



Antibiorésistance et environnement

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

GT « Antibiorésistance et environnement »



Antibiorésistance et environnement

Questions traitées

- Mécanismes sous-jacents à l'émergence et à la persistance de l'antibiorésistance dans l'environnement
- État de la contamination de l'environnement en France et devenir pour les :
 - Antibiotiques (ATB)
 - Bactéries résistantes aux ATB (BRA) pathogènes pour l'Homme, et gènes de résistance aux ATB et gènes associés (GRA)
- Impact potentiel des sélecteurs sur l'antibiorésistance dans l'environnement

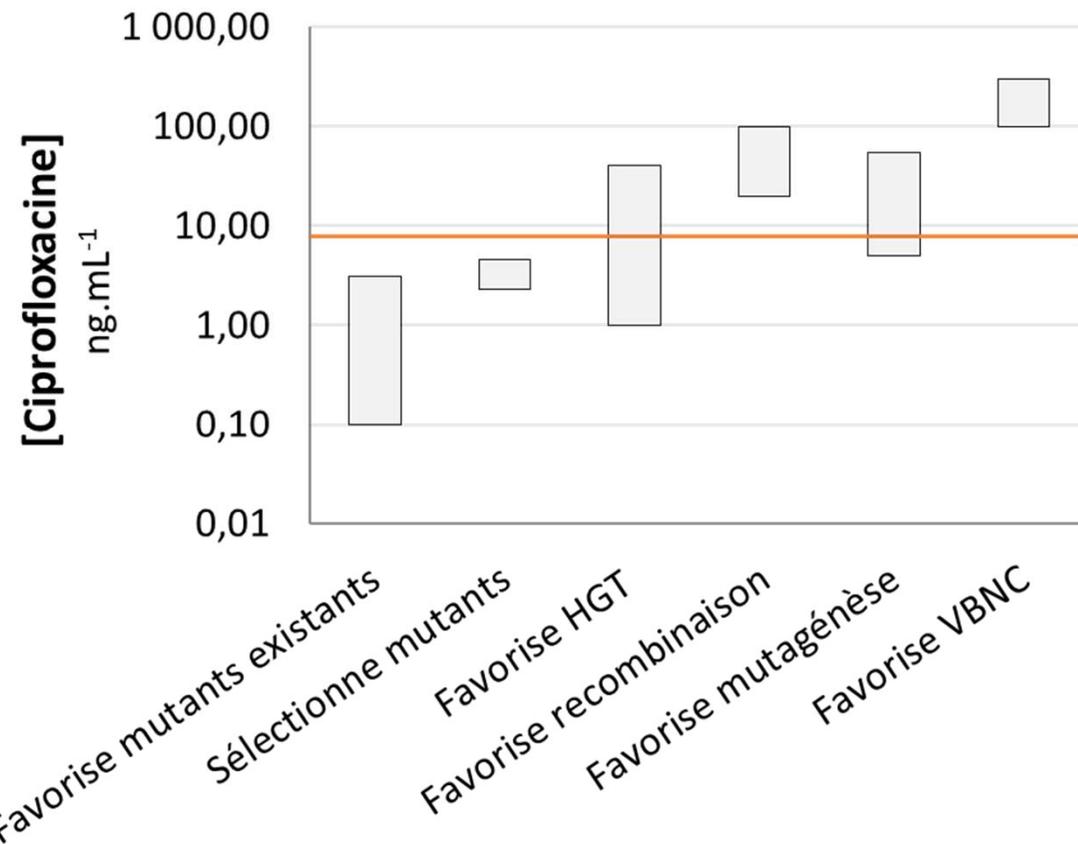


Environnement = milieux aquatiques et terrestres et leurs sources de contamination



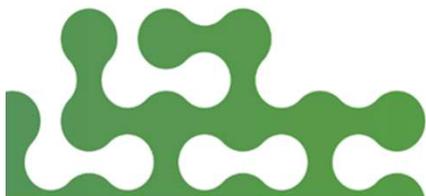
Mécanismes favorisant l'antibiorésistance à l'échelle cellulaire

