0,5)	0	0 [0,0-4,4]	0	0 [0,0-5,7]
		Méropénème (0,125)	0	0 [0,0-4,4]	0	0 [0,0-5,7]
Macrolides	Azithromycine (16)	6	9,1 [2,2-16,0]	5	9,8 [1,6-18,0]	
Phénicolés	Chloramphénicol (16)	5	7,6 [1,2-14,0]	19	37,3 [24,0-50,5]	
Quinolones	Acide Nalidixique (16)	3	4,5 [0,0-9,6]	10	19,6 [8,7-30,5]	
	Ciprofloxacine (0,06)	3	4,5 [0,0-9,6]	20	39,2 [25,8-52,6]	
Polymyxines	Colistine (2)	0	0,0 [0,0-4,4]	3	5,9 [0,0-12,3]	
Aminosides	Gentamicine (2)	4	6,1 [0,3-11,8]	9	17,6 [7,2-28,1]	
Cyclines	Tétracycline (8)	45	68,2 [56,9-79,4]	47	92,2 [84,8-99,5]	
	Tigécycline (1)	0	0,0 [0,0-4,4]	0	0 [0,0-5,7]	
Sulfamides	Sulfaméthoxazole (64)	55	83,3 [74,3-92,3]	44	86,3 [76,8-95,7]	
Diaminopyrimidines	Triméthoprime (2)	33	50,0 [37,9-62,1]	27	52,9 [39,2-66,6]	

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 16: Sensibilité aux antibiotiques des *E. coli* BLSE/AmpC isolées de caeca en 2020.

Familles d'antibiotiques		Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Poulet (N = 33)		Dinde (N = 17)	
			n*	% [IC95]	n*	% [IC95]
β-lactamines	Pénicillines	Ampicilline (8)	33	100 [100,0-100,0]	17	100 [100,0-100,0]
		Témocilline (16)	0	0,0 [0,0-8,7]	0	0,0 [0,0-16,2]
	Céphalosporines	Céfépime (0,125)	30	90,9 [81,1-100]	17	100 [100,0-100,0]
		Céfotaxime (0,25)	33	100 [100,0-100,0]	17	100 [100,0-100,0]
		Céfoxitine (8)	11	33,3 [17,2-49,4]	4	23,5 [3,4-43,7]
		Ceftazidime (0,5)	33	100 [100,0-100,0]	17	100 [100,0-100,0]
	Carbapénèmes	Ertapénème (0,06)	0	0,0 [0,0-8,7]	0	0,0 [0,0-16,2]
		Imipénème (0,5)	0	0,0 [0,0-8,7]	0	0,0 [0,0-16,2]
		Méropénème (0,125)	0	0,0 [0,0-8,7]	0	0,0 [0,0-16,2]
Macrolides	Azithromycine (16)	1	3,0 [0,0-8,9]	0	0,0 [0,0-16,2]	
Phénicolés	Chloramphénicol (16)	3	9,1 [0,0-18,9]	0	0,0 [0,0-16,2]	
Quinolones	Acide Nalidixique (16)	18	54,5 [37,6-71,5]	3	17,6 [0,0-35,8]	
	Ciprofloxacine (0,06)	21	63,6 [47,2-80,0]	4	23,5 [3,4-43,7]	
Polymyxines	Colistine (2)	0	0,0 [0,0-8,7]	0	0,0 [0,0-16,2]	
Aminosides	Gentamicine (2)	2	6,1 [0-14,2]	1	5,9 [0,0-17,1]	
Cyclines	Tétracycline (8)	24	72,7 [57,5-87,9]	11	64,7 [42,0-87,4]	
	Tigécycline (1)	0	0 [0,0-8,7]	0	0,0 [0,0-16,2]	
Sulfamides	Sulfaméthoxazole (64)	20	60,6 [43,9-77,3]	10	58,8 [35,4-82,2]	
Diaminopyrimidines	Triméthoprime (2)	14	42,4 [25,6-59,3]	7	41,2 [17,8-64,6]	

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Tableau 17 : Résistances associées chez *E. coli* BLSE/AmpC en 2019 et 2020.

Résistances associées chez les *E. coli* BLSE/AmpC isolées de caeca de porc en 2019 (N = 66).

