Vigne et pesticides : Quels impacts sur les parcelles et leur biodiversité ?

Christian Mougin, Michel Couderchet

▶ **To cite this version:**

Christian Mougin, Michel Couderchet. Vigne et pesticides : Quels impacts sur les parcelles et leur biodiversité ?. Les jeudis de la Fondation Rovaltain, Fondation Rovaltain, Oct 2021, Valence, France. hal-03484339

HAL Id: hal-03484339
https://hal.inrae.fr/hal-03484339

Submitted on 17 Mar 2023

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.

Vigne et pesticides : Quels impacts sur les parcelles et leur biodiversité ?

Christian Mougin[1] et Michel Couderchet[2]

[1]INRAE, UMR ECOSYS, Versailles
[2]Université de Reims Champagne-Ardenne, Reims

christian.mougin@inrae.fr, michel.couderchet@univ-reims.fr

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

INRAE

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

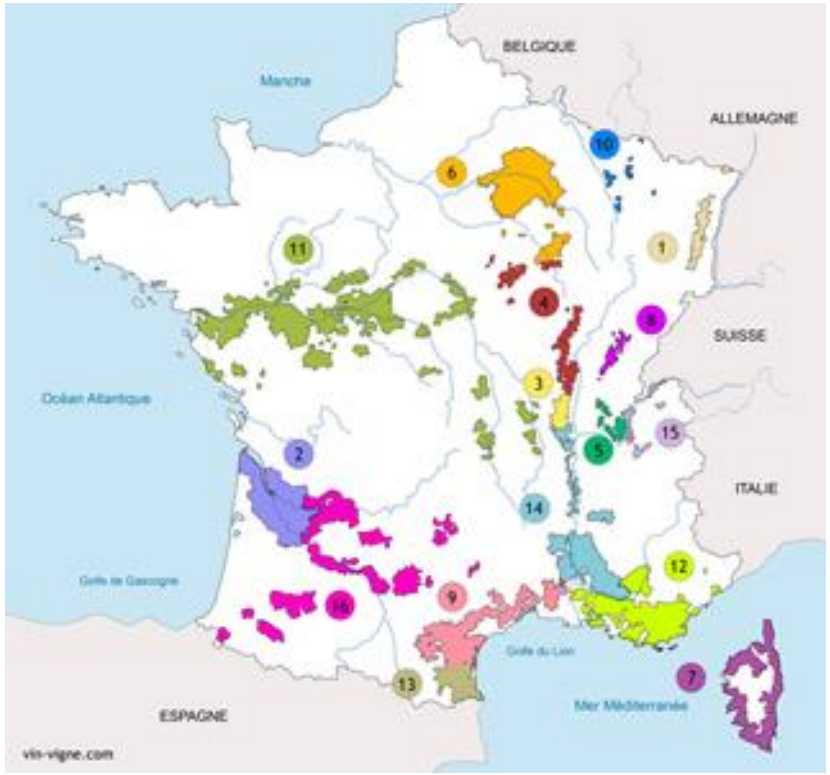
Les points abordés

- Introduction
- Connaissances actuelles et à venir
- De la parcelle au verre

Introduction

La vigne, une culture patrimoniale…

- Implantée sur notre territoire depuis l'antiquité
- Aujourd'hui : 16 grandes régions viticoles
- Raisin de table et à cépage : > 3000 vins
- Tourisme : « routes des vins »
- Une valeur économique importante



… mais controversée

❖ Sensible aux ravageurs

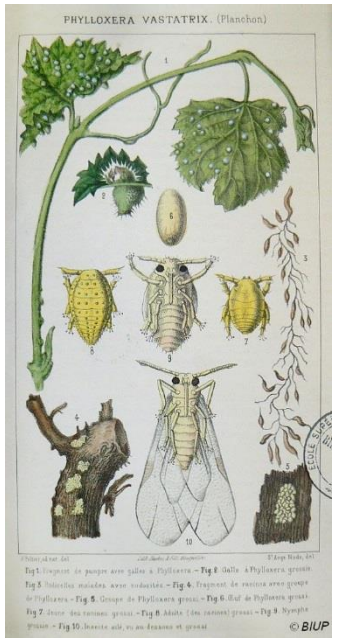
- Invasion du phylloxéra en 1864
- Maladies fongiques (≠ *B. cinerea*) et virus

❖ Des besoins de protection

- Valoriser les résistances naturelles : porte greffe
- Utiliser des Produits de Protection des Plantes

❖ Des polémiques

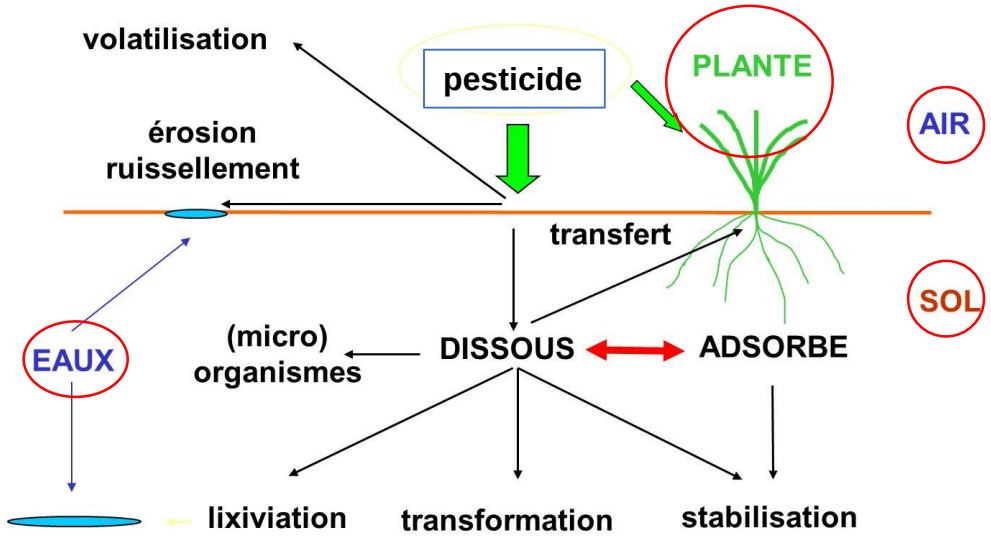
- 3 % de SAU et 20 à 30 % des PPP utilisés (source ?)
- Santé de l'environnement et de l'Homme (riverains, écoles…)