- Les bactéries répondent à concentrations sub-inhibitrices d'ATB



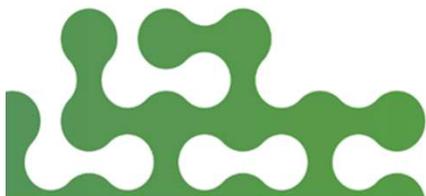
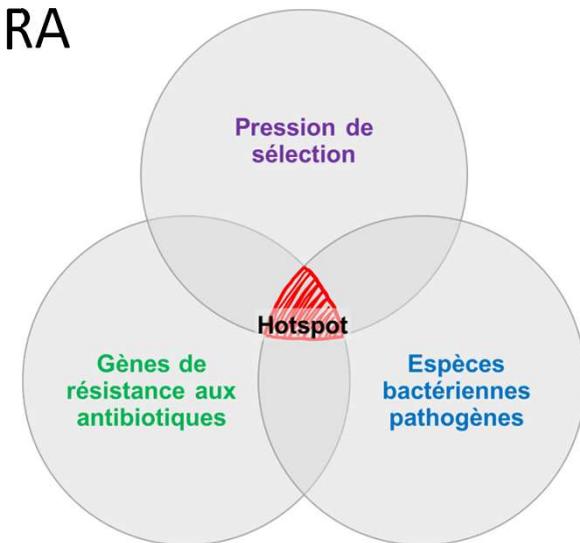
- /!\ Co-sélection

- Co-sélection d'une BRA par tous les ATB auquel elle est résistante
- ETM et biocides peuvent co-sélectionner une BRA



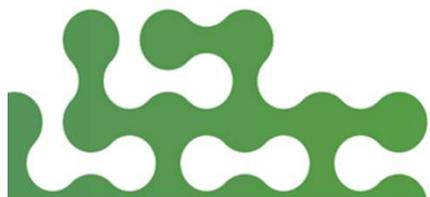
Mécanismes favorisant l'antibiorésistance à l'échelle de la communauté bactérienne

- Biofilm
- Mécanisme des BRA profitant aux bactéries sensibles
- Patrimoine génétique global
- L'environnement résiste aux invasions des bactéries allochtones
- ATB, ETM et biocides peuvent favoriser les BRA



