



Glyphosate et résistance aux antibiotiques

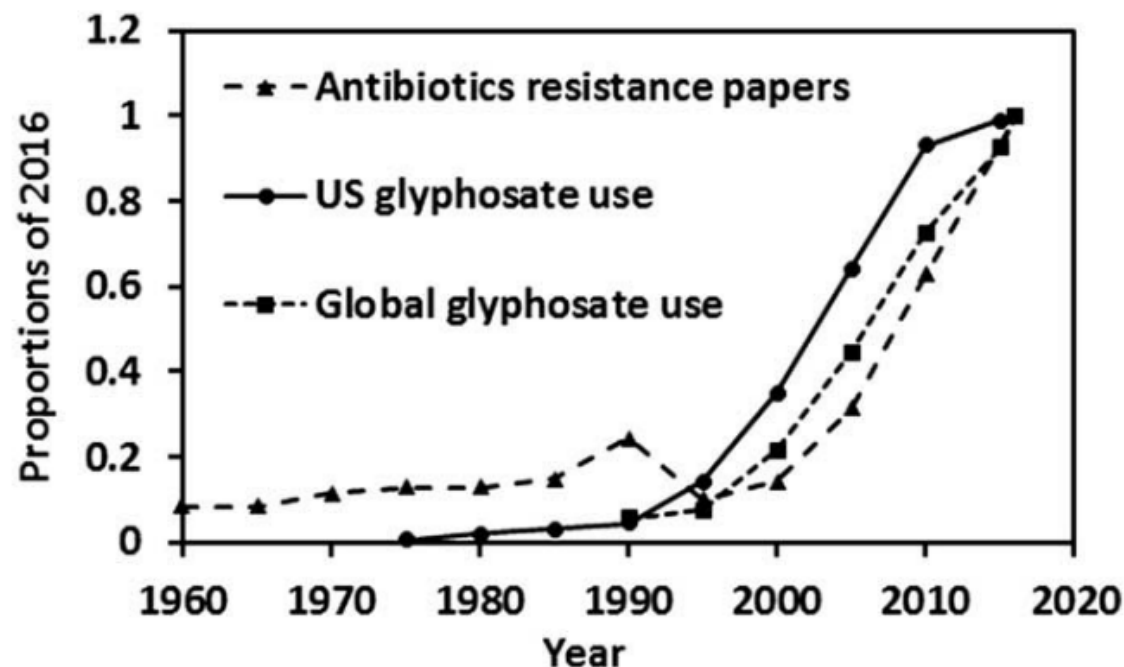
Dr. Eric Farfour – Hôpital Foch

15 Novembre 2024

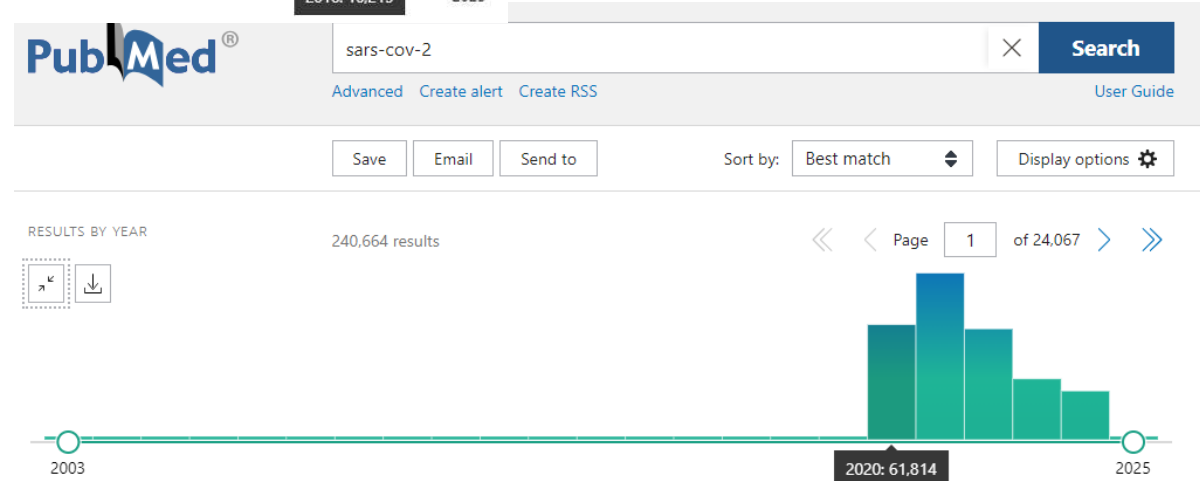
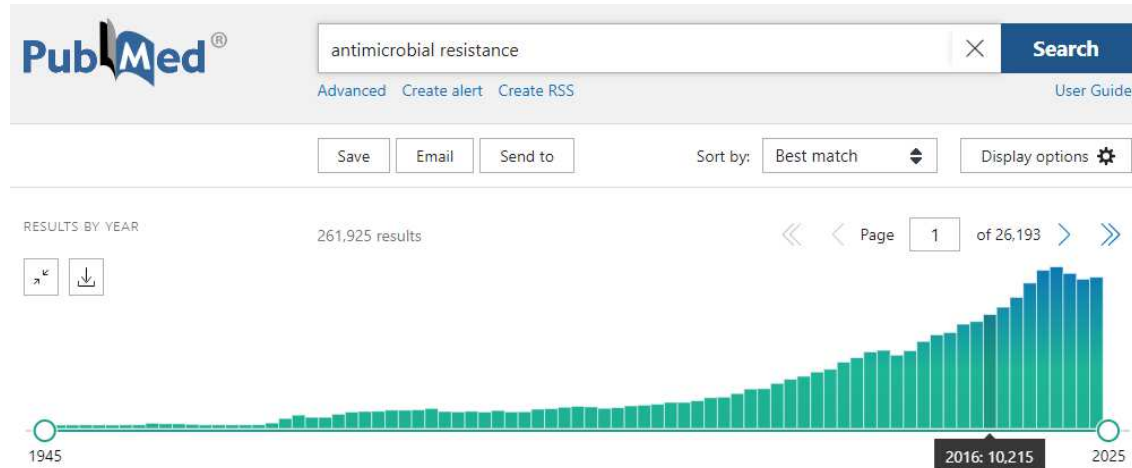
Introduction

En 2016 :

