



Sciences Économiques et Sociales de la Santé
& Traitement de l'Information Médicale

Stanislas REBAUDET & Raquel UREÑA

Médecin Chercheur Hôpital Européen Marseille / Enseignant Chercheur AMU
Équipe QuanTIM - UMR1252 - SESSTIM

AnTiBioStat:

prédire l'antibiorésistance à partir des antibiogrammes historiques
et l'apprentissage machine à l'hôpital

octobre 2022

[Cliquez ici pour voir l'intégralité des ressources associées à ce document](#)



AnTiBioStat: prédire l'antibiorésistance à partir des antibiogrammes historiques et l'apprentissage machine à l'hôpital

Raquel UREÑA PÉREZ

MCU – Aix-Marseille Univ

Stanislas REBAUDET

Infectiologue à l'Hôpital Européen Marseille

ISSPAM – UMR SESSTIM – équipe QuantIM

Séminaire du SESSTIM

14/10/2022

L'enjeu de l'antibiorésistance



Le processus d'identification au laboratoire de bactériologie



Stade 1 : le prélèvement (ex. urines)

0-1 jour

(Stade 2 : l'examen direct) (ex. Bacille à Gram négatif)

0-5 jours

Stade 3 : la culture (ex. Entérobactérie)

0-1 jour

Stade 4 : l'identification d'espèce (ex. *Escherichia coli*)

1-2 jours

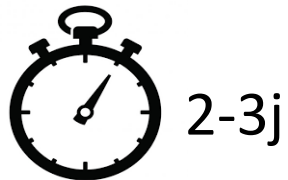
Stade 5 : l'antibiogramme (ex. Résistant à la Ceftriaxone)





Difficulté des antibiothérapies probabilistes


En attendant
l'antibiogramme:


	Unité	Normalités	22/11 06:00	22/11 06:00	22/11 06:00
STA - Germe teste :					Staphylococcus aureus
Penicilline G					Resistant
CMI :					>0.250
Oxacilline					SENSIBLE
CMI :					<= 0.250
Gentamicine					SENSIBLE
CMI :					<= 0.500
Tobramycine					SENSIBLE
CMI :					<= 1
Kanamycine					SENSIBLE
CMI :					<= 4
Erythromycine					SENSIBLE
CMI :					0.500
Lincomycine					SENSIBLE
CMI :					<= 1
Pristinamycine					SENSIBLE
CMI :					<= 0.500
Tétracycline					Resistant
CMI :					>8
Ofloxacine					SENSIBLE FORTE POSOLOGIE
CMI :					<= 0.500
Linezolid					SENSIBLE
CMI :					2
Acide fusidique					SENSIBLE
CMI :					<= 0.500
Rifampicine					SENSIBLE



On parie avec ça:



 Disponible en ligne sur
www.sciencedirect.com


 Elsevier Masson France
www.em-consulte.com



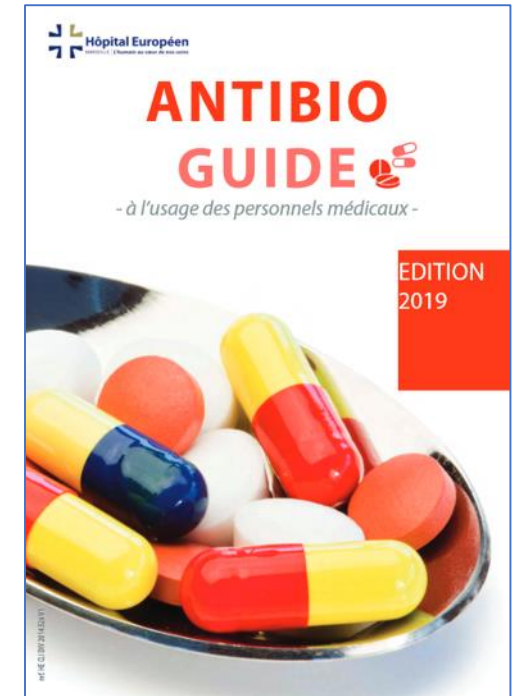
Médecine et maladies infectieuses 48 (2018) 327-358

Recommandations

Practice guidelines for the management of adult community-acquired urinary tract infections

Recommandations pour la prise en charge des infections urinaires communautaires de l'adulte

F. Caron^a, T. Galperine^b, C. Flateau^c, R. Azria^d, S. Bonacorsi^e, F. Bruyère^f, G. Cariou^g, E. Clouqueur^h, R. Cohenⁱ, T. Doco-Lecompte^j, E. Elefant^k, K. Faure^l, R. Gauzit^m, G. Gavazziⁿ, L. Lemaître^o, J. Raymond^p, E. Senneville^q, A. Sotto^r, D. Subtil^s, C. Trivalle^t, A. Merens^u, M. Etienne^{h,*}



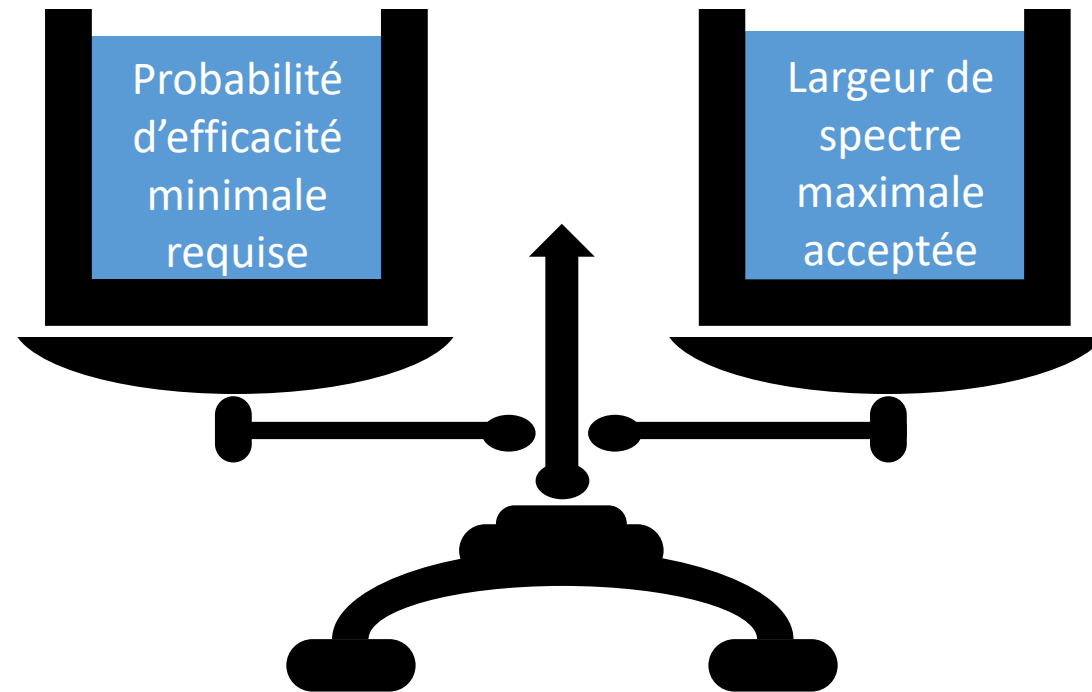
Conseil Res Rapport standard pour un établissement identifié Date d'édition : 09/07/2021

Escherichia coli Résistance aux antibiotiques (%)

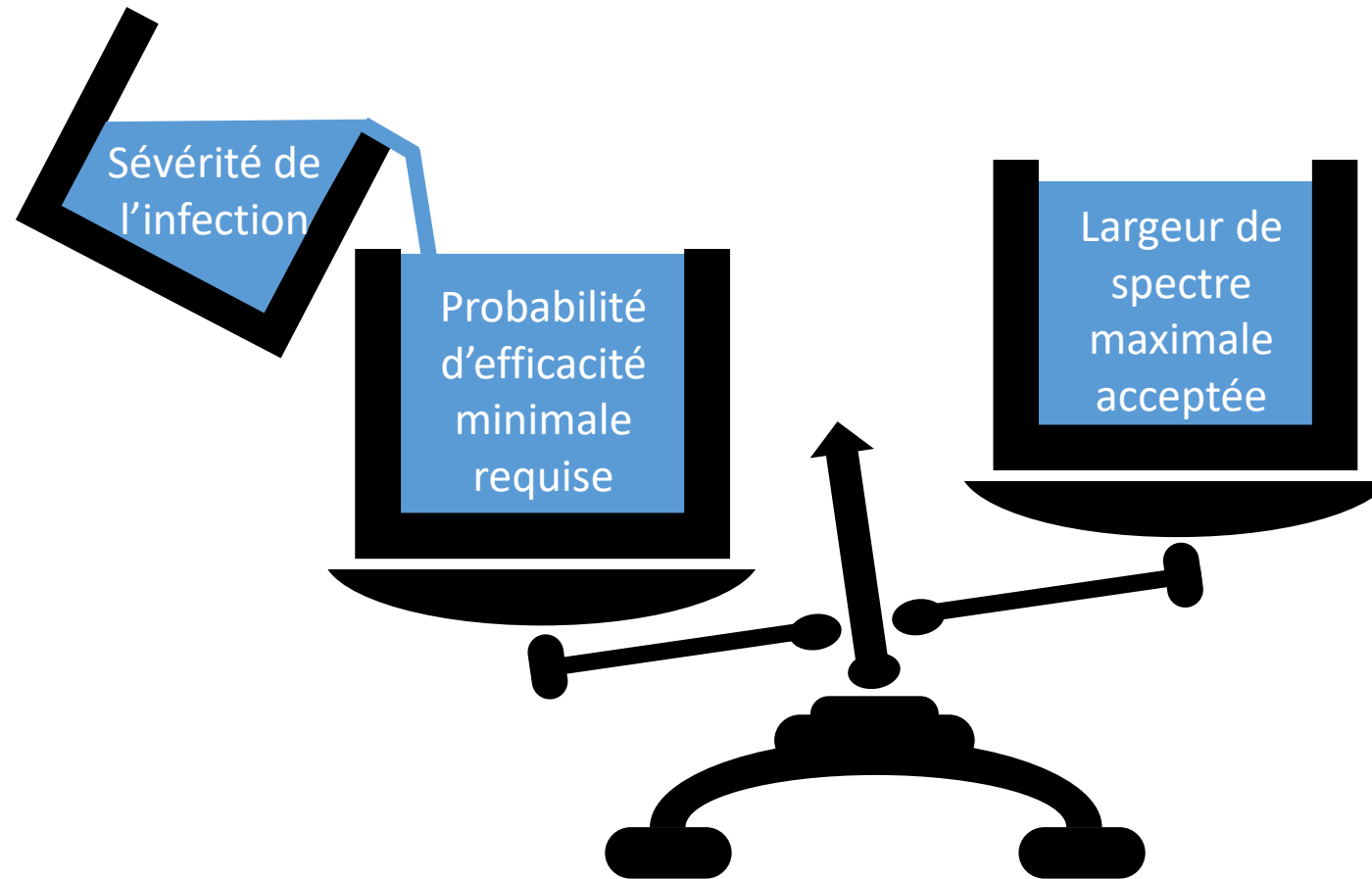
Si le nombre de souches testées est supérieur à 10, les résultats sont exprimés en % (V/W), dans le cas contraire en (V/W).