R	n	%	Profil le + représenté*
2	7	10,6	AMP-CTX
3	3	4,5	AMP-CTX-TET (2)**
4	29	43,9	AMP-CTX-SMX-TET (16)
5	20	30,3	AMP-CTX-SMX-TET-TMP (15)
6	5	7,6	AMP-AZM-CTX-SMX-TET-TMP (2)
7	2	3,0	AMP-AZM-CTX-CHL-GEN-SMX-TET (2)

Résistances associées chez les *E. coli* BLSE/AmpC isolées de caeca de bovin de moins de 1 an en 2019 (N = 51).

R	n	%	Profil le + représenté*
2	4	7,8	AMP-CTX
3	2	3,9	AMP-CTX-TET (2)**
4	14	27,5	AMP-CTX-SMX-TET (12)
5	6	11,8	AMP-CTX-SMX-TET-TMP (3)
6	10	19,6	AMP-CTX-CHL-SMX-TET-TMP (3) AMP-CTX-CIP-SMX-TET-TMP (3)
7	6	11,8	AMP-CTX-CHL-CIP-SMX-TET-TMP (2) AMP-CTX-CHL-GEN-SMX-TET-TMP (2)
8	8	15,7	AMP-CTX-CHL-CIP-GEN-SMX-TET-TMP (5)
10	1	2	AMP-AZM-CTX-CHL-CIP-CST-GEN-SMX-TET-TMP

Résistances associées chez les souches *E. coli* BLSE/AmpC isolées de caeca de poulets de chair en 2020 (N = 33).

R	n	%	Profil le + représenté*
2	3	9,1	AMP-CTX
3	9	27,3	AMP-CTX-CIP (4)**
4	4	12,1	AMP-CTX- TET-SMX (3)
5	3	9,1	
6	12	36,4	AMP-CTX-CIP-TET-SMX-TMP (10)
7	1	3,0	AMP-CTX-CHL-CIP-TET-SMX-TMP
8	1	3,0	AMP-AZM-CTX-CIP-GEN-TET-SMX-TMP

Résistances associées chez les souches *E. coli* BLSE/AmpC isolées de caeca de dinde en 2020 (N = 17).

R	n	%	Profil le + représenté*
2	5	29,4	AMP-CTX
3	1	5,9	AMP-CTX-CIP
4	4	23,5	AMP-CTX-TET-SMX (3) **
5	5	29,4	AMP-CTX-TET-SMX-TMP (4)
6	1	5,9	AMP-CTX-CIP-TET-SMX-TMP
7	1	5,9	AMP-CTX-CIP-GEN-TET-SMX-TMP

R : nombre de résistances ; n : nombre de souches ; *Ampicilline, AMP ; Azithromycine, AZM ; Céfotaxime (Ceftazidime), CTX ; Chloramphénicol, CHL ; Ciprofloxacine (Acide nalidixique), CIP ; Colistine, CST ; Gentamicine, GEN ; Méropénème, MEM ; Sulfaméthoxazole, SMX ; Tétracycline, TET ; Tigécycline, TGC ; Triméthoprim, TMP ; ** nombre d'apparition du profil dans la catégorie considérée.

Tableau 18: Pourcentages de résistance aux antibiotiques des *E. coli* BLSE/AmpC isolées en 2020 de viandes de poulet prélevées à la distribution.

Familles d'antibiotiques		Antibiotiques (Seuil épidémiologique en mg/L)	Poulet (N = 35)	
			n*	% [IC95]
β-lactamines	Pénicillines	Ampicilline (8)	35	100 [100,0-100,0]
		Témocilline (16)	0	0,0 [0,0-8,2]
	Céphalosporines	Céfépime (0,125)	29	82,9 [70,4-95,3]
		Céfotaxime (0,25)	35	100 [100,0-100,0]
		Céfoxitine (8)	15	42,9 [26,5-59,3]
		Ceftazidime (0,5)	35	100 [100,0-100,0]
	Carbapénèmes	Ertapénème (0,06)	1	2,9 [0-8,4]
		Imipénème (0,5)	0	0,0 [0,0-8,2]
		Méropénème (0,125)	0	0,0 [0,0-8,2]
Macrolides	Azithromycine (16)	0	0,0 [0,0-8,2]	
Phénicolés	Chloramphénicol (16)	3	8,6 [0,0-17,8]	
Quinolones	Acide Nalidixique (16)	13	37,1 [21,1-53,2]	
	Ciprofloxacine (0,06)	14	40,0 [23,8-56,2]	
Polymyxines	Colistine (2)	1	2,9 [0,0-8,7]	
Aminosides	Gentamicine (2)	2	5,7 [0,0-13,4]	
Cyclines	Tétracycline (8)	18	51,4 [34,9-68,0]	
	Tigécycline (1)	0	0,0 [0,0-8,2]	
Sulfamides	Sulfaméthoxazole (64)	19	54,3 [37,8-70,8]	
Diaminopyrimidines	Triméthoprime (2)	15	42,9 [26,5-59,3]	