- 127 000 tonnes aux EU (●)
- 900 000 tonnes dans le monde (■)
- 70 articles résistance aux antibiotiques dans l'environnement (sol et l'eau) (▲)



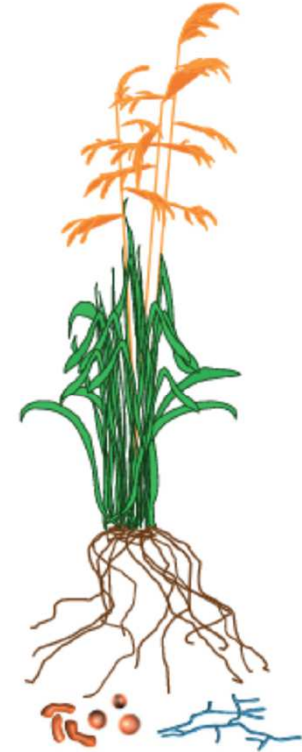
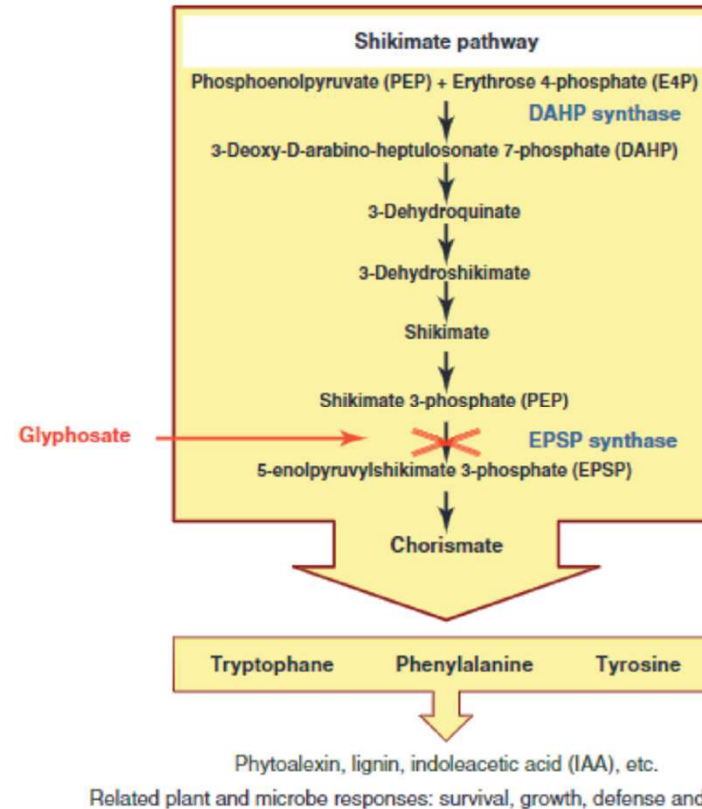
Introduction