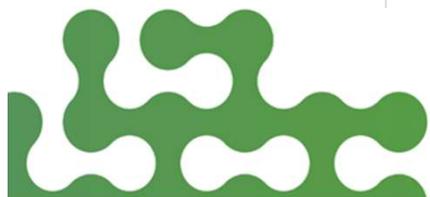
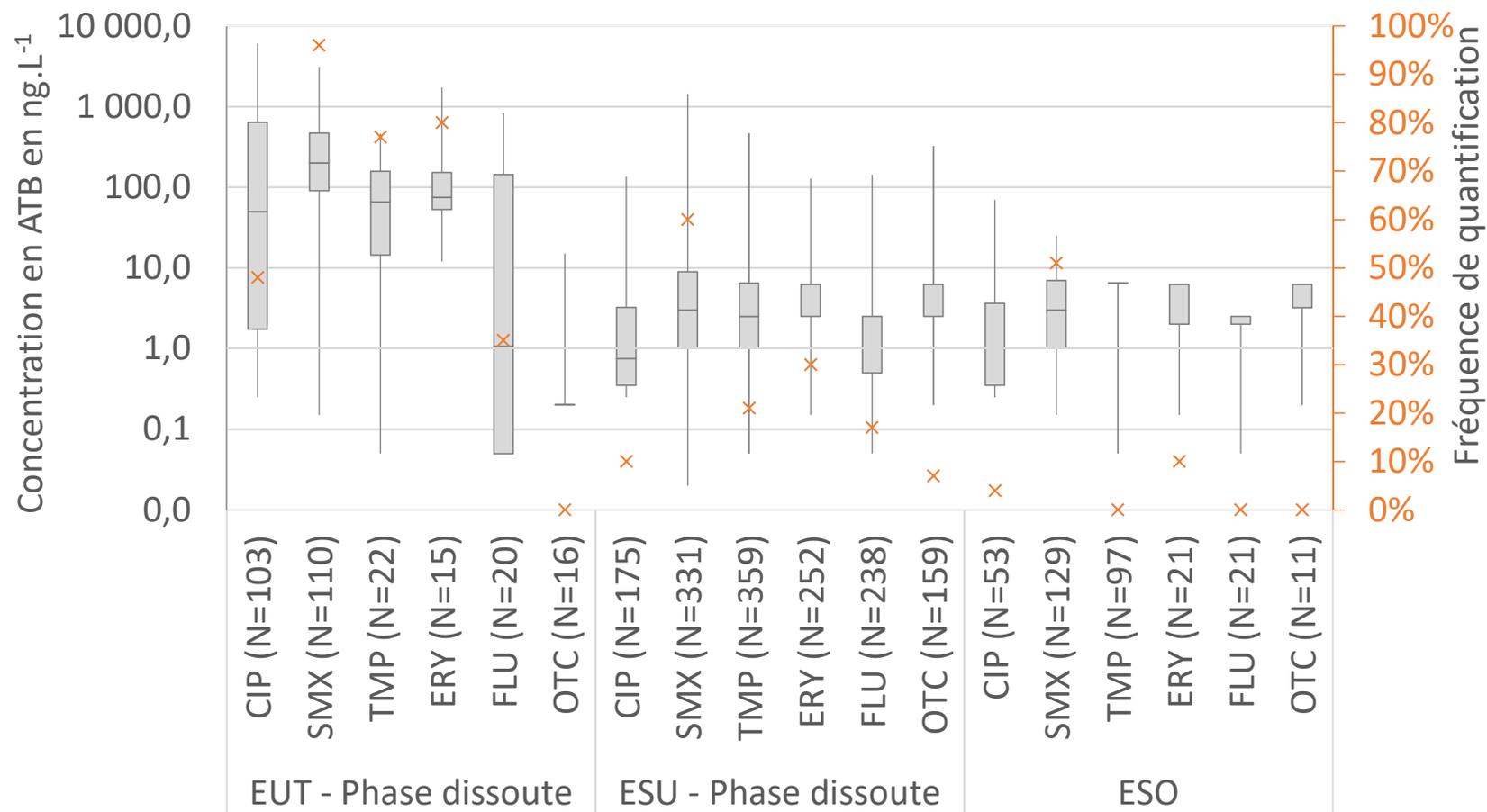
Contamination par les antibiotiques

- Connaissance partielle
- Concentrations faibles en France
 - Sources anthropiques
 - Importance de la persistance des ATB
 - ATB persistants → fréquemment quantifiés (quinolones, fluoroquinolones, macrolides et sulfamides)
 - ATB dégradables → rarement quantifiés (β -lactamines)