*Nombre de souches résistantes à l'antibiotique considéré ; IC95 : intervalle de confiance à 95 %.

Références

- Agersø, Y., J. D. Jensen, H. Hasman, and K. Pedersen. 2014. "Spread of extended spectrum cephalosporinase-producing *Escherichia coli* clones and plasmids from parent animals to broilers and to broiler meat in a production without use of cephalosporins." *Foodborne Pathogens and Disease* 11 (9): 740-746. <https://doi.org/10.1089/fpd.2014.1742>.
- Baron, S., E. Jouy, E. Larvor, F. Eono, S. Bougeard, and I. Kempf. 2014. "Impact of third-generation-cephalosporin administration in hatcheries on fecal *Escherichia coli* antimicrobial resistance in broilers and layers." *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 58 (9): 5428-5434. <https://doi.org/10.1128/AAC.03106-14>.
- Bevan, E., A. Jones, and P. Hawkey. 2017. "Global epidemiology of CTX-M β -lactamases: temporal and geographical shifts in genotype." *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 72 (8): 2145-2155. <https://doi.org/10.1093/jac/dkx146>.
- Cottell, J., M. Webber, N. Coldham, D. Taylor, A. Cerdeño-Tárraga, H. Hauser, N. Thomson, M. Woodward, and L. Piddock. 2011. "Complete Sequence and Molecular Epidemiology of IncK Epidemic Plasmid Encoding bla_{CTX-M-14}." *Emerging Infectious Disease Journal* 17 (4): 645. <https://doi.org/10.3201/eid1704.101009>.
- Day, M., I. Rodríguez, A. van Essen-Zandbergen, C. Dierikx, K. Kadlec, A. K. Schink, G. Wu, M. Chattaway, V. DoNascimento, J. Wain, R. Helmuth, B. Guerra, S. Schwarz, J. Threlfall, M. Woodward, N. Coldham, D. Mevius, and N. Woodford. 2016. "Diversity of STs, plasmids and ESBL genes among *Escherichia coli* from humans, animals and food in Germany, the Netherlands and the UK." *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 71 (5): 1178-1182. <https://doi.org/10.1093/jac/dkv485>.
- European Food Safety Authority. 2012. "Technical specifications on the harmonised monitoring and reporting of antimicrobial resistance in *Salmonella*, *Campylobacter* and indicator *Escherichia coli* and *Enterococcus* spp. bacteria transmitted through food." *EFSA Journal* 10 (6): 2742. <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2742>.
- Falgenhauer, L., S. E. Waezsada, Y. Yao, C. Imirzalioglu, A. Käsbohrer, U. Roesler, G. Michael, S. Schwarz, G. Werner, L. Kreienbrock, and T. Chakraborty. 2016. "Colistin resistance gene *mcr-1* in extended-spectrum β -lactamase-producing and carbapenemase-producing Gram-negative bacteria in Germany." *The Lancet Infectious Diseases* 16 (3): 282-283. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00009-8](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00009-8).
- Haenni, M., L. Poirel, N. Kieffer, P. Châtre, E. Saras, V. Métayer, R. Dumoulin, P. Nordmann, and J.-Y. Madec. 2016. "Co-occurrence of extended spectrum β lactamase and MCR-1 encoding genes on plasmids." *The Lancet Infectious Diseases* 16 (3): 281-282. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00007-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00007-4).
- Hasman, H., A. Hammerum, F. Hansen, R. Hendriksen, B. Olesen, Y. Agersø, E. Zankari, P. Leekitcharoenphon, M. Stegger, R. Kaas, L. Cavaco, D. Hansen, F. Aarestrup and R. Skov. 2015. "Detection of *mcr-1* encoding plasmid-mediated colistin-resistant *Escherichia coli* isolates from human bloodstream infection and imported chicken meat, Denmark 2015." *Euro Surveillance* 2015;20(49):pii=30085. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2015.20.49.30085>.
- Huijbers, P. M. C., E. Graat, A. van Hoek, C. Veenman, Mart C. de Jong, and E. van Duijkeren. 2016. "Transmission dynamics of extended-spectrum β -lactamase and AmpC β -lactamase-producing *Escherichia coli* in a broiler flock without antibiotic use." *Preventive Veterinary Medicine* 131: 12-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.07.001>.
- Humphrey, T. J., F. Jørgensen, J. A. Frost, H. Wadda, G. Domingue, N. C. Elviss, D. J. Griggs, and L. J. Piddock. 2005. "Prevalence and subtypes of ciprofloxacin-resistant *Campylobacter* spp. in commercial poultry flocks before, during, and after treatment with fluoroquinolones." *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 49 (2): 690-8. <https://doi.org/10.1128/aac.49.2.690-698.2005>.
- Liu, Y. Y., Y. Wang, T. Walsh, L. X. Yi, R. Zhang, J. Spencer, Y. Doi, G. Tian, B. Dong, X. Huang, L. F. Yu, D. Gu, H. Ren, X. Chen, L. Lv, D. He, H. Zhou, Z. Liang, J. H. Liu, and J. Shen. 2016. "Emergence of plasmid-mediated colistin resistance mechanism MCR-