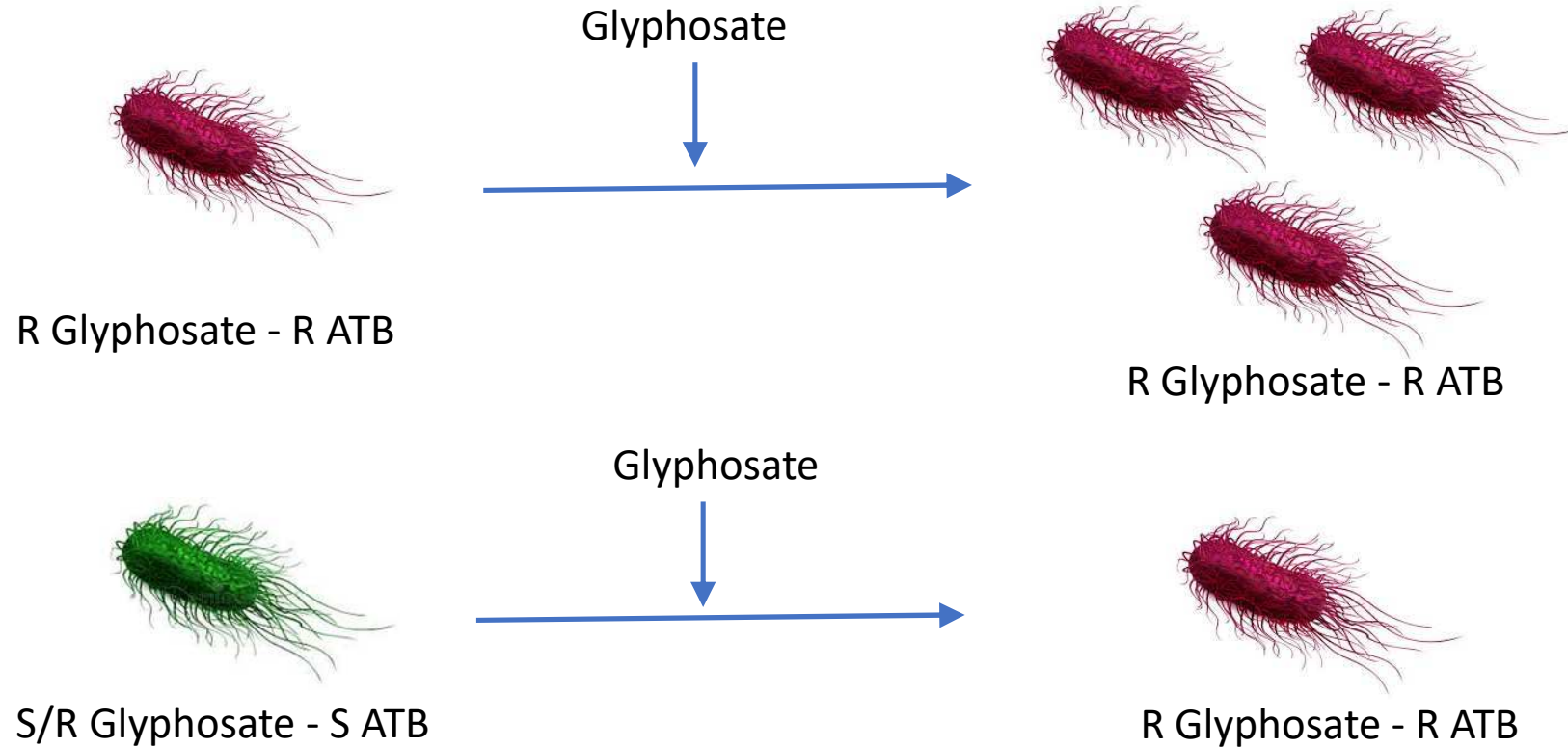
Introduction

Action du glyphosate :