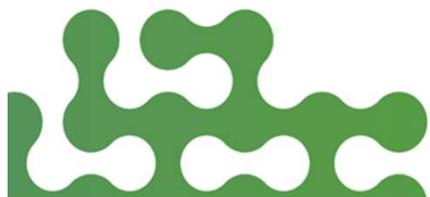
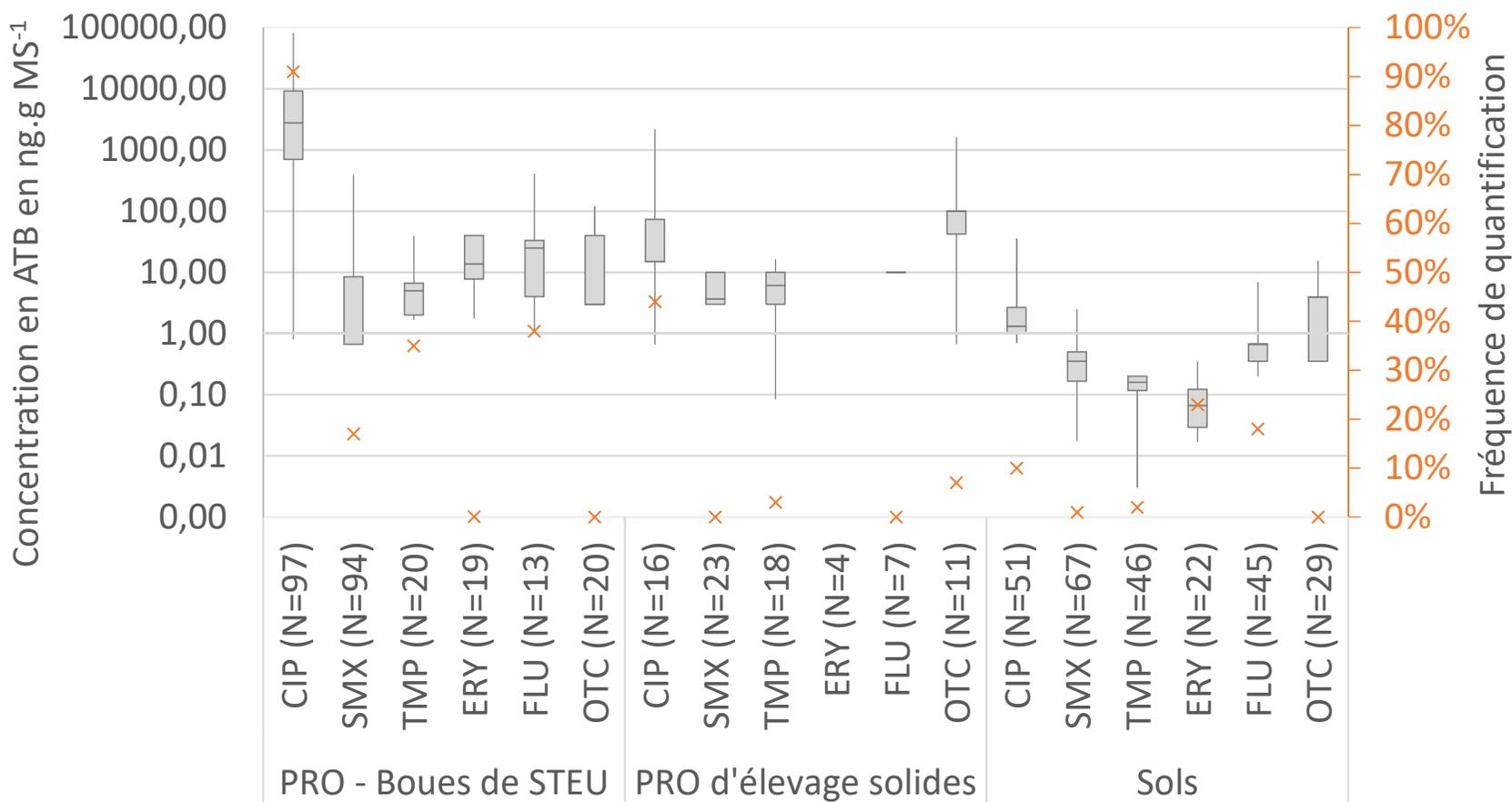
Antibiotiques dans les milieux aquatiques

- Sources = rejets STEU (ponctuels) +/- sols amendés (diffus)