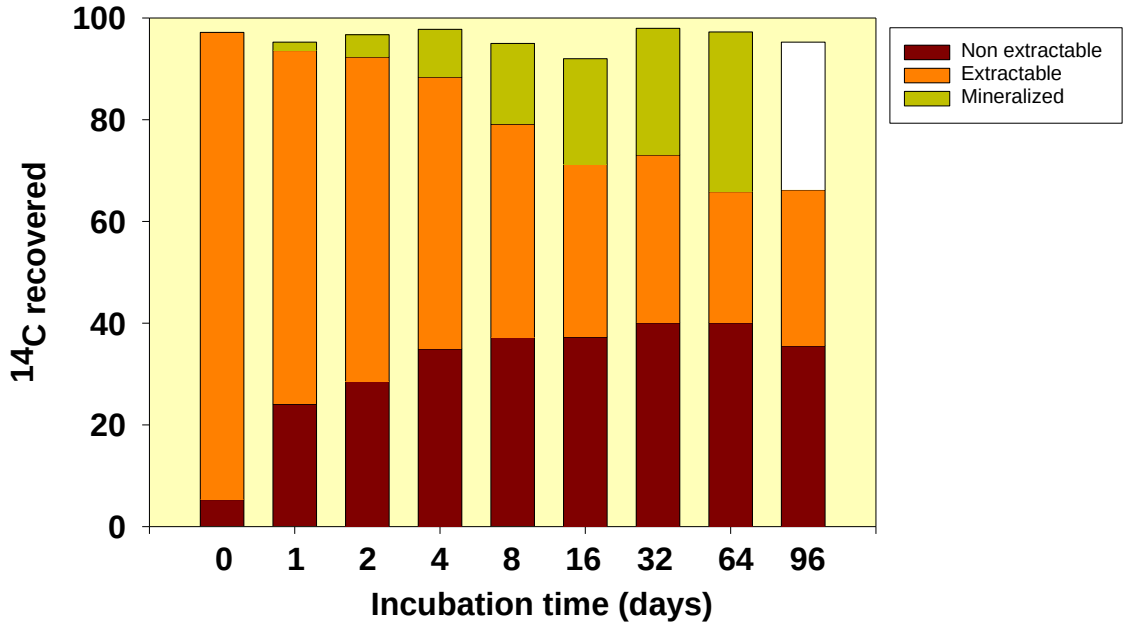


© INRAE – IFV Occitanie

© INRAE - Jean-Marie BOSSENNEC

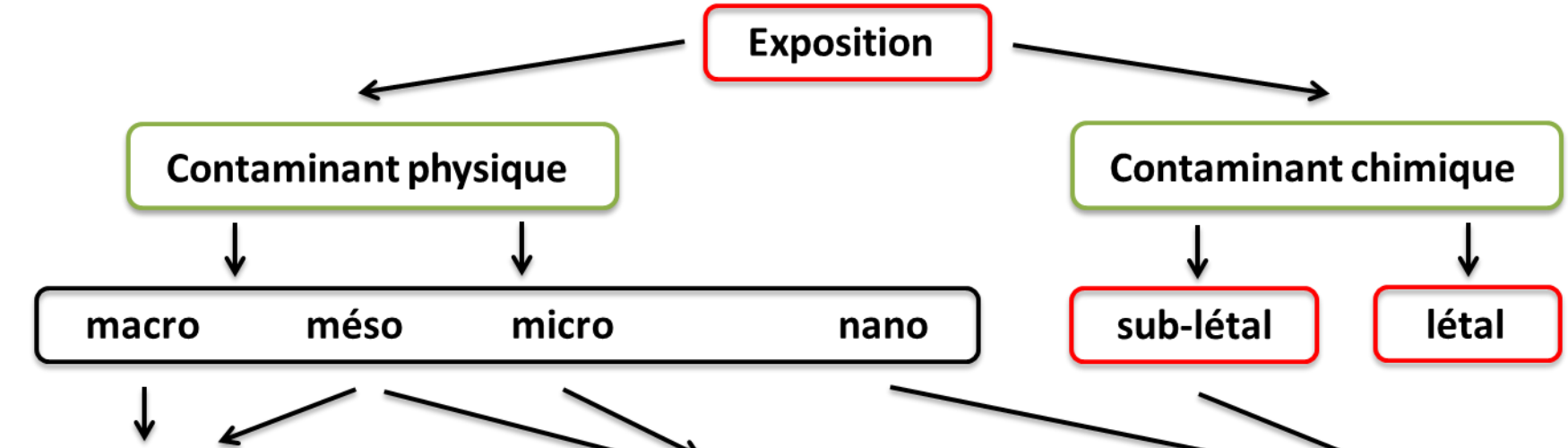
La contamination de l'environnement





❖ **Quelle contamination à terme, quelle exposition et quels impacts ?**

Les effets sur les organismes



Blocage du tractus intestinal et dommages internes

- Diminution de la prise d'aliment
- Perte de vigueur

Sous-alimentation

Effets comportementaux

- Modification de la mobilité
- Perte de vigueur

Effets morphologiques et biochimiques

- Blocage intestinal
- Blocage de la sécrétion d'enzymes gastriques
- Diminution de l'appétit
- Perturbation du métabolisme lipidique
- Diminution des taux d'hormones stéroïdiennes
- Perturbation de la respiration

Effets sur la reproduction et le développement

- Retard d'ovulation

Effets comportementaux

- Modification de la mobilité
- Perte de vigueur

Effets morphologiques et biochimiques

- Perturbation du rythme cardiaque
- Œdème péricardien
- Malformations
- Neurotoxicité

Effets sur la reproduction et le développement

- Retard de croissance
- Retard de maturité

INRAE

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Connaissances actuelles et à venir

Les connaissances scientifiques

❖ Une évolution des pratiques durant les dernières décennies

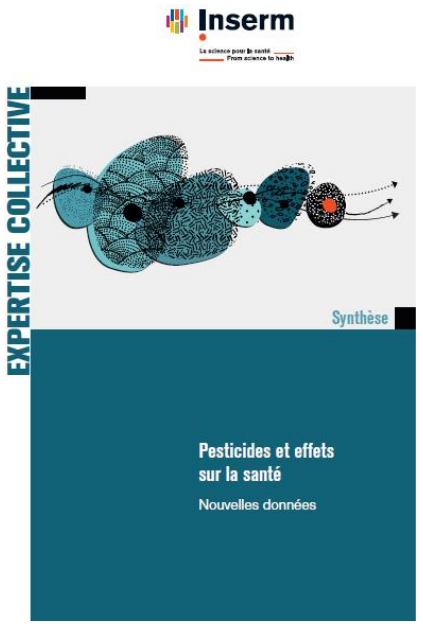
- Interdictions : Arsenic > fongicides de synthèse
- Traitements préventifs > vins bio, certifiés Haute Valeur Environnementale…

❖ 2 Expertises Scientifiques Collectives

Expertise Scientifique Collective
Phytopharmaceutiques
Biodiversité
Services Ecosystémiques

INRAE

Ifremer



- La contamination de l'environnement
- Les impacts écotoxicologiques (microorganismes, végétaux, invertébrés, vertébrés)
- Les impacts sur la santé humaine

Quelques éléments de bilan

❖ Environnement

- Peu d'études *in natura*, sur le long terme, en contexte français concernant la contamination des milieux et du biote > transposition
- Pas de prise en compte des produits de transformation
- Des connaissances fragmentaires concernant les impacts sur la biodiversité

❖ Santé de l'Homme

- Peu d'études spécifiques
- Présomptions fortes de liens entre certaines pathologies et l'exposition aux pesticides

❖ D'une façon générale

- Un besoin de connaissance de l'exposition > exposome, biomonitoring
- Un besoin de connaissance des mécanismes d'action > AOP

Place de la vigne dans la consommation de pesticide en France

Tableau 2.1-5. Consommation de pesticides pour quelques espèces (UIPP)

	Occupation du territoire et consommation de pesticides pour quelques espèces (données 2000, sources SCEES, UIPP)		
Cultures	%SAU (arrondi)	Consommation phytos (en % du total)	Remarques
Céréales à paille	24 %	40%	60% fongicides 35% herbicides
Maïs	7 %	10%	75 % herbicides
Colza	4 %	9%	
Vigne	3 %	20%	80 % fongicides
Ensemble	**38 %**	**79%**	

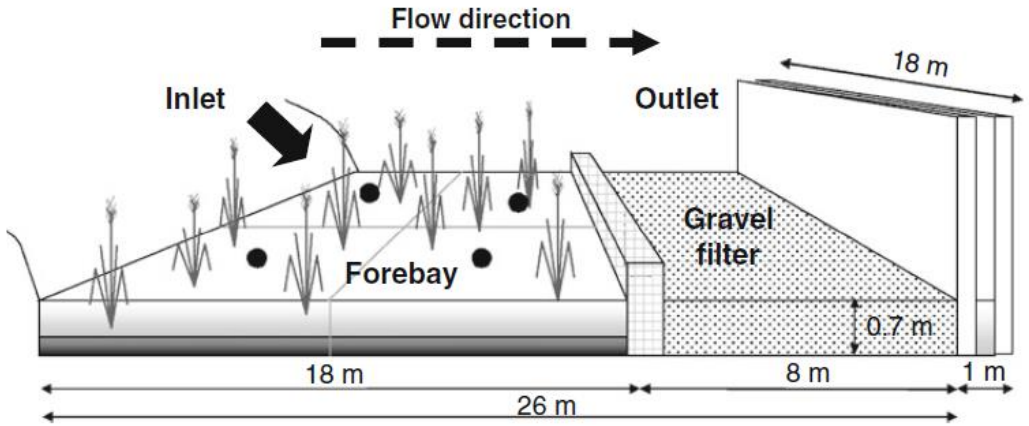
La littérature scientifique

- Peu de données sur la contamination par les substances organiques, rien concernant le S, quelques articles concernant le Cu
- Organiques : 40 à 50 substances actives retrouvées (Espagne et Italie) : metalaxyl 11,5 µg/kg > terbutylazine 403,3 µg/kg, variations saisonnières