Molécule	2020 - T4	2021 - T1	Variation (%)
Amoxicilline - acide clavulanique	(44 / 108) = 40.74 %	(35 / 120) = 29.17 %	-26.40 %
Pipéracilline - tazobactam	(18 / 108) = 16.98 %	(18 / 118) = 15.25 %	-10.19 %
Céfotaxime	(7 / 48) = 14.58 %	(2 / 55) = 3.64 %	-75.03 %
Ceftriaxone	(12 / 75) = 16.00 %	(5 / 86) = 5.81 %	-63.69 %
Ceftazidime	(14 / 108) = 12.96 %	(5 / 120) = 4.17 %	-67.82 %
Céfépime	(5 / 15) = 33.33 %	(2 / 21) = 9.52 %	-71.44 %
Impénème	(0 / 48) = 0.00 %	(0 / 55) = 0.00 %	-
Ertapénème	(0 / 107) = 0.00 %	(0 / 120) = 0.00 %	-
Gentamicine	(4 / 108) = 3.70 %	(6 / 120) = 5.00 %	35.14 %
Amikacine	(3 / 108) = 2.78 %	(2 / 120) = 1.67 %	-39.93 %
Acide nalidixique	(28 / 108) = 25.93 %	(18 / 120) = 15.00 %	-42.15 %
Ciprofloxacine	(10 / 48) = 20.83 %	(8 / 55) = 14.55 %	-30.15 %
Ofloxacine/Levofloxacine	(28 / 108) = 25.93 %	(18 / 120) = 15.00 %	-42.15 %
Sulfaméthoxazole - triméthoprime	(28 / 108) = 24.07 %	(28 / 120) = 23.33 %	-3.07 %
Nitrofurantoïne	-	-	-
Fosfomycine	(2 / 60) = 3.33 %	(1 / 65) = 1.54 %	-53.75 %

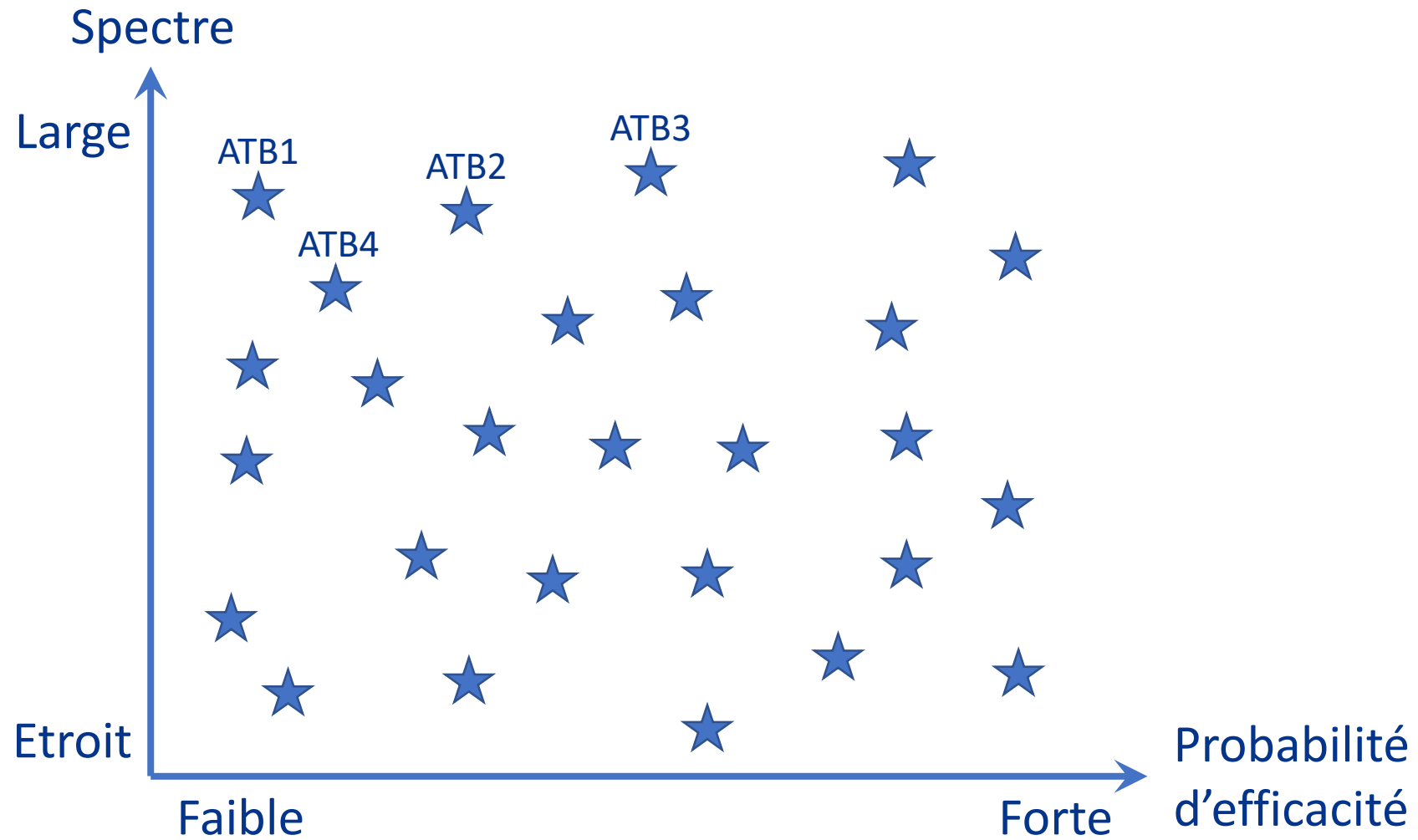
Difficulté des antibiothérapies probabilistes



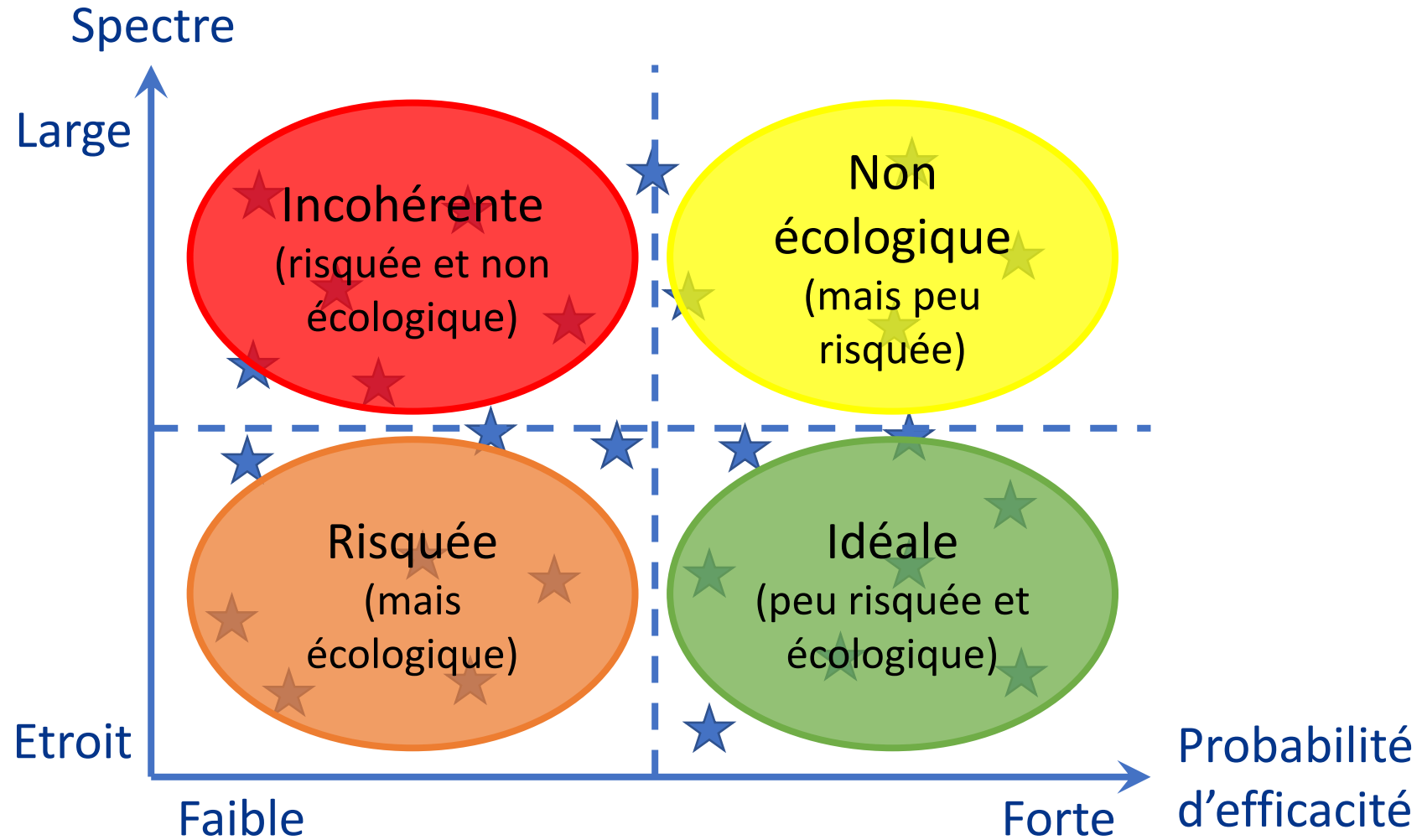
Difficulté des antibiothérapies probabilistes