- 1 in animals and human beings in China: a microbiological and molecular biological study." *The Lancet Infectious Diseases* 16 (2): 161-168. .
- Lucas, P., E. Jouy, L. Le Devendec, C. de Boisseson, A. Perrin-Guyomard, T. Jové, Y. Blanchard, F. Touzain, and I. Kempf. 2018. "Characterization of plasmids harboring *bla*_{CTX-M} genes in *Escherichia coli* from French pigs." *Veterinary Microbiology* 224: 100-106. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.08.005>.
- Luo, N., S. Pereira, O. Sahin, J. Lin, S. Huang, L. Michel, and Q. Zhang. 2005. "Enhanced *in vivo* fitness of fluoroquinolone-resistant *Campylobacter jejuni* in the absence of antibiotic selection pressure." *Proceeding of the National Academy of Sciences U.S.A.* 102 (3): 541-6. <https://doi.org/10.1073/pnas.0408966102>.
- Madec, J.-Y., M. Haenni, V. Métayer, E. Saras, and M.-H. Nicolas-Chanoine. 2015. "High prevalence of the animal-associated *bla*_{CTX-M-1} Inc11/ST3 plasmid in human *Escherichia coli* isolates." *Antimicrobial agents and chemotherapy* 59 (9): 5860-5861. <https://doi.org/10.1128/aac.00819-15>.
- Malhotra-Kumar, S., B. Xavier, A. Das, C. Lammens, P. Butaye, and H. Goossens. 2016. "Colistin resistance gene *mcr-1* harboured on a multidrug resistant plasmid." *The Lancet Infectious Diseases* 16 (3): 283-284. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00012-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00012-8).
- Nilsson, O., S. Börjesson, A. Landén, and B. Bengtsson. 2014. "Vertical transmission of *Escherichia coli* carrying plasmid-mediated AmpC (pAmpC) through the broiler production pyramid." *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 69 (6): 1497-1500. <https://doi.org/10.1093/jac/dku030>.
- Olaitan, A. O., S. Morand, and J. M. Rolain. 2014. "Mechanisms of polymyxin resistance: acquired and intrinsic resistance in bacteria." *Frontiers in Microbiology* 5: 643. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00643>.
- Perrin-Guyomard, A., M. Bruneau, P. Houee, K. Deleurme, P. Legrandois, C. Poirier, C. Soumet and P. Sanders. 2016. "Prevalence of *mcr-1* in commensal *Escherichia coli* from French livestock, 2007 to 2014." *Euro Surveillance* 21 (6). <https://doi.org/10.2807/1560-7917.es.2016.21.6.30135>.
- Perrin-Guyomard, A., E. Jouy, D. Urban, C. Chauvin, S. A. Granier, G. Mourand, A. Chevance, C. Adam, G. Moulin, and I. Kempf. 2020. "Decrease in fluoroquinolone use in French poultry and pig production and changes in resistance among *E. coli* and *Campylobacter*." *Veterinary Microbiology* 243: 108637. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108637>.
- Perrin-Guyomard, A., I. Kempf, C. Adam, and S. A. Granier. 2021. "Prévalence des *Escherichia coli* résistants aux céphalosporines de troisième génération ou aux carbapénèmes dans les viandes fraîches à la distribution en France." *Bulletin Épidémiologique Anses Santé animale-alimentation, ANSES*: 1-9.
- Projahn, M., E. Pacholewicz, E. Becker, G. Correia-Carreira, N. Bandick, and A. Kaesbohrer. 2018. "Reviewing Interventions against *Enterobacteriaceae* in Broiler Processing: Using Old Techniques for Meeting the New Challenges of ESBL *E. coli*?" *BioMed Research International* 2018: 7309346. <https://doi.org/10.1155/2018/7309346>.
- Rebelo, A. R., V. Bortolaia, J. Kjeldgaard, S. Pedersen, P. Leekitcharoenphon, I. Hansen, B. Guerra, B. Malorny, M. Borowiak, and J. Hammerl. 2018. "Multiplex PCR for detection of plasmid-mediated colistin resistance determinants, *mcr-1*, *mcr-2*, *mcr-3*, *mcr-4* and *mcr-5* for surveillance purposes." *Eurosurveillance* 23 (6).
- Santé Publique France. 2019. "Surveillance des bactéries multirésistantes dans les établissements de santé. Réseau BMR-Raisin, France. Résultats 2017." *Santé Publique France*: 1-94.
- Smet, A., A. Martel, D. Persoons, J. Dewulf, M. Heyndrickx, L. Herman, F. Haesebrouck, and P. Butaye. 2010. "Broad-spectrum β -lactamases among *Enterobacteriaceae* of animal origin: Molecular aspects, mobility and impact on public health." *FEMS Microbiology Reviews* 34 (3): 295-316.
- Touzain, F., L. Le Devendec, C. de Boisseson, S. Baron, E. Jouy, A. Perrin-Guyomard, Y. Blanchard, and I. Kempf. 2018. "Characterization of plasmids harboring *bla*_{CTX-M} and *bla*_{CMY} genes in *E. coli* from French broilers." *PLoS One* 13 (1): e0188768. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188768>.