INRAE

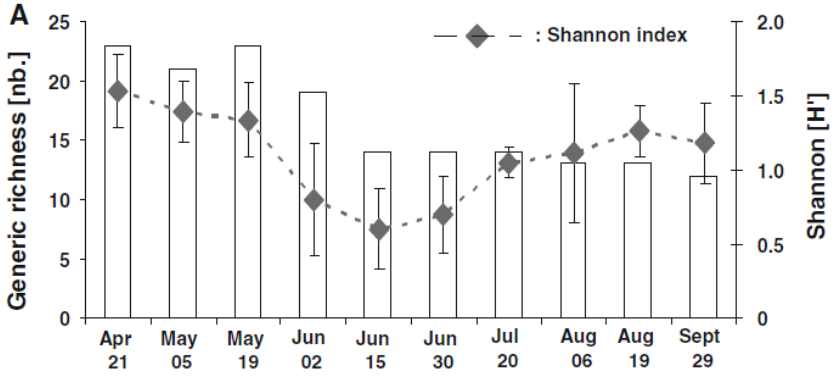
Impact des pesticides sur les communautés d'invertébrés (Martin et al. 2012)

- Collecteur d'eaux de pluie d'un bassin versant
  - Prélèvement d'invertébrés, eaux et sédiments



- 20 pesticides organiques analysés et plusieurs groupes d'invertébrés suivis pendant ma période d'application
  - Oligochètes, Chironomes, Nématodes, Gastéropodes

- La diversité et l'abondance des communautés sont impactées



- Seuls le flufenoxuron et le métalaxyl induisent des effets
- A associer aux paramètres hydro-chimiques, à la couverture végétale

INRAE

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Impact de l'apport de Cu sur la biodiversité du sol (Karimi et al. 2021)

- Le seul traitement contre le Mildiou autorisé en viticulture biologique
  - Dose de 4 kg/ha/an (lissage sur 7 ans 28 kg/ha) (CE, 2018)

- Principales conclusions :
  - Etudes peu nombreuses (19 pertinentes), un type de sol non viticole (pas d'historique), apport unique, impact évalué à court terme
  - Pas d'études complète portant sur les principaux types d'organismes du sol (microorganismes, nématodes, arthropodes…)

- D'une façon générale : pas d'impact du Cu sur la qualité biologique des sols, mais attention aux sols vulnérables (accumulation historique, pH, MO…)

- Refaire des études comparatives sur une diversité de sols
- Réduire l'utilisation du Cu (accumulation dans les sols après traitements répétés)

VITIBIRD
Impact des pesticides sur les populations aviaires des vignobles français : une approche intégrative

- **Partenaires :** CEBC Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CNRS/La Rochelle Université), SAVE Santé et Agroécologie du Vignoble (INRAE/Bordeaux Sciences Agro), EPOC (CNRS/Université de Bordeaux), CESCO (Centre des Sciences de la Conservation, MNHN/CNRS/Sorbonne Université)

- **Financement:** ANR 2021-2024

- **Objectifs :** améliorer nos connaissances concernant :
  - Le transfert des pesticides dans l'environnement,
  - L'impact des pesticides et des pratiques viticoles sur la biodiversité et sur la santé des oiseaux,
  - Les bénéfices socio-économiques rendus par la biodiversité dans les paysages viticoles.

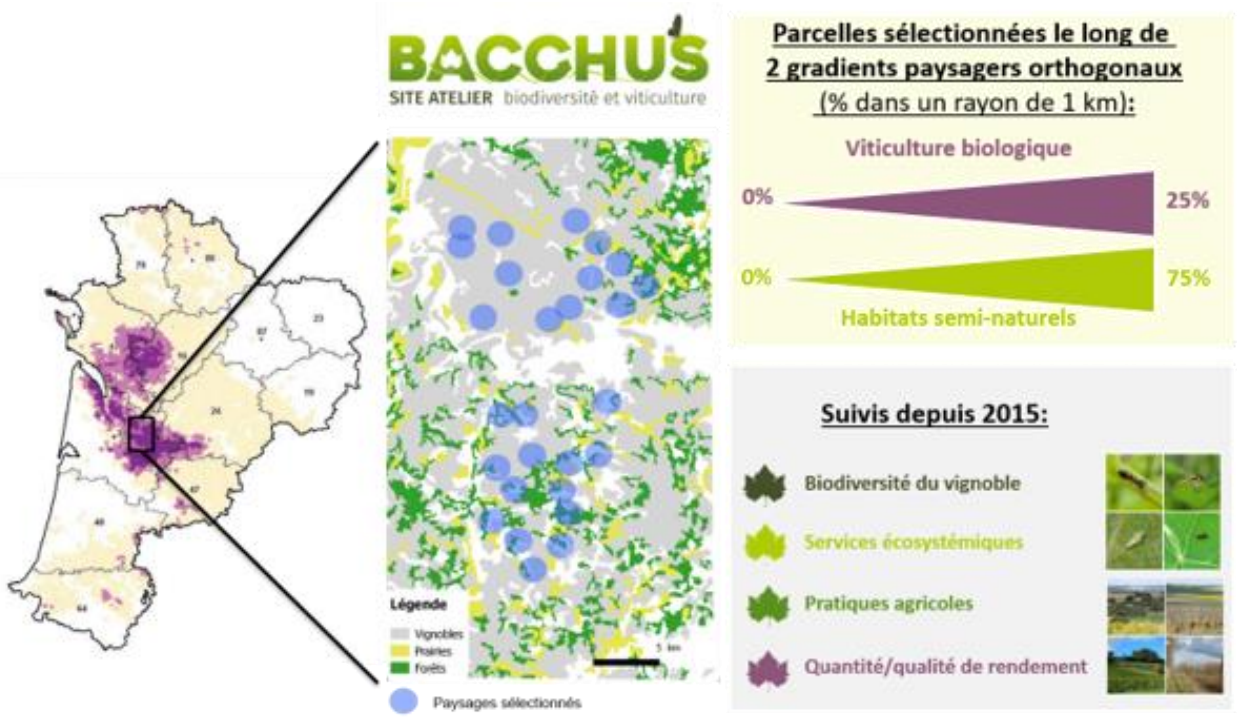
  Le projet ambitionne également d'émettre des conseils et des avis afin d'améliorer la gestion du milieu viticole.

INRAE

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

VITIBIRD



INRAE Bordeaux, LPO Aquitaine, Chambre d'Agriculture de Gironde

❖ Méthodologie

- Suivi de l'impact des pratiques agricoles et de la complexité paysagère sur ce degré de contamination des oiseaux,
- Evaluation de l'évolution de la biodiversité aviaire et de l'état des populations d'oiseaux dans les paysages viticoles au cours des 30 dernières années (espèces sensibles, facteurs de sensibilité…),
- Examen des relations entre pratiques viticoles, complexité du paysage et santé des oiseaux (axes hormonaux, métabolisme, dommages moléculaires).