Difficulté des antibiothérapies probabilistes



Difficulté des antibiothérapies probabilistes



📌 Outils informatiques d'aide à la prescription existants

- Guides électroniques

ePOPI

< Infection urinaire de l'adulte

Prostatite et infection urinaire masculine
validé le vendredi 26 octobre 2018

Pathogène

Peu de données épidémiologiques spécifiques chez l'homme :

- prédominance d'*Escherichia coli* (75 - 80 %), mais diversité épidémiologique et antibiorésistance accrues par rapport aux autres infections urinaires communautaires, notamment pour les fluoroquinolones

Clinique

Diversités des tableaux cliniques, de formes paucisymptomatiques sans fièvre, à la pyélonéphrite, la prostatite, et à l'urosepsis.

Forme typique avec atteinte prostatique manifeste :

- signes fonctionnels urinaires : brûlures mictionnelles, impériosité, pollakiurie, dysurie,

Johns Hopkins HIV Guide

Giardia lamblia

TREATMENT

Metronidazole

- 250 mg thrice daily x 5-7 d (not FDA approved, but clinical standard with widespread experience).[2]
 - When taken with alcohol, can produce disulfiram-like effect.
- In pregnancy, no standard recommendations because of theoretical risk of [metronidazole](#)-induced teratogenicity (not yet observed).
 - Has been used in pregnancy for [trichomoniasis](#); teratogenic potential appears minimal, use restricted to last 2 trimesters.
- Clinical resistance has been seen with [metronidazole](#). [8]
- Refractory cases: use in combination with [albendazole](#) or quinacrine or [paromomycin](#) has been reported effective.[11]

Tinidazole

- 2 g PO as single dose.
- FDA approved 2004.

APPLIBIOTIC

INFECTIONS

Pneumopathie Aiguë Communautaire Non Grave, ambulatoire

GERMES

Privilégier le traitement efficace sur *Streptococcus pneumoniae*

ANTIBIOTHÉRAPIE

1ère INTENTION :

Sujet présumé sain :

Amoxicilline 1 g x 3 / 24h

Sujet âgé ou avec co-morbidités : amoxicilline/acide clavulanique

1 g x 3 / 24h

ÉCHEC À 48 H :

Spiramycine : 3 MUI x 3 / 24h

ou **Lévofloxacine** : 500 mg x 2 / 24h

ou Hospitalisation

Journal of Antimicrobial Chemotherapy

J Antimicrob Chemother 2014; **69**: 2857–2863
doi:10.1093/jac/dku191 Advance Access publication 4 June 2014

Impact of a computerized decision support system on compliance with guidelines on antibiotics prescribed for urinary tract infections in emergency departments: a multicentre prospective before-and-after controlled interventional study

Elisa Demonchy^{1,2}, Jean-Charles Dufour^{3,4}, Jean Gaudart^{3,4}, Emmanuel Cervetti⁵, Pierre Michelet⁶, Nicolas Poussard⁷, Jacques Levraut^{1,8} and Céline Pulcini^{1,2,4*}

↳ Outils informatiques d'aide à la prescription existants

- Logiciels générateurs d'alertes

378

MCGREGOR ET AL., A System to Optimize Antimicrobial Use

Research Paper ■

Impact of a Computerized Clinical Decision Support System on Reducing Inappropriate Antimicrobial Use: A Randomized Controlled Trial

JESSINA C. MCGREGOR, PhD, ELIZABETH WEEKES, PHARM D, GRAEME N. FORREST, MBBS,
HAROLD C. STANDIFORD, MD, ELI N. PERENCEVICH, MD, MS, JON P. FURUNO, PhD,
ANTHONY D. HARRIS, MD, MPH

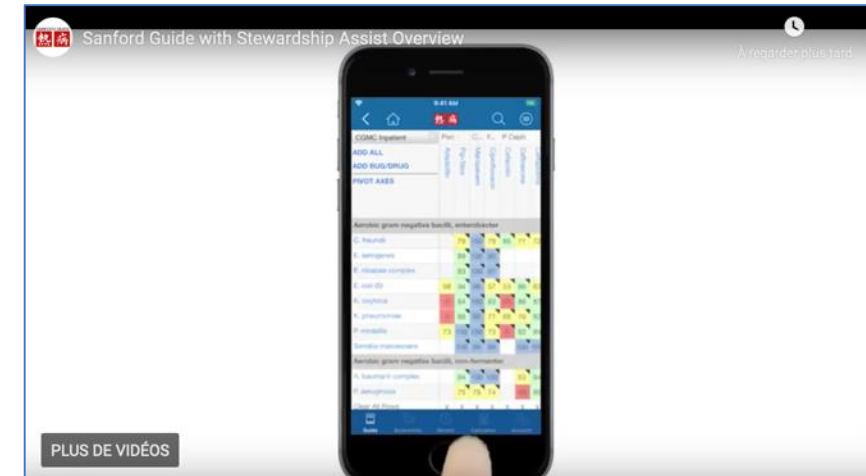
■ J Am Med Inform Assoc. 2006;13:378-384. DOI 10.1197/jamia.M2049.

↳ Outils informatiques d'aide à la prescription existants

- Générateurs d'antibiogrammes probabilistes



GERH®



Sanford Guide with Stewardship Assist™

antibiotics MDPI

Article
Effectiveness of Electronic Guidelines (GERH®) to Improve the Clinical Use of Antibiotics in an Intensive Care Unit

Paola Navarro-Gómez ^{1,2}, Jose Gutierrez-Fernandez ^{2,4}, Manuel Angel Rodriguez-Maresca ¹, Maria Carmen Olvera-Porcel ³ and Antonio Sorlozano-Puerto ²

¹ Laboratory Clinical Management Unit, Torrecardenas Hospital Complex, 04009 Almeria, Spain; paola.ng24@gmail.com (P.N.-G.); manuel.rodriguez.maresca.spa@juntadeandalucia.es (M.A.R.-M.)
² Department of Microbiology, School of Medicine and PhD Program in Clinical Medicine and Public Health, University of Granada-ibs, 18016 Granada, Spain; asp@ugres
³ Andalusian Public Foundation for biomedical research in eastern Andalusia, Alejandro Otero-FIBAO, Torrecardenas Hospital Complex, 04009 Almeria, Spain; molvera@fibao.es
⁴ Correspondence: josegf@ugres

Received: 3 July 2020; Accepted: 14 August 2020; Published: 15 August 2020

check for updates

Therapeutic Advances in Infectious Disease Review

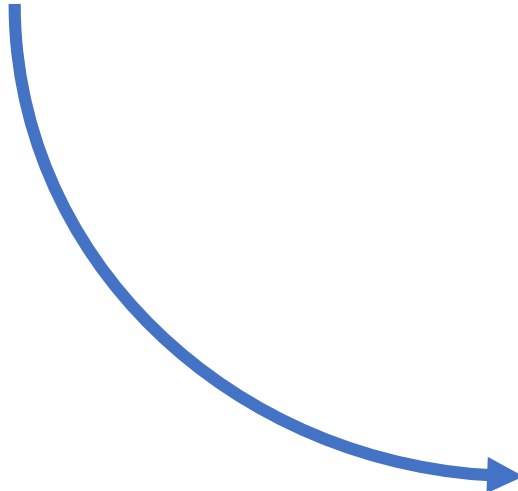
Antimicrobial stewardship and antibiograms: importance of moving beyond traditional antibiograms

Kenneth P. Klinker, Levita K. Hidayat, C. Andrew DeRyke, Daryl D. DePestel, Mary Motyl and Karri A. Bauer

Ther Adv Infectious Dis
 2021, Vol. 8: 1–9
 DOI: 10.1177/
 20499361211011373
 © The Author(s), 2021.
 Article reuse guidelines:
 sagepub.com/journals-
 permissions