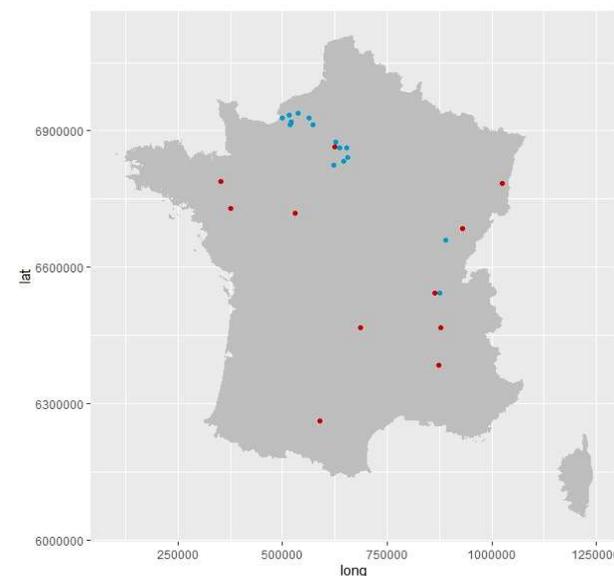
Antibiotiques dans les milieux terrestres

- Seules données : sols agricoles amendés par des PRO



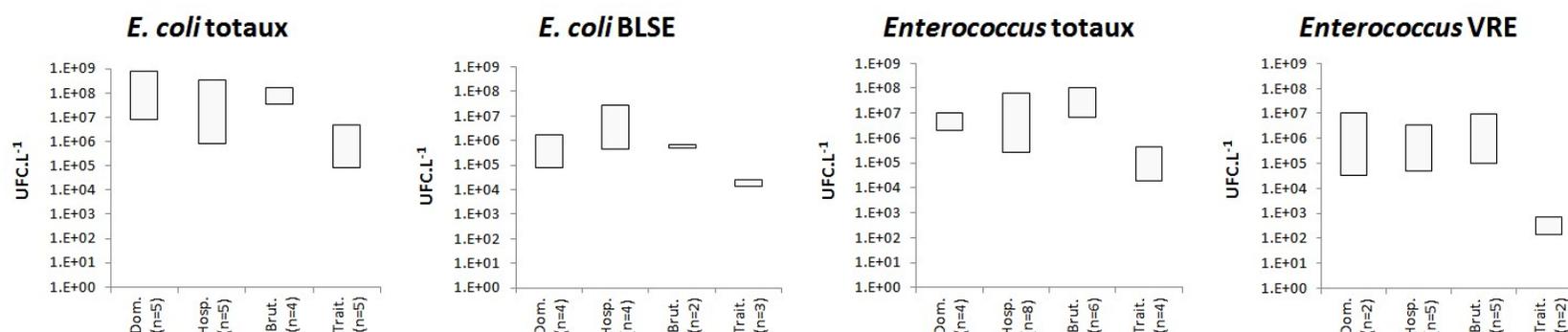
Contamination par les BRA et les GRA

- BRA et GRA contaminent tous les compartiments récepteurs
- Leurs concentrations dépendent
 - Des quantités apportées
 - De la résilience des milieux
- *E. coli* survit mal, *E. coli* résistant plus difficilement encore
- Les GRA sont plus persistants que les BRA



Sources de contamination des BRA et GRA

- Rejets de STEU dans les eaux de surface
 - GRA plus concentrés dans eaux usées hospitalières que domestiques
 - Abattement des GRA et BRA de 1,5-2,5 Log_{10} par les STEU

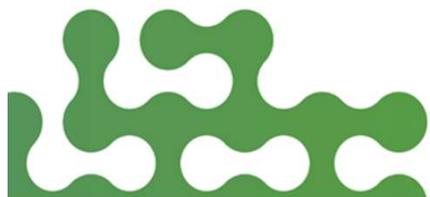


- Épandage de PRO (boues de STEU et PRO d'élevage)
 - BRA et GRA présents dans les PRO traités
 - Persistance BRA et GRA très variable (espèce, gènes, traitement)
- Traitements des eaux usées et PRO
 - Abattent bactéries sensibles ou BRA dans les mêmes proportions
 - Sans les supprimer totalement



BRA et GRA dans les milieux aquatiques

- Sources anthropiques (contamination liée à urbanisation)
- Rejets de STEU
 - Source récurrente de bactéries fécales
 - Débordements via déversoirs d'orage
- Ruissellement à partir des champs amendées par des PRO
- Gradient en BRA et GRA à partir des points d'émission
- *E. coli* résistants défavorisés par rapport aux sensibles
- Résilience du milieu rompue si trop d'apports de BRA et GRA