Impact sur la santé humaine

❖ Les liens de corrélation fragmentaires

- **Viticulteurs :** cohorte AGRICAN (179 cas) : lors de la réentrée sur vigne traitée, lien avec le cancer de la vessie chez les hommes non fumeurs
- **Riverains :** pas d'études en contexte français : baisse fréquente des performances cognitives
- **Population générale :** étude CERENAT (600 cas et 1200 témoins en Gironde, Calvados, Manche et Hérault), exposition durant la vie entière liée à la proximité résidentielle de zones agricoles : tendances à une élévation du risque de méningiome

❖ Conclusions

- Un besoin de réévaluation périodique des connaissances
- Confirmation et mise en évidence de présomptions fortes de liens entre certaines pathologies et l'exposition aux pesticides > orientation des actions publiques vers une meilleure protection des populations

Etude PESTIPREV
Prévention des expositions aux pesticides de riverains de parcelles viticoles en région Nouvelle-Aquitaine

- **Partenaires :** EPICENE (BPH Centre U1219 de Bordeaux), EcoSys (INRAE), EPOC (CNRS/Université de Bordeaux), ARS Nouvelle-Aquitaine

- **Financement:** Plan Ecophyto National et Région Nouvelle-Aquitaine

- **Objectifs :**
  - Etudier les déterminants de l'exposition individuelle non-alimentaire aux pesticides des riverains de parcelles viticoles en Gironde
  - Proposer des mesures de prévention ciblées et proportionnées afin d'abaisser ces expositions

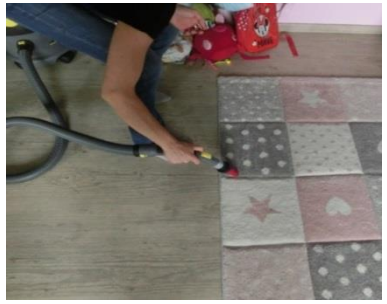
Etude PESTIPREV

❖ Méthodologie

- Inclusion de ≈ 30 logements en Gironde, à proximité de zones viticoles (non professionnels)
- Suivi de 8 fongicides (Benalaxyl, Boscalid, Cyflufénamide, Cymoxanil, Folpel, Pyraclostrobine, Tebuconazole, Trifloxystrobine)
- Surfaces

Animaux

Poussières



Lavage des mains

Air ext. (1 site)

- Enquêtes, mesures et approche complémentaire par modélisation des flux atmosphériques de pesticides depuis les parcelles voisines pour 3 sites
- Etude statistique des déterminants de l'exposition

❖ Calendrier

- 2020 : campagne de faisabilité (3 sites)
- 2021: campagne étendue (28 sites)
- 2022-2023 : analyse des résultats et valorisation

INRAE

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

VITAE
Cultiver la vigne sans pesticides : vers des socio-ecosystèmes viticoles agroécologiques

- **Partenaires :** SAVE Santé et Agroécologie du Vignoble (INRAE/Bordeaux Sciences Agro), MOISA (CIRAD/INRAE/CIHEAM/Montpellier SupAgro/IRD), ISVV, IHEV…

- **Financement:** PPR Cultiver et protéger autrement (2021-2016)

- **Objectifs :**
  - Passer d'une démarche curative à une démarche agroécologique basée sur la prophylaxie, la surveillance et une meilleure résilience des systèmes viticoles,
  - Intégrer de nouvelles stratégies de protection

INRAE

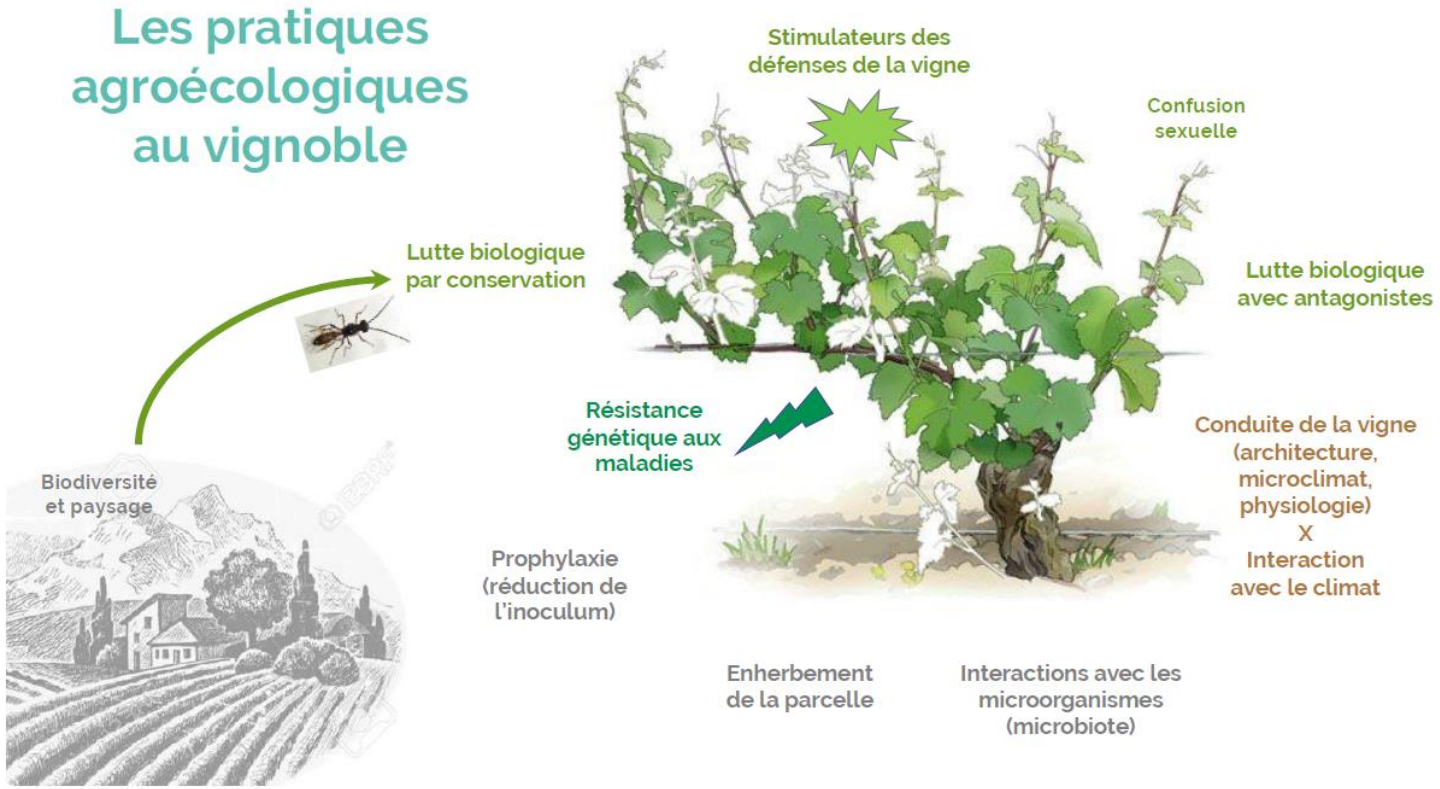
FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

VITAE

❖ Méthodologie

- Combiner différents leviers de gestion des bioagresseurs, du champ aux paysage,
- Etudier les attentes des consommateurs en matière d'élimination des pesticides, ainsi que d'autres aspects socio-économiques et règlementaires.



De la parcelle au verre

Fongicides : Protection de la vigne contre les champignons pathogènes.

Plasmopara viticola

Erysiphe necator

Botrytis cinerea

Quantité
Qualité

Fongicides : Pourquoi les quantités importantes ?

Champignons pathogènes – où ?

Fongicides où ?