Objectifs : appli de prédiction de la résistance au lit du malade

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1	ID	IPP	Service	Date	Prelevement	Germe	BMR_HAP	OX	AM2	AM	AMX	AMC	PIP	TZP	TIC	TCC	CF	FOX	CTX	CRO	CAZ	FEP	ATM	ERM	IPM	MEM	K
2	1	HE6083	HEM unité ho	01/01/2014	HEMOC	FUSOBACTER					S	S	S	S	S	S										S	
3	2	HE7832	HEM H4U3	01/01/2014	CATHETER	E.CLOACAE				R		R		R	R	R	R	R	R		R	I		I	S		
4	3	HE8010	HEM Réanima	01/01/2014	ASP.BRONCH	S.PNEUMONI		S			S								S	S							
5	4	HE8011	HEM Réanima	01/01/2014	ASP.BRONCH	K.OXYTOCA				R		S		S	R	S	S	S	S		S			S	S		
6	5	HE8011	HEM Réanima	01/01/2014	ASP.BRONCH	P.VULGARIS				R		I		S	S	S	R	S	S		S			S	S		
7	6	HE8013	HEM unité ho	01/01/2014	URINE	S.ANGINOSU		S			S								S								
8	7	HE5305	HEM Réanima	02/01/2014	RECTAL	E.COLI				R		R		R	R	R	R	R	I		R	S		S	S		



Prelevement
Urines

Direct
Tout

Culture
Tout

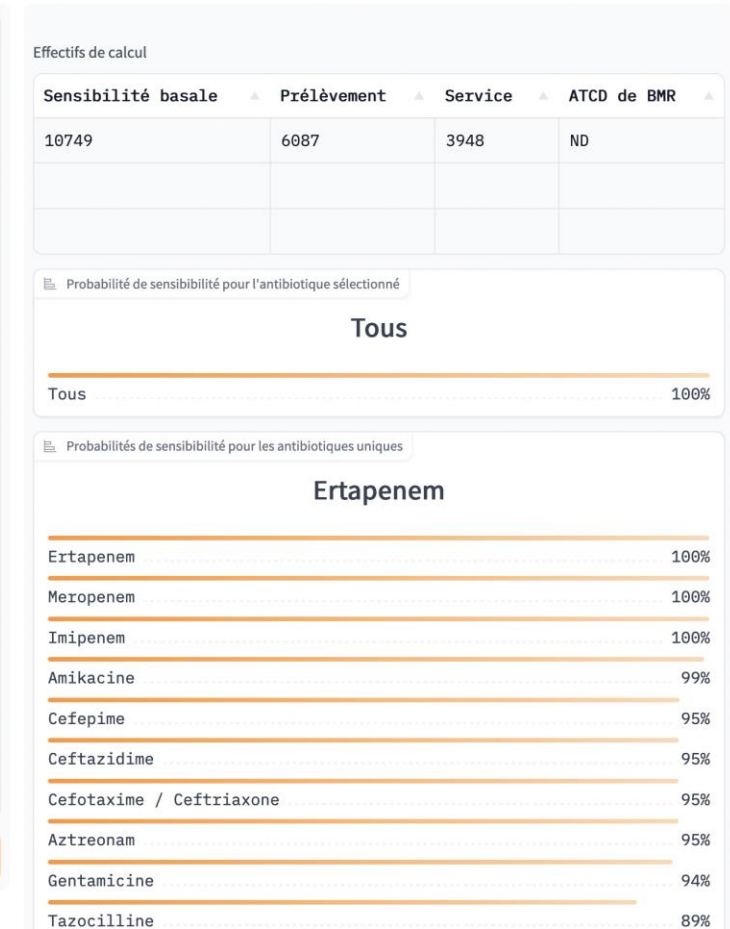
Especie
Escherichia coli

Service
SAU

BMR_ATCD
Inconnu

Antibiotique
Tous

Modele
Bayesien



Préparation des données d'antibiogrammes

1. Liste des antibiogrammes (ATBg) de l'Hôpital Européen

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1	ID	IPP	Service	Date	Preleveme	Germe	BMR_HAP	OX	AM2	AM	AMX	AMC	PIP	TZP	TIC	TCC	CF	FOX	CTX	CRO	CAZ	FEP	ATM	ERM	IPM	MEM	K
2	1	HE6083	HEM unité ho	01/01/2014	HEMOC	FUSOBACTER					S	S	S	S	S	S										S	
3	2	HE7832	HEM H4U3	01/01/2014	CATHETER	E.CLOACAE				R		R		R	R	R	R	R	R		R	I			I	S	
4	3	HE8010	HEM Réanima	01/01/2014	ASP.BRONCH	S.PNEUMONI		S			S								S	S							
5	4	HE8011	HEM Réanima	01/01/2014	ASP.BRONCH	K.OXYTOCA				R		S		S	R	S	S	S	S		S			S	S		
6	5	HE8011	HEM Réanima	01/01/2014	ASP.BRONCH	P.VULGARIS				R		I		S	S	S	R	S	S		S			S	S		
7	6	HE8013	HEM unité ho	01/01/2014	URINE	S.ANGINOSU		S			S								S								
8	7	HE5305	HEM Réanima	02/01/2014	RECTAL	E.COLI				R		R		R	R	R	R	R	I		R	S		S	S		
9	8	HE5305	HEM Réanima	02/01/2014	RECTAL	K.PNEUMONI	BLSE			R		R		R	R	R	R	S	R		R			S	S		
10	9	HE6570	HEM unité ho	02/01/2014	URINE	E.COLI				R		I		S	R		I	S		S	S			S			
11	10	HE7103	HEM niveau 2	02/01/2014	SUP	S.EPIDERMI																					S
12	11	HE7127	HEM unité ho	02/01/2014	URINE	S.EPIDERMI		S																			S
13	12	HE7168	HEM unité ho	02/01/2014	SUP	PYO							S	S	S	S					S	S	S		S	S	
14	13	HE7851	HEM Réanima	02/01/2014	ASP.BRONCH	S.AUREUS		S																			S
15	14	HE7851	HEM Réanima	02/01/2014	HEMOC	S.CAPITIS		R																			R
16	15	HE7851	HEM Réanima	02/01/2014	CATHETER	A.URSINGII							S	S	S	S					S	S	I		S	S	
17	16	HE7851	HEM Réanima	02/01/2014	CATHETER	S.EPIDERMI		R																			R
18	17	HE7885	HEM niveau 2	02/01/2014	URINE	K.PNEUMONI				R		S		S	R		S	S		S	S			S			
19	18	HE10485	HEM niveau 2	03/01/2014	NASAL	S.AUREUS		S																			S
20	19	HE10600	HEM niveau 2	03/01/2014	SUP	S.AUREUS		S																			S
21	20	HE10600	HEM niveau 2	03/01/2014	SUP	E.FAECALIS				S	S																
22	21	HE6037	HEM Réanima	03/01/2014	ASP.BRONCH	S.MALTOPHI							R	R	R	I					R	R	R		R	R	
23	22	HE6037	HEM Réanima	03/01/2014	ASP.BRONCH	E.AEROGENE				R		R		R	R	R	R	R	R		R			S	S		
24	23	HE6387	HEM niveau 4	03/01/2014	URINE	S.EPIDERMI		R																			S
25	24	HE6821	HEM unité ho	03/01/2014	URINE	S.SAPROPHY		S																			S
26	25	HE6912	HEM unité ho	03/01/2014	URINE	E.FAECALIS				S	S																
27	26	HE8004	HEM unité ho	03/01/2014	URINE	S.AGALACTI				S	S																
28	27	HE8016	HEM unité ho	03/01/2014	SUP	A.RADINGAE					S	S	S	S	S	S									S		

Préparation des données d'antibiogrammes

1. Liste des antibiogrammes (ATBg) de l'Hôpital Européen
2. Interprétation des ATBg

```
#Amoxicilline : si S à l'une des Peni A , R dans certains espèces
ATBg2["Amoxicilline"] = ATBg2.apply(lambda x: "R" if ("hermannii" in x["Espece"] or "Raoultella" in x["Espece"] or "Aeromo
#Augmentin : si S à l'Amoxicilline ou à l'Oxacilline (pour Staph) ou à l'Augmentin
ATBg2["Augmentin"] = ATBg2.apply(lambda x: "R" if ("Aeromonas" in x["Espece"] or "Acinetobacter" in x["Espece"] or "Burkho
#Oxacilline / Cefazoline : si S à oxacilline pour Staph
ATBg2["Oxacilline / Cefazoline"] = ATBg2.apply(lambda x: "R" if ("Bacille Gram Neg" in x["Culture"] or "Enterococcus" in x
#Tazocilline : si S oxacilline (pour Staph) ou à l'une des pénicillines ("AM2" "AM" "AMX" "AMC" "PIP" "TZP")
ATBg2["Tazocilline"] = ATBg2.apply(lambda x: "R" if ("Burkholderia" in x["Espece"] or "Ochrobactrum" in x["Espece"] or "Ste

#Cefotaxime / Ceftriaxone : si S C3G ou amox (pour Strepto) ou oxacilline (pour Staph) et pas enterocoque ou listeria ou a
ATBg2["Cefotaxime / Ceftriaxone"] = ATBg2.apply(lambda x: "R" if ("Enterococcus" in x["Espece"] or "Listeria" in x["Espece]
#Ceftazidime : idem + ceftazidime. Attention marche pas sur les staph, Strepto. interprété comme R pour les non fermentant
ATBg2["Ceftazidime"] = ATBg2.apply(lambda x: "R" if ("Gram Pos" in x["Direct"] or "Listeria" in x["Espece"] or "Elizabethki
#Cefepime : R sur certaines espèces, chez BLSE, sinon, S si cefepime S ou si enterobactérie S à CTX ET CAZ !
ATBg2["Cefepime"] = ATBg2.apply(lambda x: "R" if (x["FEP"]=="R" or "Listeria" in x["Espece"] or "Elizabethkingia" in x["Es

#Aztreonam : S si ATM-S mais R pour tous les Gram+, les non-fermentants et les anaérobies. Sinon, S si amox Augmentin, C3G
ATBg2["Aztreonam"] = ATBg2.apply(lambda x: "S" if (x["ATM"]=="S" or "Fusobacterium" in x["Espece"] or "Campylobacter ureol
#Imipenem : si S amoxicilline ou oxacilline (pour Staph) ou l'un des carbapenemabs ###Neisseria ?
ATBg2["Imipenem"] = ATBg2.apply(lambda x: "S" if (x["ERM"]=="S" or x["IPM"]=="S" or x["Oxacilline / Cefazoline"]=="S" or x
#Meropenem: si S amoxicilline ou oxacilline (pour Staph) ou l'un des carbapenemabs ###Neisseria ?
ATBg2["Meropenem"] = ATBg2.apply(lambda x: "S" if (x["ERM"]=="S" or x["MEM"]=="S" or x["Oxacilline / Cefazoline"]=="S" or
#Ertapenem : idem sauf si non S à Ertapenem ou enterocoque ou Pseudomonas
ATBg2["Ertapenem"] = ATBg2.apply(lambda x: "S" if x["ERM"]=="S" else ("R" if x["ERM"]=="R" or "Enterococcus" in x["Espece]

#Amikacine : si S à l'un des aminosides. Résistance de bas niveau chez Strepto et Enterocoques sauf si Blactamine ou Vanco
ATBg2["Amikacine"] = ATBg2.apply(lambda x: "R" if (x["AN"]=="R" or "Anaerobie" in x["Culture"] or "Burkholderia" in x["Esp
#Gentamicine : si S à l'un des aminosides. Résistance de bas niveau chez Strepto et Enterocoques sauf si Blactamine ou Van
ATBg2["Gentamicine"] = ATBg2.apply(lambda x: "R" if (x["GM"]=="R" or x["GEN"]=="R" or "Anaerobie" in x["Culture"] or "Burk
```