- Plantes
- Champignons
- Bactéries



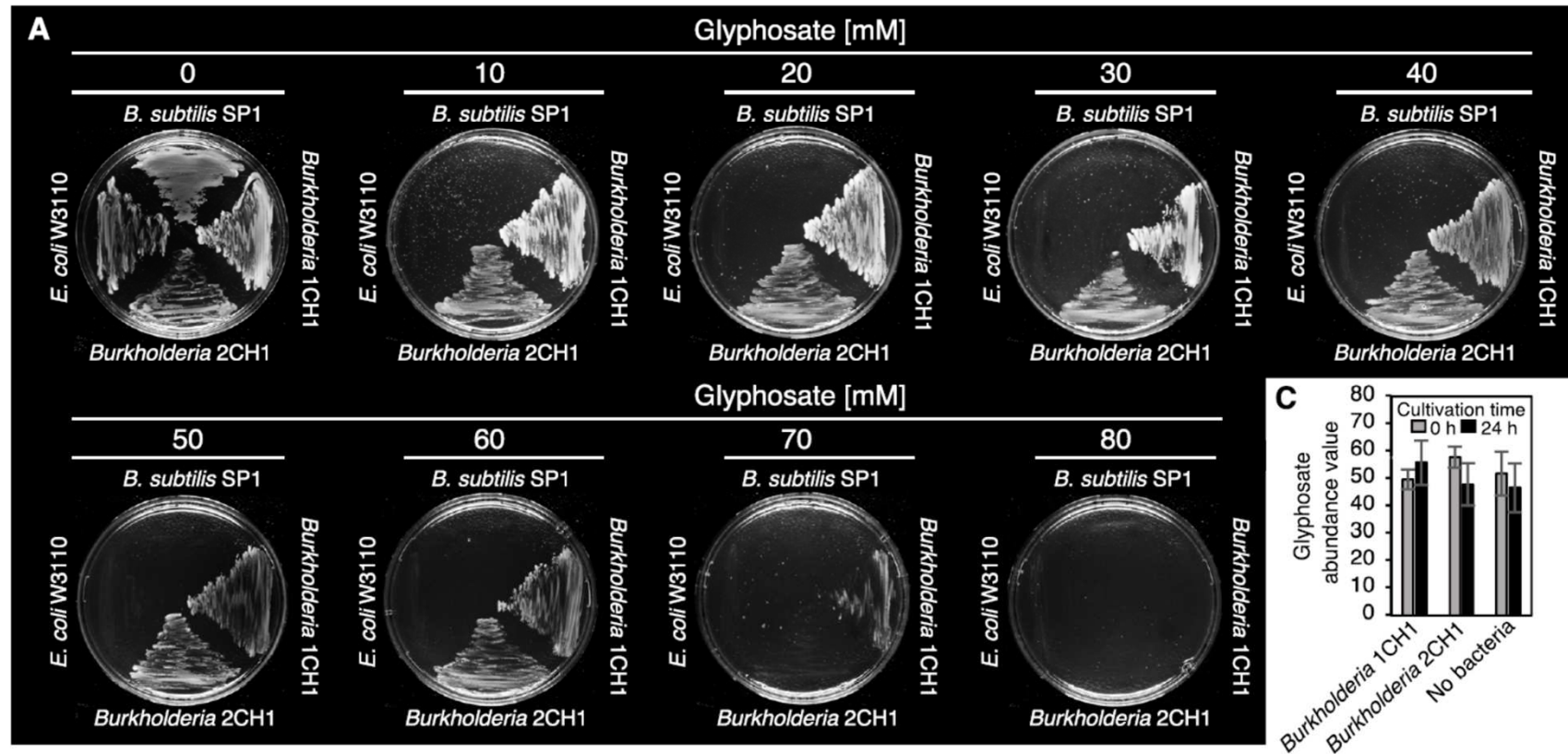
Hypothèses



Résistance au glyphosate

	Roundup® bottle		
	1	2	3
Unclassified <i>Burkholderia/Caballeronia/Paraburkholderia</i>	41.86	44.46	66
<i>Burkholderia cenocepacia</i>	13.21	0.37	2.48
Unclassified <i>Pseudomonas</i>	27.63	43.59	0.02
<i>Rhodospirillaceae</i> bacterium IA FO 10	15.86	10.73	28.99
Unclassified <i>Burkholdieriales</i>	1.44	0.85	2.51