→ Feuillage / baies

Développement des champignons :

Foyer de spores + conditions favorables

→Développement très rapide

→Situation catastrophique

Fongicides Surtout préventifs

→Anticipation des traitements

→Traitements d'assurance

→Nb de passage + Quantités

→80% des ppp

Empirique → Bulletin météo

+ raisonné → Modèles / conseils

INRAE

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Devenir des fongicides pendant/après l'application

Application : Feuillage & baies

Sol : peu (20 à 30 %)

Dérive : grosse inquiétude du public

Post application :

Lessivage parties traitées → sol

Action Fongicides

Souvent translaminaires,

peu/pas systémiques

→ Peu/pas de transfert intra-plante

→ Reste sur/dans feuilles ou baies

Des herbicides pour protéger la vigne contre les adventices

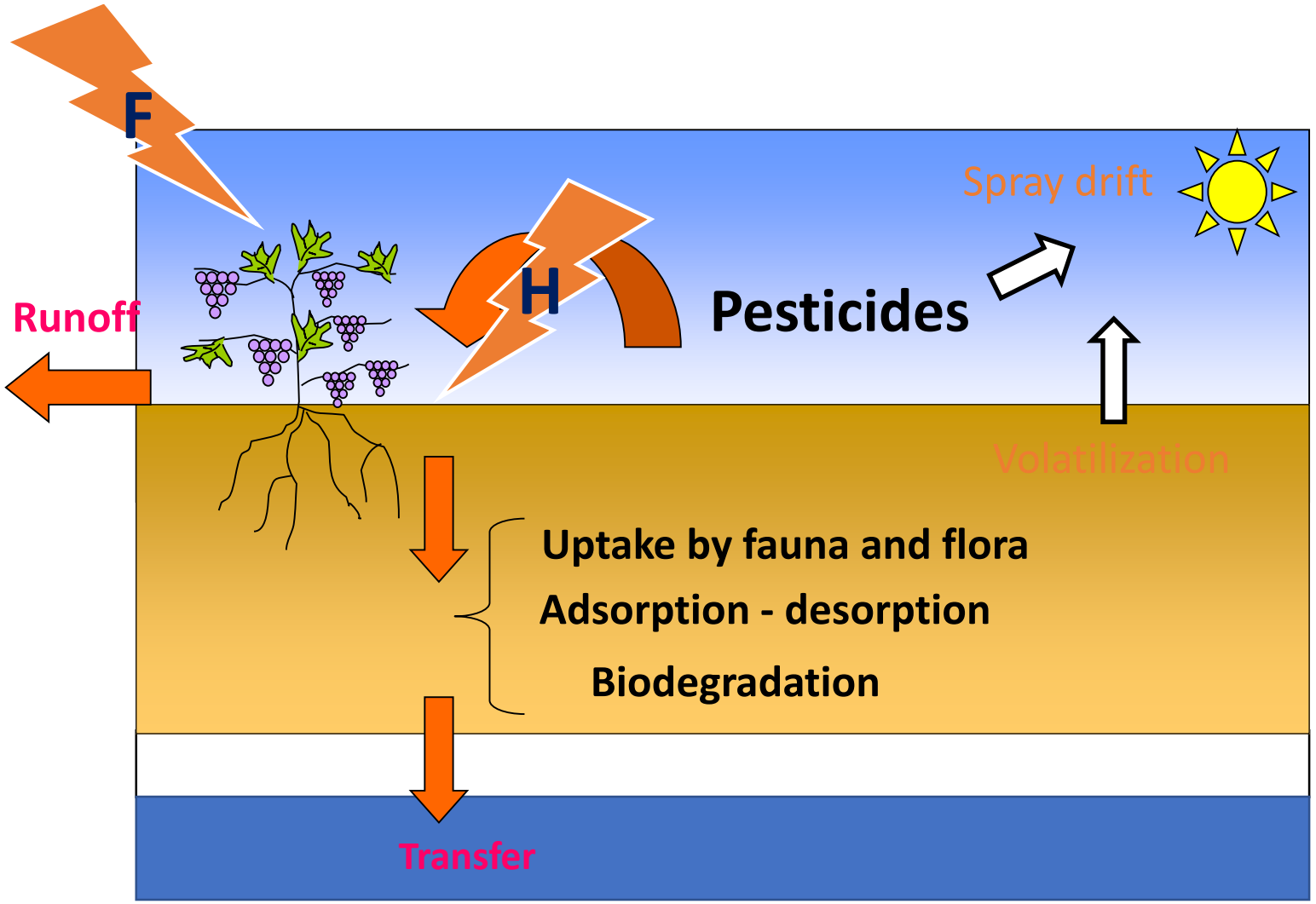
- Pourquoi ?
  - Compétition (eau, nutriments…)
  - Herbes → humidité
  - Herbes → hôtes intermédiaires de maladies
- Où ?
  - Préventif (ex. Flumioxazine) → sol
  - Curatif (ex. Glyphosate) → adventices au sol

INRAE

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Le pesticide au vignoble – devenir ?



Passage au raisin puis au vin

- Surexposition médiatique : Rôle de la presse

- Enquête « Que choisir »
  - Comparaison 2013 – 2018 grands vins de Bordeaux
  - En 4 ans baisse des concentration moyenne de résidus
    - LRVF : 268 g/L à 91 g/L
    - Les Echos : 268 µg/L à 91 µg/L

LA REVUE DU VIN DE FRANCE

Les Echos

Passage au raisin puis au vin

- Publications scientifiques
  - Pablo Cabras (U Cagliari)
  - Récent Schusterova et al
    - 406 pesticides recherchés
    - 49 échantillons de vins et de raisins

foods

Article

Pesticide Residues and Their Metabolites in Grap from Conventional and Organic Farming System

Dana Schusterova, Jana Hajslova, Vladimir Kocourek and Jana Pulkrabova *

Table 2. The limits of quantification, MRLs and minimum and maximum concentrations of detected pesticides in tested grapes and wines from conventional production.

		GRAPES				WINES			
		Concentration of Residues [mg/kg]				Concentration of Residues [mg/kg]			
Analyte (f/i) [1]	LOQ [mg/kg]	N	Minimum	Maximum	MRL [2]	N	Minimum	Maximum	MRL [3]
acetamiprid (i)	0.001	2	0.076	0.138	0.5	0	0	0	0.5
ametoctradin (f)	0.001	2	0.002	0.002	6	0	0	0	6
azoxystrobin (f)	0.001	1	0.07	0.07	3	0	0	0	3
benalaxyl (f)	0.001	0	0	0	0.3	2	0.001	0.002	0.3
BAC C12 (f)	0.001	0	0	0	0.1	1	0.005	0.005	0.1
boscalid (f)	0.001	9	0.009	1.070	5	9	0.001	0.056	5
carbendazim (f)	0.001	0	0	0	0.3	1	0.001	0.001	0.5
cyhalothrin-lambda (i)	0.01	1	0.024	0.024	0.08	0	0	0	0.2
cyprodinil (f)	0.001	4	0.010	0.300	3	1	0.014	0.014	3
DDAC (f)	0.001	1	0.028	0.028	0.1	0	0	0	0.1
difenoconazole (f)	0.001	2	0.001	0.002	3	0	0	0	3
dimethomorph (f)	0.001	4	0.001	0.007	3	6	0.001	0.009	3
famoxadone (f)	0.002	3	0.004	0.037	2	0	0	0	2
fenhexamid (f)	0.002	4	0.101	1.110	15	11	0.003	0.086	15
fenpropidin (f)	0.001	0	0	0	0.01	1	0.009	0.009	0.01
fenpyrazamine (f)	0.001	0	0	0	3	1	0.027	0.027	3
fludioxonil (f)	0.001	4	0.007	0.219	5	1	0.001	0.001	4
fluopicolide (f)	0.001	1	0.002	0.002	2	4	0.004	0.004	2
fluopyram (f)	0.001	3	0.006	0.081	1.5	6	0.001	0.023	1.5
imidacloprid (i)	0.001	2	0.001	0.002	1	0	0	0	1
iprovalicarb (f)	0.001	1	0.002	0.002	2	10	0.002	0.059	2
kresoxim-methyl (f)	0.001	2	0.001	0.002	1.5	1	0.002	0.002	1.5
mandipropamide (f)	0.002	0	0	0	2	2	0.002	0.002	2
mepanipyrim (f)	0.001	2	0.001	0.001	2	0	0	0	2
meptyldinocap (f)	0.001	1	0.04	0.04	1	0	0	0	1
metalaxyl (f)	0.001	0	0	0	2	8	0.001	0.069	1
methoxyfenozide (i)	0.001	1	0.024	0.024	1	7	0.001	0.012	1
metrafenone (f)	0.001	0	0	0	7	1	0.001	0.001	7
myclobutanil (f)	0.001	3	0.002	0.012	1.5	1	0.001	0.001	1.5
paclobutrazole (f)	0.001	0	0	0	0.01	1	0.002	0.002	0.01
penconazole (f)	0.001	5	0.002	0.044	0.5	0	0	0	0.5
proquinazid (f)	0.001	1	0.097	0.097	0.5	0	0	0	0.5
pyraclostrobin (f)	0.001	1	0.164	0.164	1	0	0	0	2
pyrimethanil (f)	0.001	5	0.002	1.440	5	7	0.007	0.048	5
quinoxyfen (f)	0.001	3	0.001	0.003	1	0	0	0	1
spiroxamine (f)	0.001	0	0	0	0.6	1	0.003	0.003	0.5
tebuconazole (f)	0.002	3	0.002	0.034	0.5	1	0.007	0.007	1
tebufenozide (i)	0.001	0	0	0	4	1	0.013	0.013	4
tetraconazole (f)	0.002	1	0.002	0.002	0.5	0	0	0	0.5
thiophanate-methyl (f)	0.001	0	0	0	0.1	1	0.001	0.001	3
trifloxystrobin (f)	0.001	2	0.015	0.028	3	0	0	0	3