↳ Préparation des données d'antibiogrammes

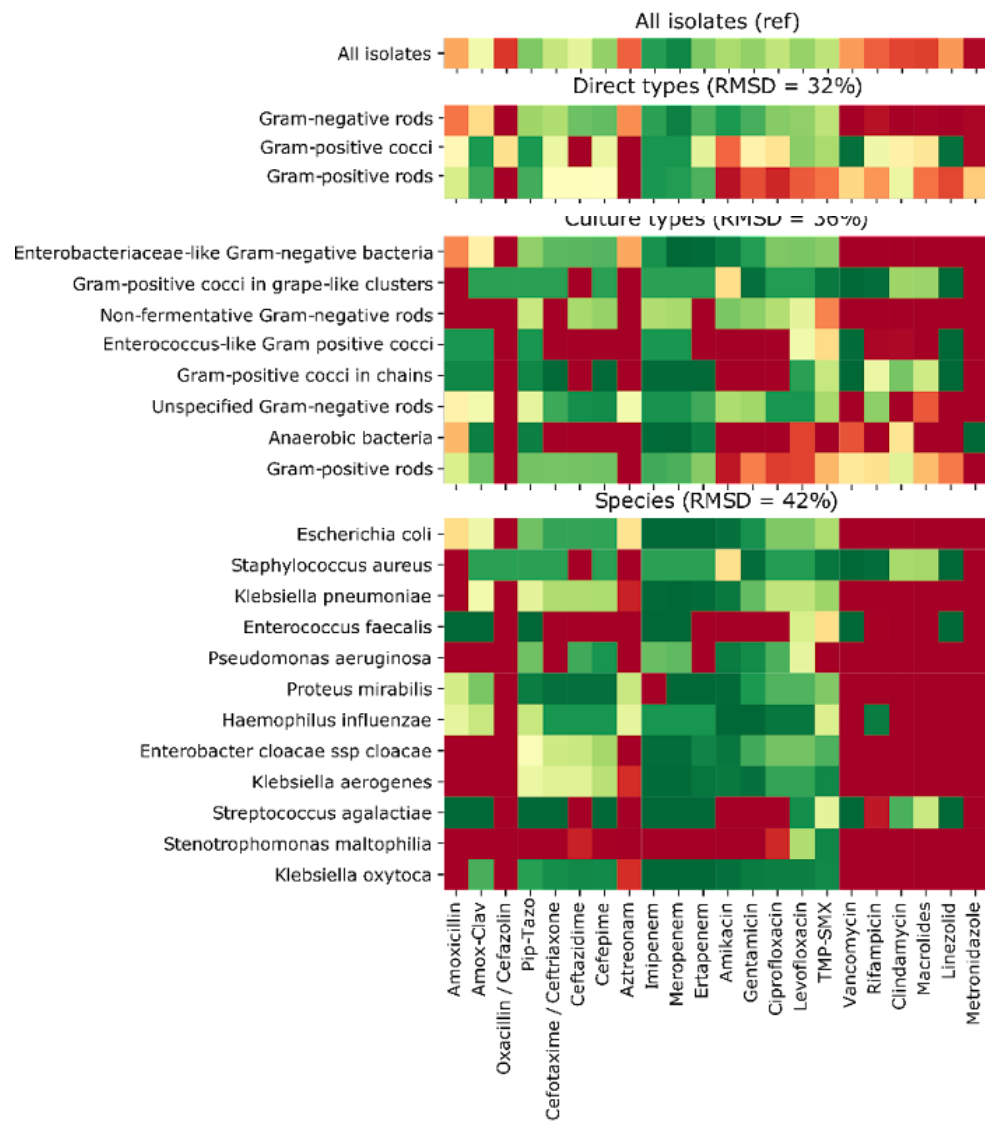
1. Liste des antibiogrammes (ATBg) de l'Hôpital Européen
2. Interprétation des ATBg
3. Caractérisation des ATBg

↳ Préparation des données d'antibiogrammes

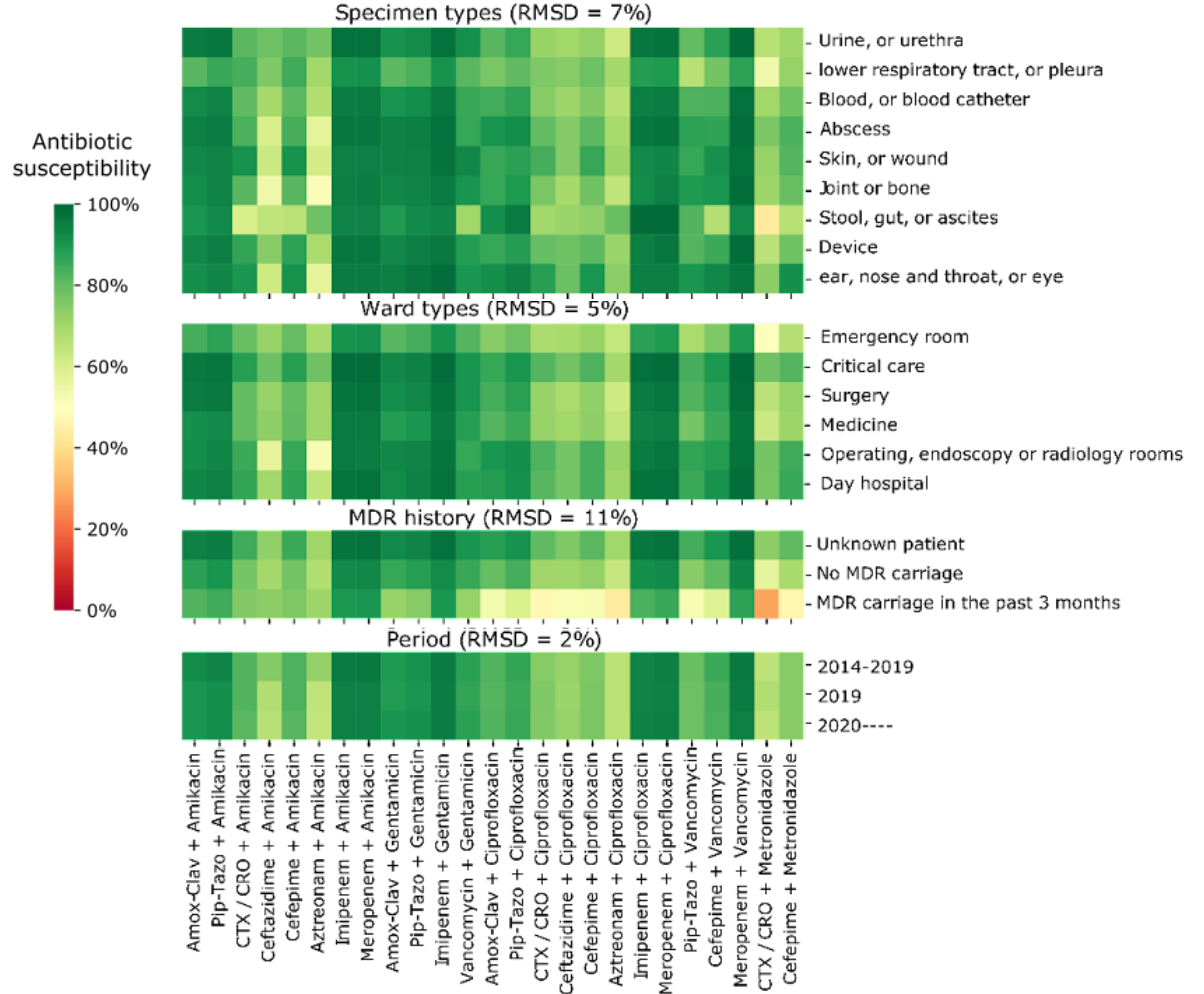
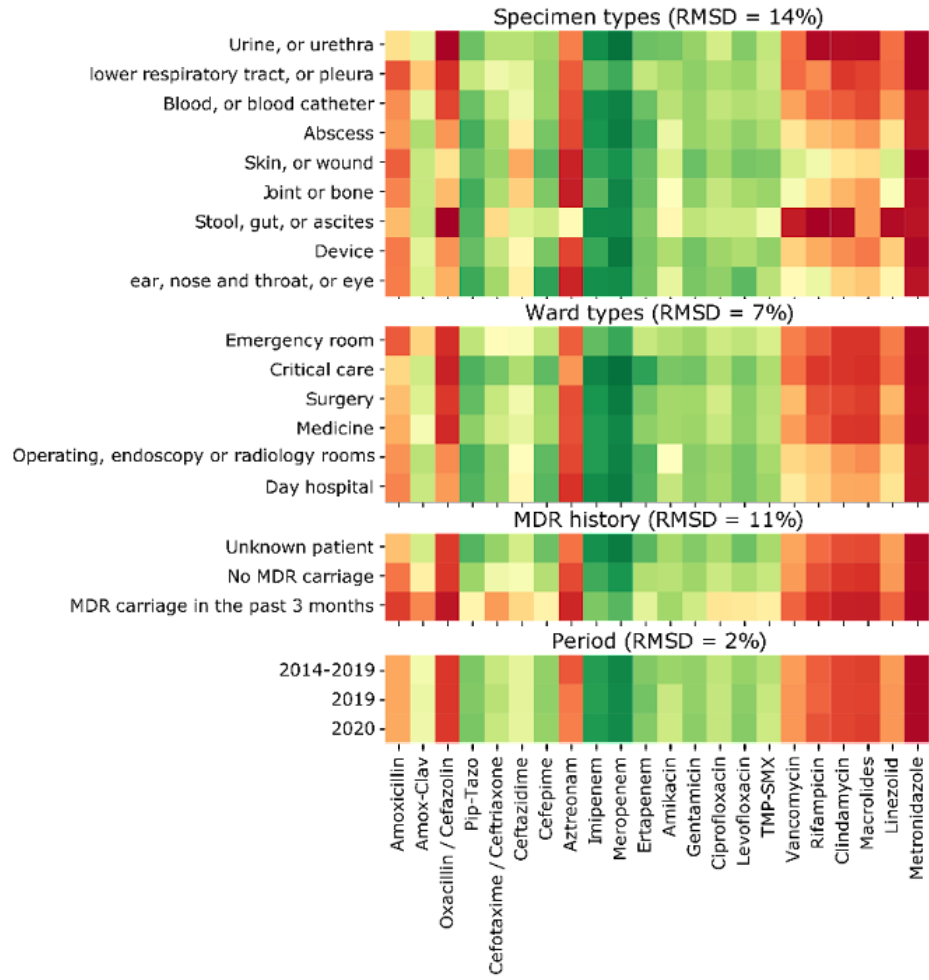
1. Liste des antibiogrammes (ATBg) de l'Hôpital Européen
2. Interprétation des ATBg
3. Caractérisation des ATBg
4. Nettoyage de la base