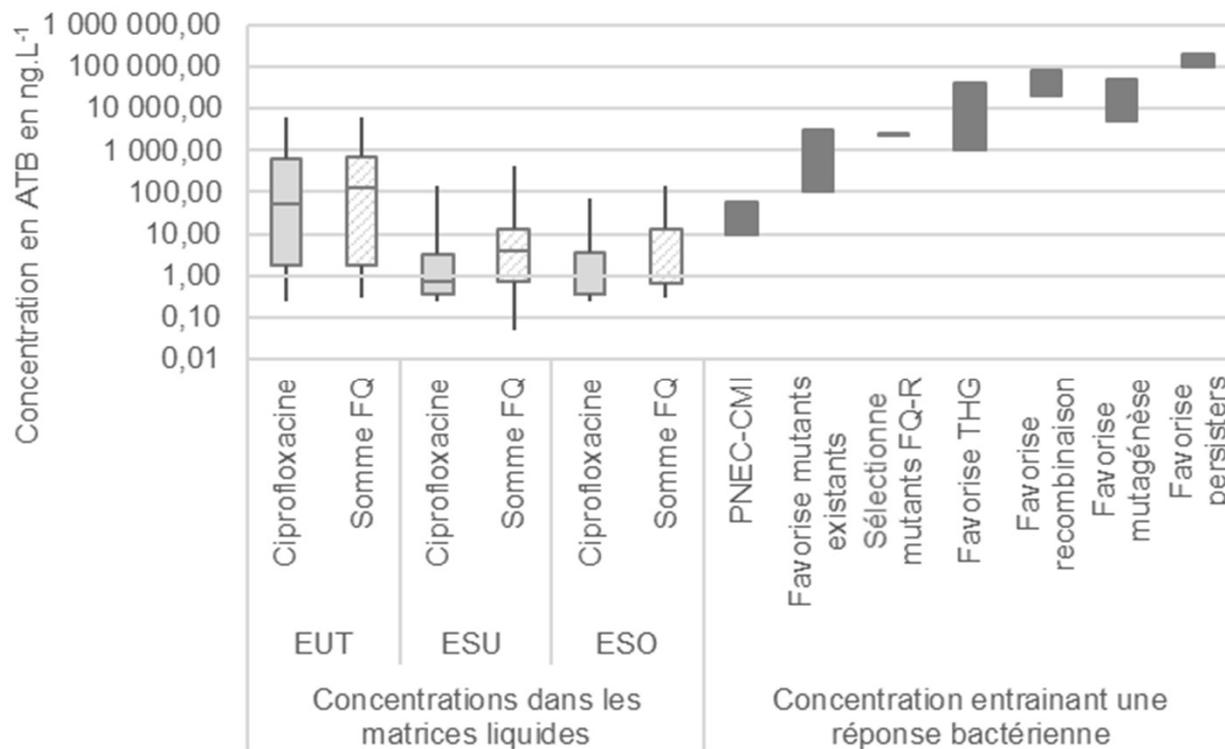
BRA et GRA dans les milieux terrestres

- BRA et GRA présents dans les sols agricoles et forestiers testés
- Epandage fumier ou pâturage bovins → *E. coli* BLSE dans sols agricoles
- Persistance des GRA des sols amendés par des PRO contaminés
 - Possible après l'arrêt des amendements
 - Fonction du climat, de la topologie et nature du sol
 - Fonction de l'épandage (fréquence et caractéristiques des PRO)

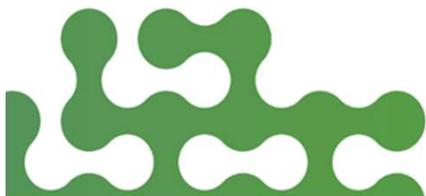


Impact potentiel des ATB

- Comparaison des concentrations impliquant une réponse bactérienne avec celles mesurées dans l'environnement