[1] (i)—insecticide; (f)—fungicide; [2] MRLs apply to table grapes (0151010) [23]; [3] MRLs apply to wine grapes (0151020) [23]. MRL: maximum residue level; LOQ: limit of quantification.

INRAE

Pour la recherche en Environnement

CHAMPAGNE-ARDENNE

Passage au raisin puis au vin

- Résultats
  - 41 molécules retrouvées
    - 38 F et 3 I
    - Détections
      - Fruits 74
      - Vins 86 (pas de i)
    - Toujours < LMR
    - Vin :
      - Boscalid, fenhexamid, Iprovalicarbe…
    - Transfert raisin → vin
      - K_{ow}, solubilité, process (macération)

Table 2. The limits of quantification, MRLs and minimum and maximum concentrations of detected pesticides in tested grapes and wines from conventional production.

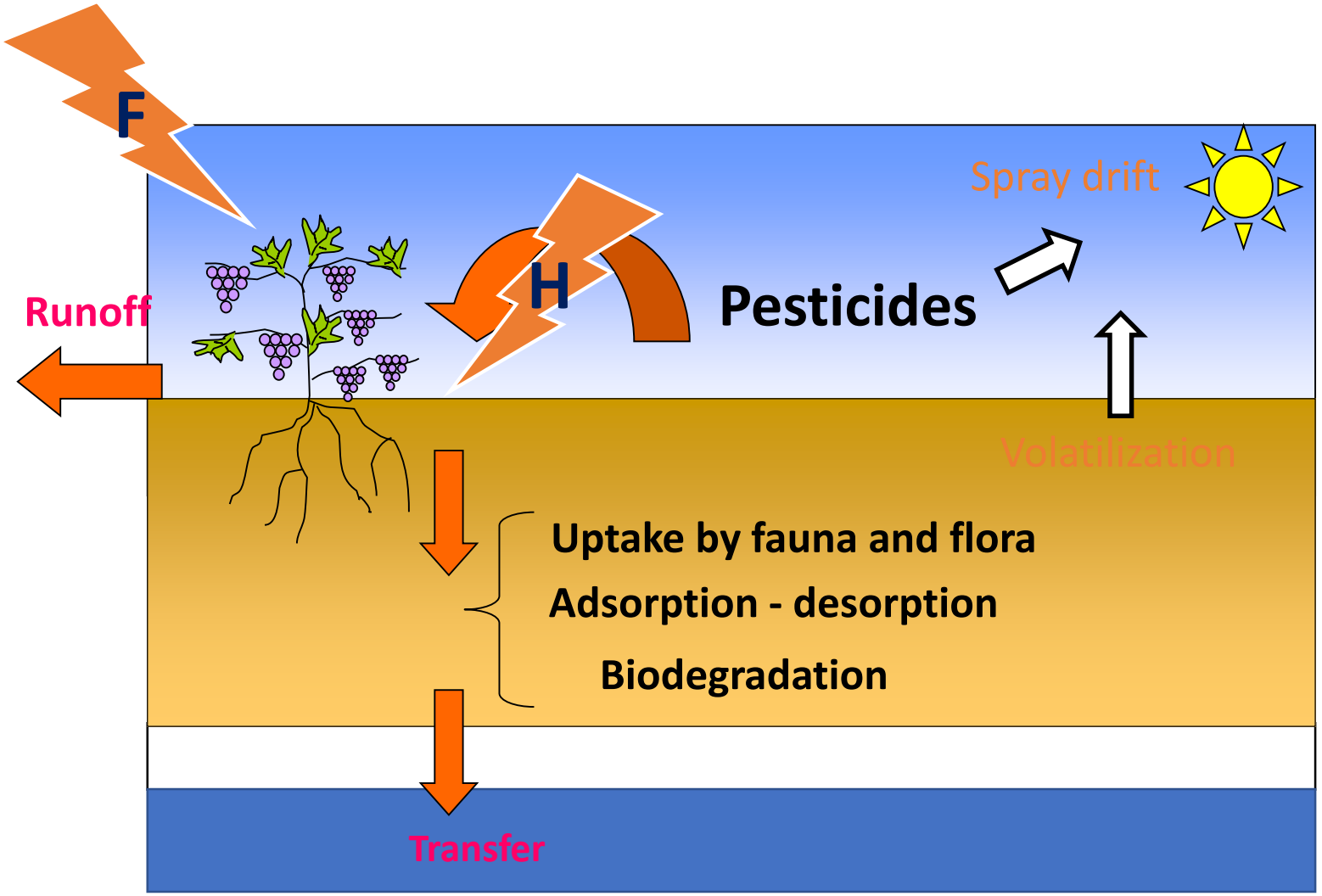
		GRAPES				WINES			
		Concentration of Residues [mg/kg]				Concentration of Residues [mg/kg]			
Analyte (f/i) [1]	LOQ [mg/kg]	N	Minimum	Maximum	MRL [2]	N	Minimum	Maximum	MRL [3]
acetamiprid (i)	0.001	2	0.076	0.138	0.5	0	0	0	0.5
ametoctradin (f)	0.001	2	0.002	0.002	6	0	0	0	6
azoxystrobin (f)	0.001	1	0.07	0.07	3	0	0	0	3
benalaxyl (f)	0.001	0	0	0	0.3	2	0.001	0.002	0.3
BAC C12 (f)	0.001	0	0	0	0.1	1	0.005	0.005	0.1
boscalid (f)	0.001	9	0.009	1.070	5	9	0.001	0.056	5
carbendazim (f)	0.001	0	0	0	0.3	1	0.001	0.001	0.5
cyhalothrin-lambda (i)	0.01	1	0.024	0.024	0.08	0	0	0	0.2
cyprodinil (f)	0.001	4	0.010	0.300	3	1	0.014	0.014	3
DDAC (f)	0.001	1	0.028	0.028	0.1	0	0	0	0.1
difenoconazole (f)	0.001	2	0.001	0.002	3	0	0	0	3
dimethomorph (f)	0.001	4	0.001	0.007	3	6	0.001	0.009	3
famoxadone (f)	0.002	3	0.004	0.037	2	0	0	0	2
fenhexamid (f)	0.002	4	0.101	1.110	15	11	0.003	0.086	15
fenpropidin (f)	0.001	0	0	0	0.01	1	0.009	0.009	0.01
fenpyrazamine (f)	0.001	0	0	0	3	1	0.027	0.027	3
fludioxonil (f)	0.001	4	0.007	0.219	5	1	0.001	0.001	4
fluopicolide (f)	0.001	1	0.002	0.002	2	4	0.004	0.004	2
fluopyram (f)	0.001	3	0.006	0.081	1.5	6	0.001	0.023	1.5
imidacloprid (i)	0.001	2	0.001	0.002	1	0	0	0	1
iprovalicarb (f)	0.001	1	0.002	0.002	2	10	0.002	0.059	2
kresoxim-methyl (f)	0.001	2	0.001	0.002	1.5	1	0.002	0.002	1.5
mandipropamide (f)	0.002	0	0	0	2	2	0.002	0.002	2
mepanipyrim (f)	0.001	2	0.001	0.001	2	0	0	0	2
meptyldinocap (f)	0.001	1	0.04	0.04	1	0	0	0	1
metalaxyl (f)	0.001	0	0	0	2	8	0.001	0.069	1
methoxyfenozide (i)	0.001	1	0.024	0.024	1	7	0.001	0.012	1
metrafenone (f)	0.001	0	0	0	7	1	0.001	0.001	7
myclobutanil (f)	0.001	3	0.002	0.012	1.5	1	0.001	0.001	1.5
paclobutrazole (f)	0.001	0	0	0	0.01	1	0.002	0.002	0.01
penconazole (f)	0.001	5	0.002	0.044	0.5	0	0	0	0.5
proquinazid (f)	0.001	1	0.097	0.097	0.5	0	0	0	0.5
pyraclostrobin (f)	0.001	1	0.164	0.164	1	0	0	0	2
pyrimethanil (f)	0.001	5	0.002	1.440	5	7	0.007	0.048	5
quinoxyfen (f)	0.001	3	0.001	0.003	1	0	0	0	1
spiroxamine (f)	0.001	0	0	0	0.6	1	0.003	0.003	0.5
tebuconazole (f)	0.002	3	0.002	0.034	0.5	1	0.007	0.007	1
tebufenozide (i)	0.001	0	0	0	4	1	0.013	0.013	4
tetraconazole (f)	0.002	1	0.002	0.002	0.5	0	0	0	0.5
thiophanate-methyl (f)	0.001	0	0	0	0.1	1	0.001	0.001	3
trifloxystrobin (f)	0.001	2	0.015	0.028	3	0	0	0	3