44 026 → 20 995 ATBg chez 13 166 patients entre 2014 et 2020

Description des antibiogrammes moyens



Description des antibiogrammes moyens



5. Division en base d'apprentissage, base test et base de validation

↳ Développement des algorithmes de prédiction de la sensibilité

5. Division en base d'apprentissage et base test

6. Algorithmes de prédiction de la sensibilité

- Pour 4 stades du processus d'identification au laboratoire :

1. *Prélèvement* (urines, respiratoire, sang, etc...)
2. *Direct* (examen au Gram)
3. *Culture* (caractères cultureux)
4. *Espèce*

5. Division en base d'apprentissage et base test

6. Algorithmes de prédiction de la sensibilité

- Algorithmes fréquentiels (FRQ)
- Algorithmes Bayésiens (BAY)
- Régression logistique (LR)
- Boosting
 - AdaBoost (ADA)
 - Gradient Boosting (GBS)
 - Extreme Gradient Boosting (XGB)
- Bagging (BAG)
- Random Forest (RF)
- Neural Network (NN)

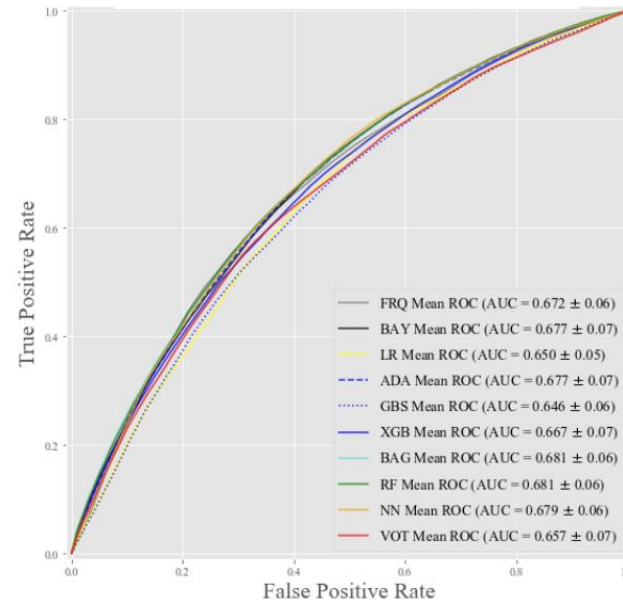
↳ Développement des algorithmes de prédiction de la sensibilité

5. Division en base d'apprentissage et base test
6. Algorithmes de prédiction de la sensibilité
7. Comparaison et sélection des algorithmes
 - AUC ROC moyenne
 - AUC ROC moyenne pour les situations rares (5^e percentile)
 - taux d'échec de prédiction