Bactéries et Glyphosate



Résistance au glyphosate

Category	Phylum	Species	Culture Conditions ³	Glyphosate IPA		Jablo Glyfosat	
				MEC	MIC	MEC	MIC
Potential pathogens	Firmicutes	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC29213	BHI	0.02	0.07	0.07	0.82
		<i>Clostridium perfringens</i> NC003366	ABB	0.07	0.23	0.23	0.23
	Proteobacteria	<i>Salmonella enterica</i> Enteritidis DSM107293	BHI	2.86	>10	10.0	>10
		<i>Escherichia coli</i> DSM498	BHI	10.0	>10	10.0	>10
		<i>Salmonella enterica</i> Typhimurium DSM101475	BHI	10.0	>10	10.0	>10
Commensals	Actinobacteria	<i>Bifidobacterium adolescentis</i> DSM20083	BHI	0.02	0.02	0.07	0.07
	Bacteroidetes	<i>Bacteroides vulgatus</i> DJF_B81	BHI	0.02	0.02	0.23	0.82
	Firmicutes	<i>Acidaminococcus</i> sp. DJF_RP55	BHI	0.02		0.82	
		<i>Megasphaera elsdenii</i> DJF_RP06	BHI	0.02		0.82	
		<i>Streptococcus alactolyticus</i> O10	MRS	0.07	0.07	10.0	>10
		<i>Streptococcus hyointestinalis</i> O18	MRS	0.07	0.07	0.07	0.07
		<i>Lactobacillus sobrius</i> DSM16698	MRS	0.23	0.82	0.82	0.82
		<i>Lactobacillus reuteri</i> DSM20016	MRS	0.82	2.86	2.86	>10
		<i>Lactobacillus salivarius</i> DSM20555	MRS	0.82	2.86	2.86	2.86
		<i>Mitsuokella jalaludinii</i> DJF_RR21	BHI	2.86	10	0.82	2.86
		<i>Enterococcus faecium</i> O4	MRS	2.86	>10	10.0	10.0

Co-résistance glyphosate antibiotique

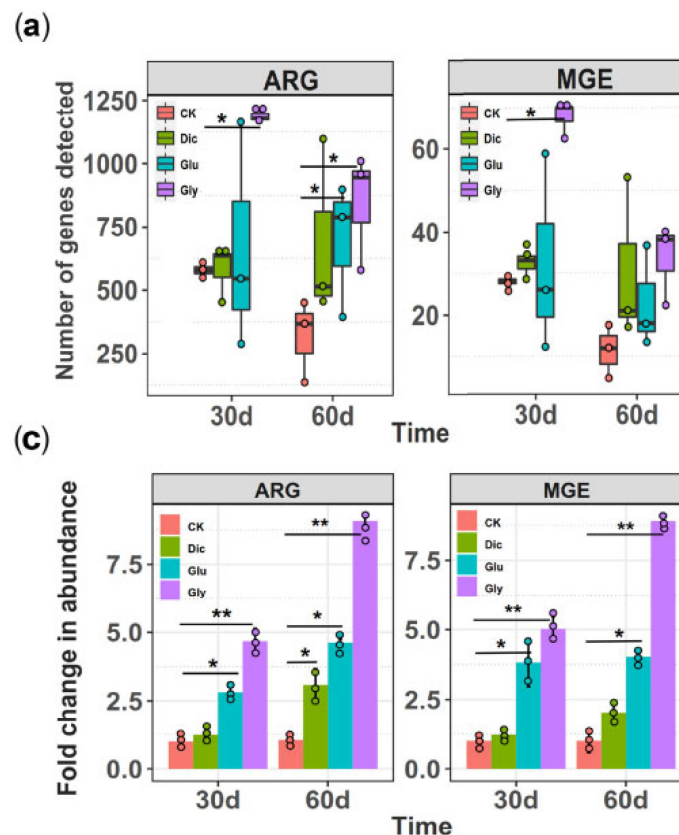


- *E. coli* BLSE
 - Condor des Andes
 - Merle (*Turdus amaurochalinus*)
 - Buse (*Geranoaetus polyosoma*)
 - Cachalot (*Kogia breviceps*)
- *K. quasipneumoniae* BLSE → boues d'une station d'épuration