[1] (i)—insecticide; (f)—fungicide; [2] MRLs apply to table grapes (0151010) [23]; [3] MRLs apply to wine grapes (0151020) [23]. MRL: maximum residue level; LOQ: limit of quantification.

Passage au raisin puis au vin

- Logiquement : surtout des fongicides
  - Anti-botrytis
    - Les derniers utilisés dans la saison : Boscalide, Iprodione, Pyriméthanil, Fludioxonyl…
  - Influence du process : plus de détection dans les rouges que dans les blancs - macération
  - Détection/quantification → LMR (Limite Maximale de Résidus)
    - LMR fondées sur le risque : danger x occurrence (très conservative : toutes origines confondues et personnes les plus fragiles)
    - LMR définies pour tous les pesticides autorisés en Europe
    - Non autorisé : LMR = 0 mg/kg → Attention à l'export (ex. Procymidone)
    - Problème : LMR Définies sur les fruits – pas sur le vin (produit fini)
    - Transformation → influence concentration – en général baisse pour le vin

Le pesticide au vignoble – le sol, compartiment intermédiaire

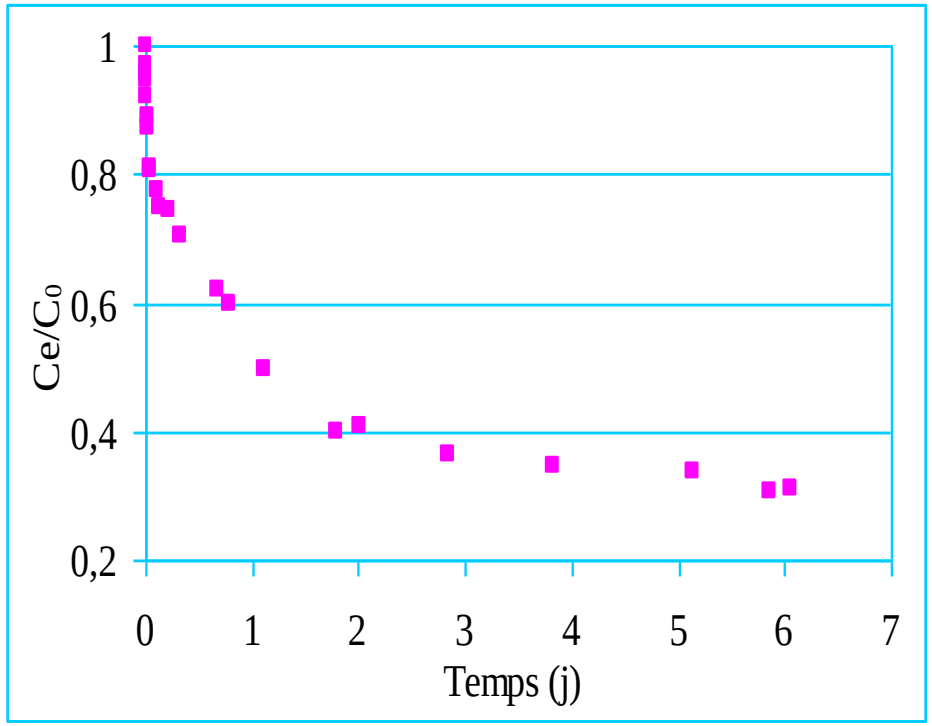


Biodisponibilité

- Mélange sol / eau /pesticide ?

Evolution de la concentration de pesticides dissout dans un mélange sol/eau.

C_e = concentration mesurée
C_0 = concentration à t = 0

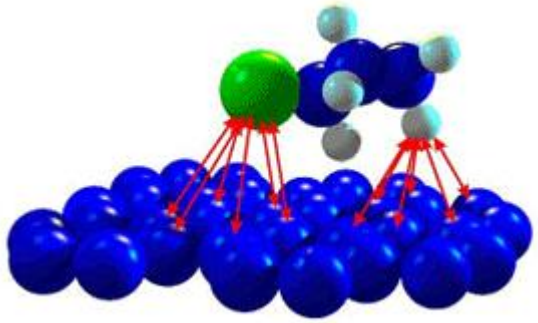


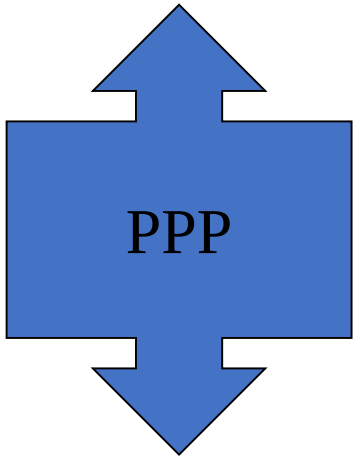
Le pesticide disparait de la solution.

→ Où est-il ?