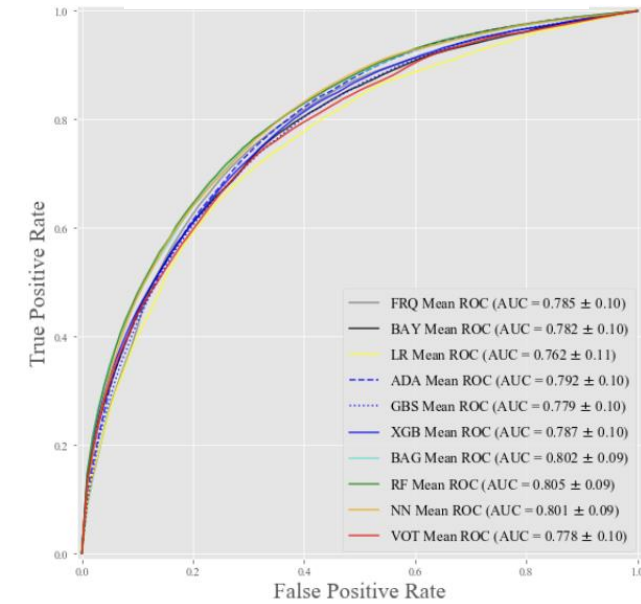
Comparaison des algorithmes

- Prédiction de la totalité des prélèvements de 2020

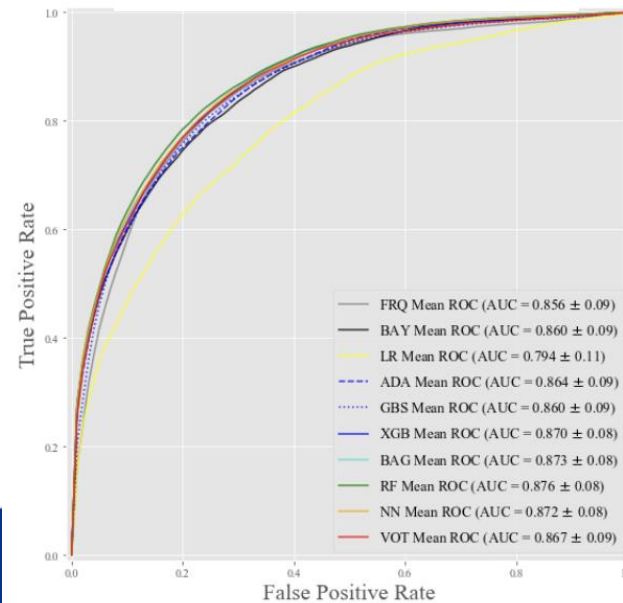
Stade 1 : échantillon



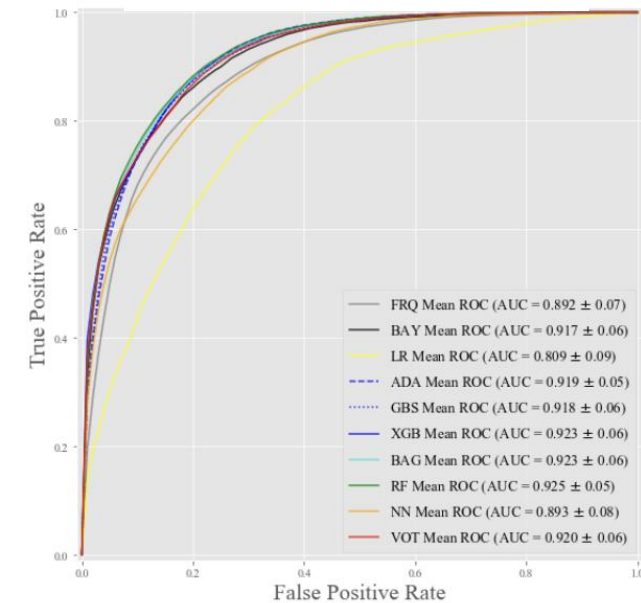
Stade 2 : direct



Stade 3 : culture

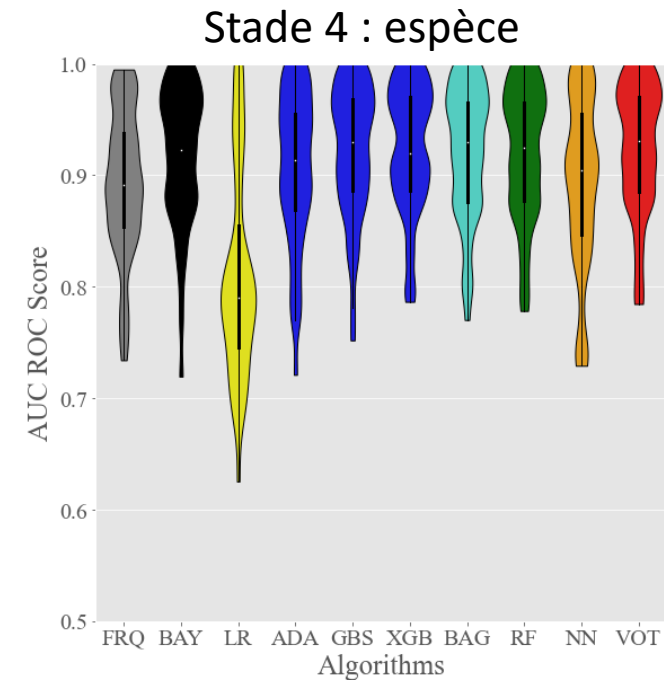
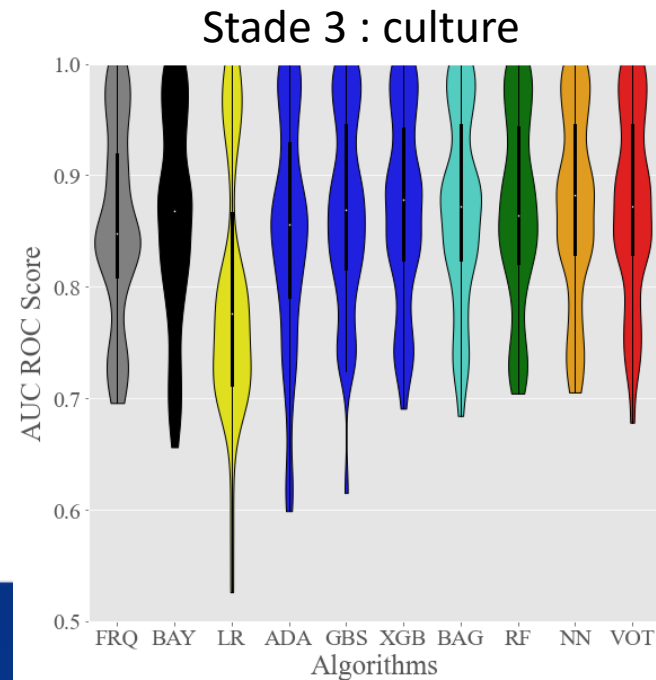
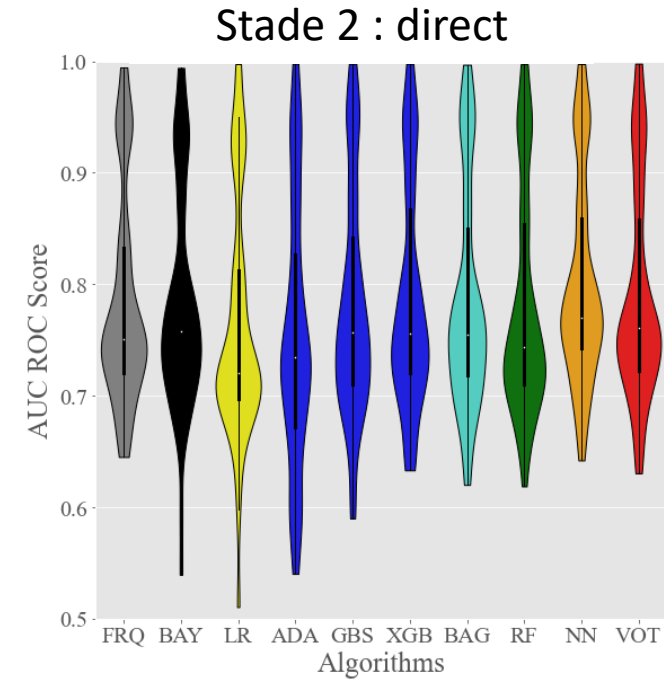
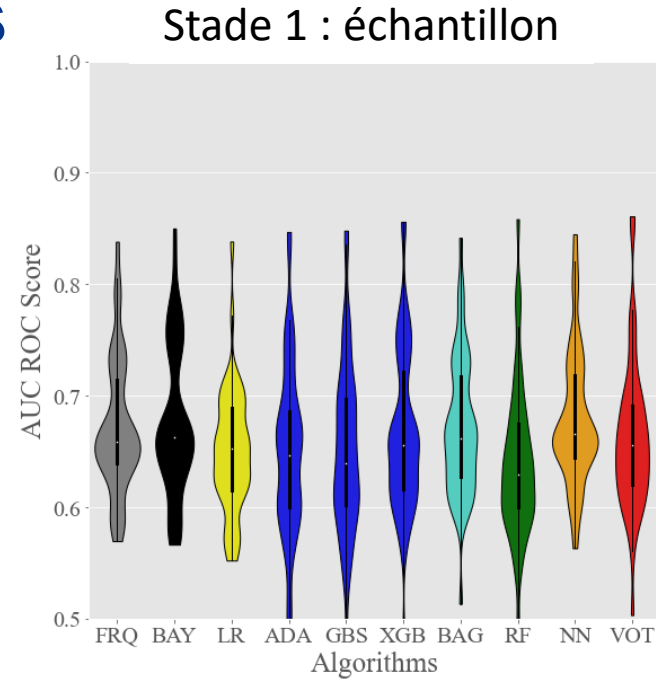


Stade 4 : espèce



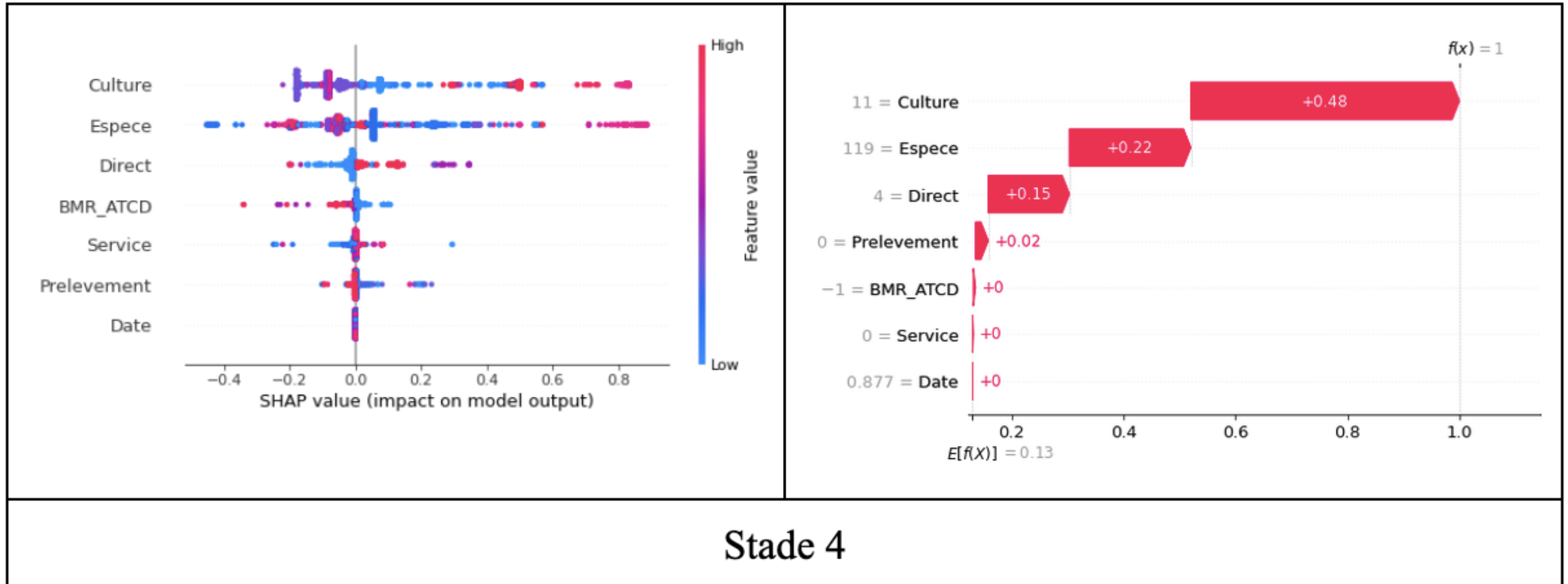
Comparaison des algorithmes

- Prédiction de la totalité des prélèvements de 2020



Explicabilité des modèles

- Shapley values



Conclusion

- Données simples et faciles d'accès (OK RGPD)
- Amélioration des prédictions au fil des stades d'identification
- Performances différentes des modèles (stades, antibiotiques, événements rares)
- Choix des modèles Gradient Boosting (GBS), avec interprétation possible

- Intérêt potentiel pour l'aide à la décision au lit du malade : choix d'antibiotiques actifs et à spectre plus étroit
- Intégration naturelle au raisonnement médical (résultat exprimé sous forme de probabilité)