- Les **fluoroquinolones** et les **macrolides** dans les EUT ou les rivières les plus contaminées pourraient favoriser la dissémination de l'ABR



Exposition des bactéries aux sélecteurs dans l'environnement

- Estimation très complexe
 - Seule une fraction d'un composé parvient au contact des bactéries
 - Importance des microenvironnements (sols, biofilms)
- Exposition à un mélange de sélecteurs (ATB, ETM, biocides)
 - ABR favorisée par multicontamination → co-sélection
 - Mais pas possible d'évaluer l'impact potentiel de leur présence



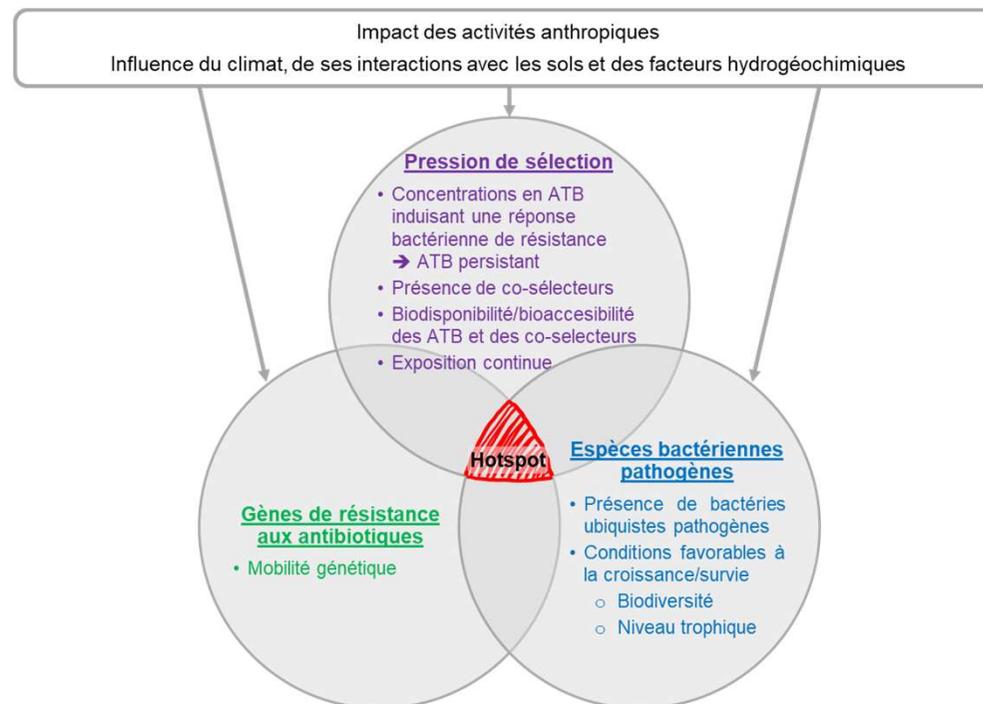
Impact des sélecteurs sur l'ABR

- **La sélection des BRA semble être un mécanisme minoritaire dans la dissémination environnementale de l'ABR**
- Abondance de GRA corrélée à [ATB] et contamination fécale
- Résistance aux ETM ou biocides associées à la présence de GRA
- Possible transmission des GRA d'origine clinique aux espèces environnementales



Emergence de nouvelles BRA porteuses de GRA environnementaux

- Grand répertoire de GRA dans l'environnement
- Activités anthropiques → diversification et dissémination des GRA
- Conditions d'émergence de bactéries pathogènes avec nouveaux GRA



Recommandations - Préambule

- État de la contamination **en France** = contexte occidental
- Jusqu'ici, les milieux aquatiques dissipent les apports anthropiques
- Anticiper les évolutions
 - Réchauffement climatique
 - Développement de l'économie circulaire
 - Rapatriement de l'industrie pharmaceutique ?