Impact environnemental

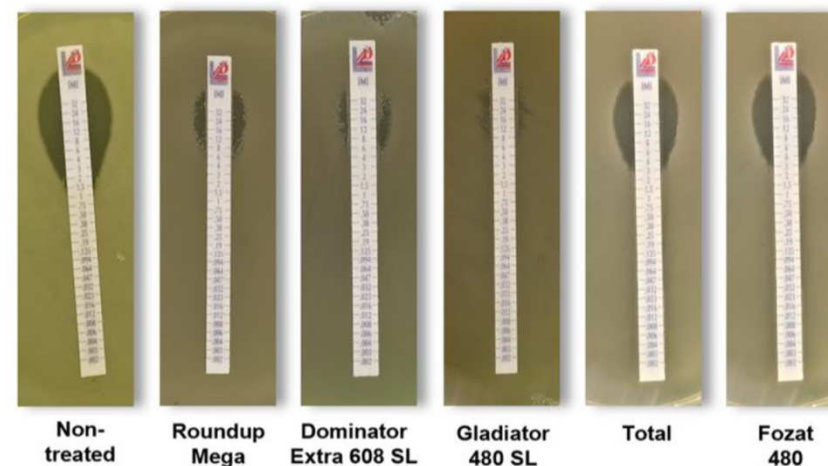
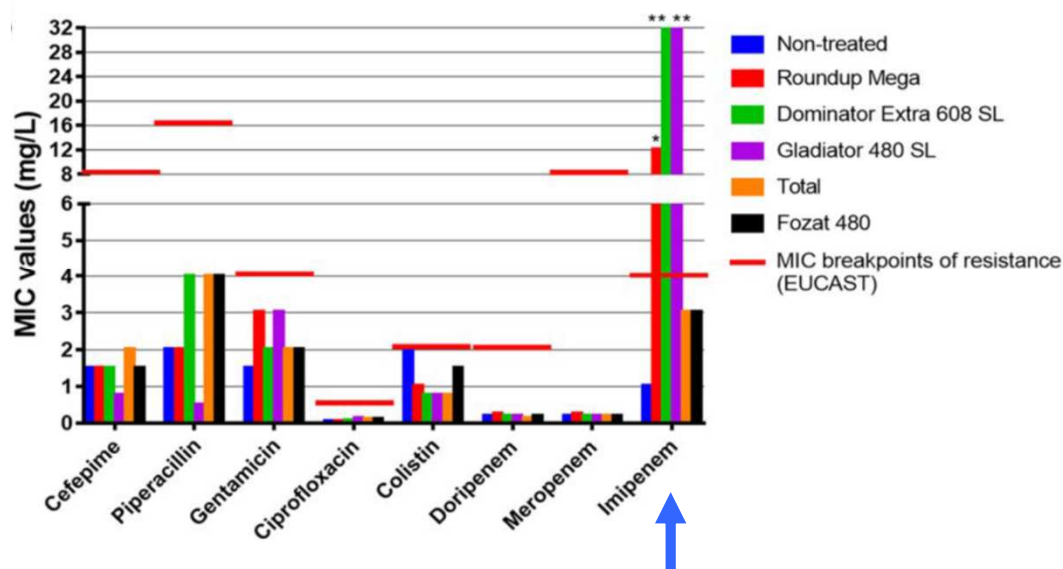
- Sol exposé à 3 herbicides