- Développement d'une application

Prototype d'application

```
iface_grid = [gr.inputs.Dropdown(list(Choix[f].unique())) for f in feature_names]
outputs = [
    gr.outputs.KeyValues(label="Effectifs de calcul"),
    gr.outputs.Label(type="confidences", label="Probabilité de sensibilité pour l'antibiotique sélectionné"),
    gr.outputs.Label(type="confidences", label="Probabilités de sensibilité pour les antibiotiques uniques"),
    gr.outputs.Label(type="confidences", label="Probabilités de sensibilité pour associations d'antibiotiques")
]

gr.Interface(title="I-ANTibio",
             description="Estimation des probabilités de sensibilité aux antibiotiques réalisée à partir des antibiogramme",
             article="<p style='text-align: center;'><a> S. Rebaudet – Hôpital Européen, SESSTIM (Aix-Marseille Univ, Inserm), #\"huggingface\", css= \".confidence {color: black}\"",
             layout="horizontal", theme="default",
             css=".output_label {
                .output_class {
                    @apply font-bold text-2xl py-8 px-4 flex-grow flex items-center justify-center;
                }
            }",
             fn=ATBx,
             inputs = iface_grid,
             outputs = outputs,
             allow_screenshot=True).launch(share=True, debug=True, auth=("HE", "HE"), auth_message="Bienvenue sur I-ANTibi
```

Prototype d'application

The screenshot shows a web browser displaying the Huggingface Spaces page for the application 'AnTiBioSTAT_V2'. The browser address bar shows the URL 'https://huggingface.co/spaces/AnTiBioSTAT/AnTiBioSTAT_V2'. The application header includes 'Spaces: AnTiBioSTAT / AnTiBioSTAT_V2', a 'private' status, a 'Running' indicator, and a 'View logs' button. Below the header, there are navigation options: 'App', 'Files and versions', 'Community', and 'Settings'. The main content area is titled 'AnTiBioSTAT_V2' and contains a descriptive paragraph: 'Estimation des probabilités de sensibilité aux antibiotiques réalisée à partir des antibiogrammes de l'Hôpital Européen de 2014 à 2020. Cette application est expérimentale et constitue un outil d'éducation destiné à explorer l'écologie bactérienne locale. L'auteur ne saurait être tenu responsable des choix de prescription du médecin clinicien. Sélectionnez les critères dans les listes déroulantes.'

The interface is divided into two main sections:

- Left Panel (Filters):** A vertical stack of dropdown menus for selecting criteria:
 - Prelevement: Tous
 - Direct: Tout
 - Culture: Tout
 - Especie: Tout
 - Service: Tout
 - BMR_ATCD: Inconnu
 - Antibiotique: (partially visible)
- Right Panel (Results):** A section titled 'Effectifs de calcul' containing a table and three summary boxes:
 - Table with columns: Sensibilité basale, Prélèvement, Service, ATCD de BMR.
 - Summary box: 'Probabilité de sensibilité pour l'antibiotique sélectionné' with a list icon.
 - Summary box: 'Probabilités de sensibilité pour les antibiotiques uniques' with a list icon.
 - Summary box: 'Probabilités de sensibilité pour associations d'antibiotiques' with a list icon.

Prototype d'application

The screenshot shows the Hugging Face Spaces page for the application 'AnTiBioSTAT_V2'. The page is titled 'AnTiBioSTAT_V2' and includes a description: 'Estimation des probabilités de sensibilité aux antibiotiques réalisée à partir des antibiogrammes de l'Hôpital Européen de 2014 à 2020. Cette application est expérimentale et constitue un outil d'éducation destiné à explorer l'écologie bactérienne locale. L'auteur ne saurait être tenu responsable des choix de prescription du médecin clinicien. Sélectionnez les critères dans les listes déroulantes.'

The interface features several interactive elements:

- Prelevement:** A dropdown menu with 'Tous' selected. Other options include Urines, Hemoc/KT, Respiratoire, Liquides/Suppurations, Digestif, Articulaire, Biopsie, Materiel, Gyneco, LCR, ORL/Ophtalmo, Plaie/Peau, Depistage, and NaN.
- Service:** A dropdown menu with 'Tout' selected.
- BMR_ATCD:** A dropdown menu with 'Inconnu' selected.
- Effectifs de calcul:** A table with columns for 'Sensibilité basale', 'Prélèvement', 'Service', and 'ATCD de BMR'. Below the table are three sections for displaying results: 'Probabilité de sensibilité pour l'antibiotique sélectionné', 'Probabilités de sensibilité pour les antibiotiques uniques', and 'Probabilités de sensibilité pour associations d'antibiotiques'.

Prototype d'application

Hugging Face Search models, datasets, users... Models Datasets Spaces Docs Solutions Pricing

Spaces: AnTiBioSTAT / AnTiBioSTAT_V2 private Running View logs

App Files and versions Community Settings

AnTiBioSTAT_V2

Estimation des probabilités de sensibilité aux antibiotiques réalisée à partir des antibiogrammes de l'Hôpital Européen de 2014 à 2020. Cette application est expérimentale et constitue un outil d'éducation destiné à explorer l'écologie bactérienne locale. L'auteur ne saurait être tenu responsable des choix de prescription du médecin clinicien. Sélectionnez les critères dans les listes déroulantes.

Prelevement: Urines

Direct: Tout

Culture: Tout

Espece: Tout

Service: SAU

BMR_ATCD: Inconnu

Effectifs de calcul

Sensibilité basale	Prélèvement	Service	ATCD de BMR
12244	1	1	ND

Probabilité de sensibilité pour l'antibiotique sélectionné

Tous

Tous 100%

Probabilités de sensibilité pour les antibiotiques uniques

Meropenem

Meropenem 97%

Prototype d'application

AnTiBioSTAT_V2

Estimation des probabilités de sensibilité aux antibiotiques réalisée à partir des antibiogrammes de l'Hôpital Européen de 2014 à 2020. Cette application est expérimentale et constitue un outil d'éducation destiné à explorer l'écologie bactérienne locale. L'auteur ne saurait être tenu responsable des choix de prescription du médecin clinicien. Sélectionnez les critères dans les listes déroulantes.

Prelevement: Urines

Direct: Bacille Gram Neg

Culture: Tout

Espece: Tout

Service: SAU

BMR_ATCD: Inconnu

Sensibilité basale	Prélèvement	Service	ATCD de BMR
26623	9695	6047	ND

Probabilité de sensibilité pour l'antibiotique sélectionné

Tous

Tous 100%

Probabilités de sensibilité pour les antibiotiques uniques

Imipenem

Imipenem 100%

Prototype d'application

AntibioSTAT_V2

mmes de l'Hôpital Européen de 2014 à 2020. Cette application est expérimentale et constitue un
enu responsable des choix de prescription du médecin clinicien. Sélectionnez les critères dans les

Effectifs de calcul

Sensibilité basale	Prélèvement	Service	ATCD de BMR
21590	9188	5636	ND

Probabilité de sensibilité pour l'antibiotique sélectionné

Tous

Tous 100%

Probabilités de sensibilité pour les antibiotiques uniques

Ertapenem

Ertapenem 100%

Service: SAU

BMR_ATCD: Inconnu

- Abiotrophia defectiva
- Achromobacter denitrificans
- Achromobacter sp
- Achromobacter xylosoxidans
- Achromobacter xylosoxidans/denitrificans
- Acinetobacter baumannii
- Acinetobacter baumannii complex
- Acinetobacter baumannii
- Acinetobacter gyllenbergii
- Acinetobacter haemolyticus
- Acinetobacter johnsonii
- Acinetobacter junii
- Acinetobacter lwoffii
- Acinetobacter nosocomialis
- Acinetobacter pittii
- Acinetobacter radioresistens
- Acinetobacter schindleri
- Acinetobacter sp
- Acinetobacter ursingii

Prototype d'application

Estimation des probabilités de sensibilité aux antibiotiques réalisée à partir des antibiogrammes de l'Hôpital Européen de 2014 à 2020. Cette application est expérimentale et constitue un outil d'éducation destiné à explorer l'écologie bactérienne locale. L'auteur ne saurait être tenu responsable des choix de prescription du médecin clinicien. Sélectionnez les critères dans les listes déroulantes.

Prelevement
Urines

Direct
Bacille Gram Neg

Culture
Bacille Gram Neg type enterobacterie

Especie
Escherichia coli

Service
SAU

BMR_ATCD
Inconnu

Antibiotique
Tous

Modele
Bayesien

Effectifs de calcul

Sensibilité basale	Prélèvement	Service	ATCD de BMR
10749	6087	3948	ND

Probabilité de sensibilité pour l'antibiotique sélectionné

Tous

Tous	100%
------	------

Probabilités de sensibilité pour les antibiotiques uniques

Ertapenem

Ertapenem	100%
Meropenem	100%
Imipenem	100%
Amikacine	99%
Cefepime	95%
Ceftazidime	95%
Cefotaxime / Ceftriaxone	95%
Aztreonam	95%

- Déploiement de l'application dans d'autres hôpitaux
- Comparaison rétrospective des prédictions et des antibiothérapies prescrites à l'Hôpital Européen (in silico)
- Intégration de variables supplémentaires (PMSI, historique de la consommation des antibiotiques...)
- Étude de l'impact potentiel d'un dispositif de prédiction de l'antibiorésistance sur l'adaptation précoce des antibiothérapies probabilistes à l'hôpital (bourse SPILF)



Sabine Camiade



Salome Laulagnet



Jean Gaudart
Jean-Charles Dufour

➤ **Merci pour votre attention !**