- van Boven, M., K. Veldman, M. D. de Jong, and D. Mevius. 2003. "Rapid selection of quinolone resistance in *Campylobacter jejuni* but not in *Escherichia coli* in individually housed broilers." *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 52 (4): 719-723. <https://doi.org/10.1093/jac/dkg402>.
- Verliat, F., A. Hemonic, S. Chouet, P. Le Coz, M. Liber, E. Jouy, A. Perrin-Guyomard, A. Chevance, D. Delzescaux, and C. Chauvin. 2021. "An efficient cephalosporin stewardship programme in French swine production." *Veterinary Medicine and Science* 7 (2): 432-439. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/vms3.377>.
- Webb, H., S. A. Granier, M. Marault, Y. Millemann, H. den Bakker, K. Nightingale, M. Bugarel, S. Ison, H. M. Scott, and G. Loneragan. 2016. "Dissemination of the *mcr-1* colistin resistance gene." *The Lancet Infectious Diseases* 16 (2): 144-145. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)00538-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)00538-1).
- Zeitouni, S., and I. Kempf. 2011. "Fitness cost of fluoroquinolone resistance in *Campylobacter coli* and *Campylobacter jejuni*." *Microbial Drug Resistance* 17 (2): 171-9. <https://doi.org/10.1089/mdr.2010.0139>.



anses

CONNAÎTRE, ÉVALUER, PROTÉGER

AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE
de l'alimentation, de l'environnement et du travail

14 rue Pierre et Marie Curie 94701 Maisons-Alfort Cedex
Tél : 01 42 76 40 40
www.anses.fr — @Anses_fr