CK : control
Dic : dicamba
Glu : glufosinate
Gly : glyphosate

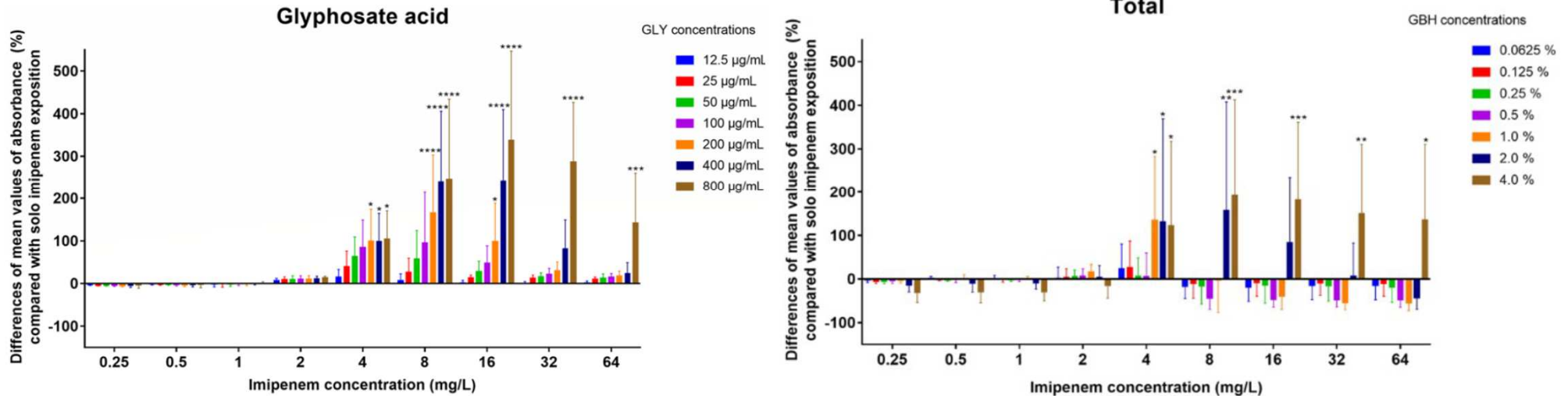


Sélection résistance par le glyphosate

- Souche de *P. aeruginosa* incubée 72 heures avec herbicides à base de glyphosate (1,8 à 2,8 g/L) et témoin
- Evaluation de la sensibilité à 8 antibiotiques



Sélection résistance par le glyphosate



Sélection résistance par le glyphosate

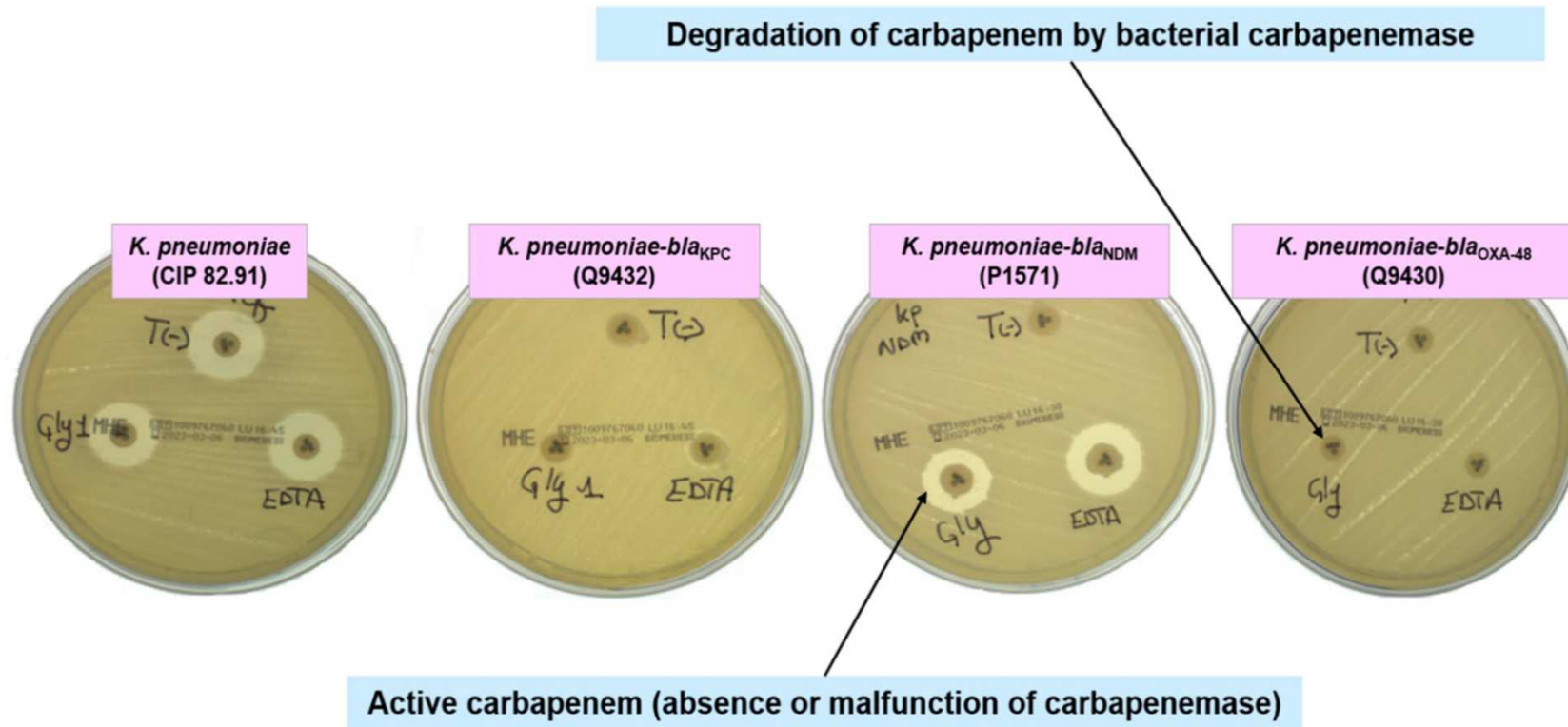
- 3 souches de Salmonella avant et après exposition glyphosate