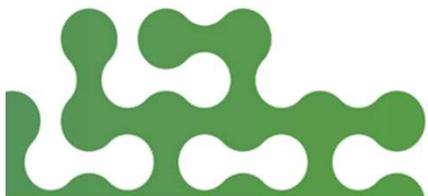
Recommandations pour améliorer le suivi de la contamination environnementale

- Déploiement d'indicateurs
 - ATB → Ciprofloxacine, Macrolides, Sulfamides
 - BRA → *E. coli* résistant aux C3G ou *E. coli* BLSE
 - GRA → *int1* ou *sul1*
- Stratégies de suivi dans l'environnement
 - Les plans d'échantillonnage
 - Suivront la diffusion spatio-temporelle des ATB, BRA et GRA
 - Sur des sites instrumentés et représentatifs du territoire
 - Favoriser la mutualisation et la comparaison des données acquises
 - Réseaux, bancarisation des données, méthodes standardisées



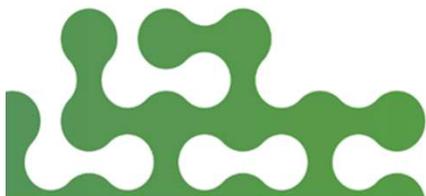
Recommandations pour consolider et approfondir les connaissances actuelles - 1/2

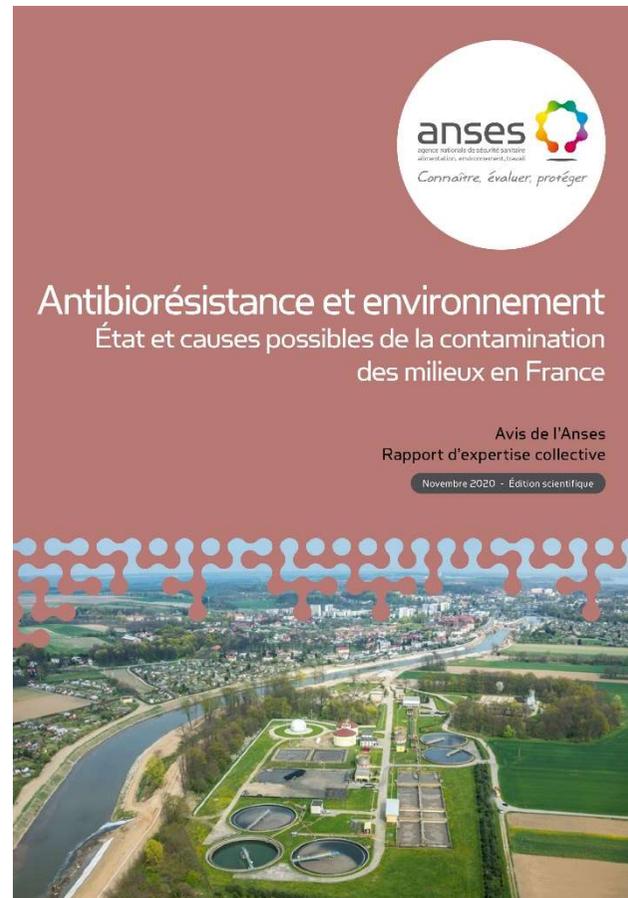
- Besoin pour les ATB
 - Chercher plus de substances
 - Dans plus de matrices
 - Quelle exposition réelle des bactéries ?
- Besoins pour les ATB, BRA et GRA
 - Sources et milieux connus → poursuivre
 - Milieux peu connus (pisciculture, eaux côtières...)
- Technologies d'acquisition et de traitement des données
 - Expression des GRA sous pression anthropique
 - *Big data* et modélisation



Recommandations pour consolider et approfondir les connaissances actuelles - 2/2

- Paramètres favorisant la dissémination de l'ABR
 - Quelles concentrations sub-inhibitrices d'ATB ?
 - Quels mécanismes et quelles conditions ?
 - Etudes d'espèces bactériennes sentinelles
- Evaluer les capacités maximales de résilience des écosystèmes contaminés en continu





Merci de votre attention



WEBINAIRE - 18 NOVEMBRE 2020