TABLE 3 Susceptibilities to antibiotics in GBH mutants and ancestors

		MIC (mg/liter) and category for ^a :					
		S. Typhimurium 12468		S. Typhimurium 12472		S. Enteritidis 12539	
Agent	Antibiotic class	Ancestor (40)	Mutant (160)	Ancestor (40)	Mutant (160)	Ancestor (80)	Mutant (160)
Piperacillin	β -Lactam	≥ 128 R	≥ 128 R	≥ 128 R	≥ 128 R	≤ 4 S	≤ 4 S
Piperacillin-tazobactam	β -Lactam- β -lactamase-inhibitor	≤ 4 S	≤ 4 S	8 S	≤ 4 S	≤ 4 S	≤ 4 S
Cefotaxime	3rd-generation cephalosporin	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S
Ceftazidime	3rd-generation cephalosporin	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S
Cefepime	4th-generation cephalosporin	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S
Aztreonam	Monobactam	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S	≤ 1 S
Imipenem	Carbapenem	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S
Meropenem	Carbapenem	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S	≤ 0.25 S
Amikacin	Aminoglycoside	≤ 2 R	≤ 2 R	≤ 2 R	≤ 2 R	≤ 2 R	≤ 2 R
Gentamicin	Aminoglycoside	≤ 1 R	≤ 1 R	≤ 1 R	≤ 1 R	≤ 1 R	≤ 1 R
Tobramycin	Aminoglycoside	≤ 1 R	≤ 1 R	≤ 1 R	≤ 1 R	≤ 1 R	≤ 1 R
Ciprofloxacin	Fluoroquinolone	≤ 0.25 R	≤ 0.25 R	≤ 0.25 R	≤ 0.25 R	≤ 0.25 R	≤ 0.25 R
Tigecycline	Glycylcycline	≤ 0.5 S	≤ 0.5 S	≤ 0.5 S	≤ 0.5 S	≤ 0.5 S	≤ 0.5 S
Fosfomycin	Epoxide	≤ 16 S	≤ 16 S	≤ 16 S	≤ 16 S	≤ 16 S	≤ 16 S
Trimethoprim-sulfamethoxazole	Folate inhibitor-sulfonamide	≤ 20 S	≤ 20 S	≤ 20 S	≤ 20 S	≤ 20 S	≤ 20 S

^aMICs were determined using the Vitek2 AST N-248 panel of antibiotics. Changes in MIC between ancestors and mutants are in bold. Numbers in parentheses are concentrations of Roundup LB Plus, in milligrams per milliliter. R, resistant; S, susceptible.

Antagonisme et glyphosate



Paroi bactérienne

Tested strains	Vancomycin	GBH	Vancomycin + GBH
<i>A. baumannii</i> (CIP 70.10)	19%	9%	98%
<i>A. baumannii</i> (Q9428)	14%	35%	98%
<i>K. pneumoniae</i> (CIP 82.91)	10%	46%	95%
<i>K. pneumoniae</i> (Q9432)	5%	33%	97%
<i>E. coli</i> (CIP 7624)	11%	21%	94%
<i>E. coli</i> *(Q1950)	3%	14%	95%
<i>P. aeruginosa</i> (CIP 76.110)	17%	24%	99%
<i>P. aeruginosa</i> *(Q5596)	2%	32%	98%
<i>E. cloacae</i> (CIP 104674)	11%	45%	95%
<i>E. cloacae</i> (P7536)	2%	27%	97%

Synthèse

- Effet propre du glyphosate
- Bactérie résistantes au glyphosate et aux antibiotiques
- Effet *in vitro* du Glyphosate
 - Emergence de la résistance : efflux, porines ?
 - Inhibiteur d'enzyme, déstabilisation de la paroi ?
 - Pérennité ?
- Effet formulation ?
- Impact en santé animale et humaine ?



MERCI