Biodisponibilité

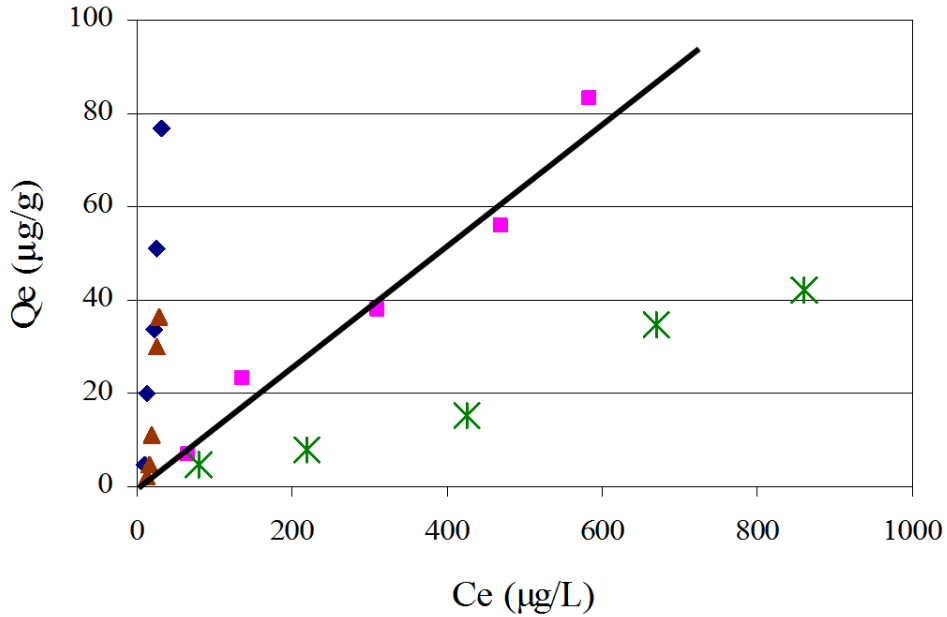
- Particule de sol





- équilibre

→ $K_D = Qe / Ce$

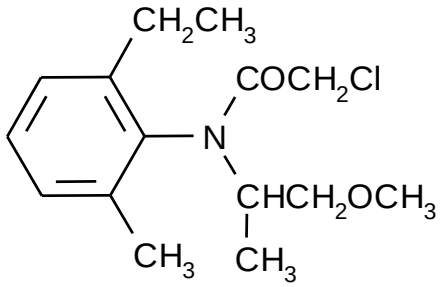


- Eau du sol
  - Liaisons faible énergie
  - Souvent en lien avec lipophilie

    (pas toujours : Glyphosate)

Adsorption et biodisponibilité

Adsorption



Pesticide

Transfert

Biodisponible

Volatilisation

Effet / toxicité

Microorganismes

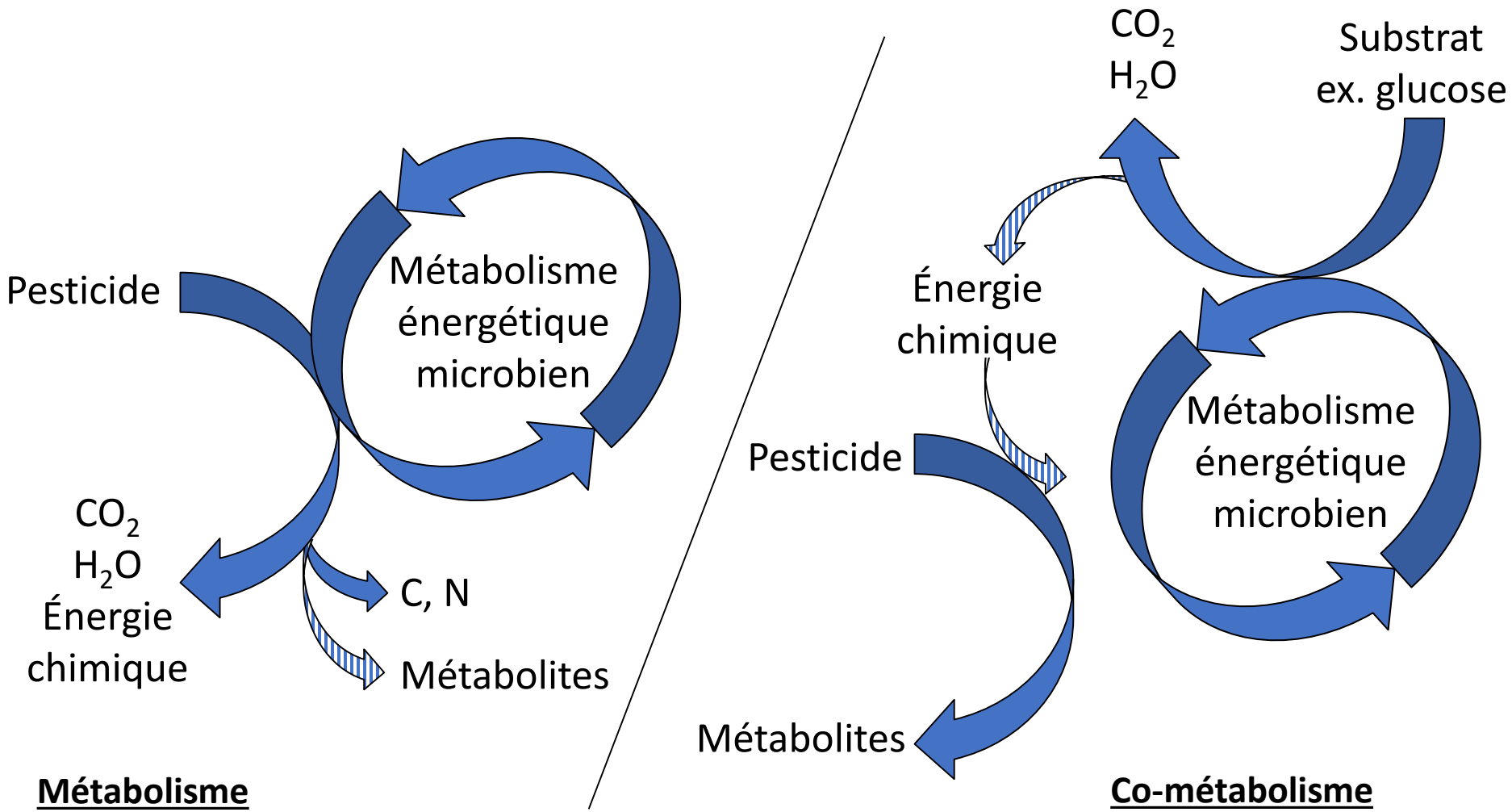
Plantes / animaux

Dégradation

Dégradation

- Dégradation biotique
  - De loin la plus importante.
  - Organismes
    - Bactéries
    - Champignons
    - Plantes et animaux
  - Fonction de la biomasse microbielle
    - Corrélée à la teneur en matière organique du sol
    - Jusqu'à un certain point – pb. Adsorption corrélation inverse
    - Idéal : 1,5 % à 3,5 % de MO

Métabolisme et cométabolisme



La dégradation microbienne d'un pesticide par métabolisme et co-métabolisme.

L'eau du robinet

- D'où vient-elle ?
- Doit être potable !

  → Normes de potabilité :

  - Bactériologie : risque → norme.
  - Nitrates : risque → norme.
  - Pesticides : norme = zéro ou capacité analytique (fin des années 1980)

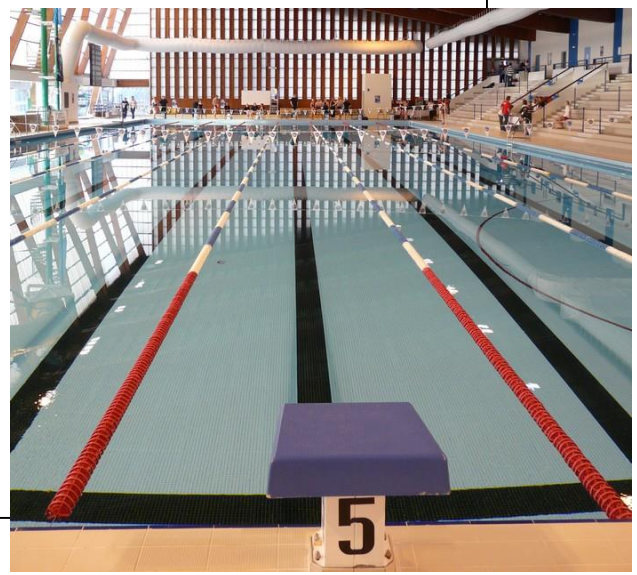
    → 0,1 µg/L (ou 0,5 µg/L pour la somme)

Les normes dans les eaux

- Les pesticides (eau potable + souterraine)
  - 0,1 µg / L par substance
    - → 1 morceau de sucre (5 g) dans 5 10^7 L ou 50000 m^3
  - 0,5 µg / L pour la somme des substances

- de surface) :
  - abilisable)

= une piscine de
100 m x 2 m x 250 m
= 25 piscines olympiques



L'eau du robinet

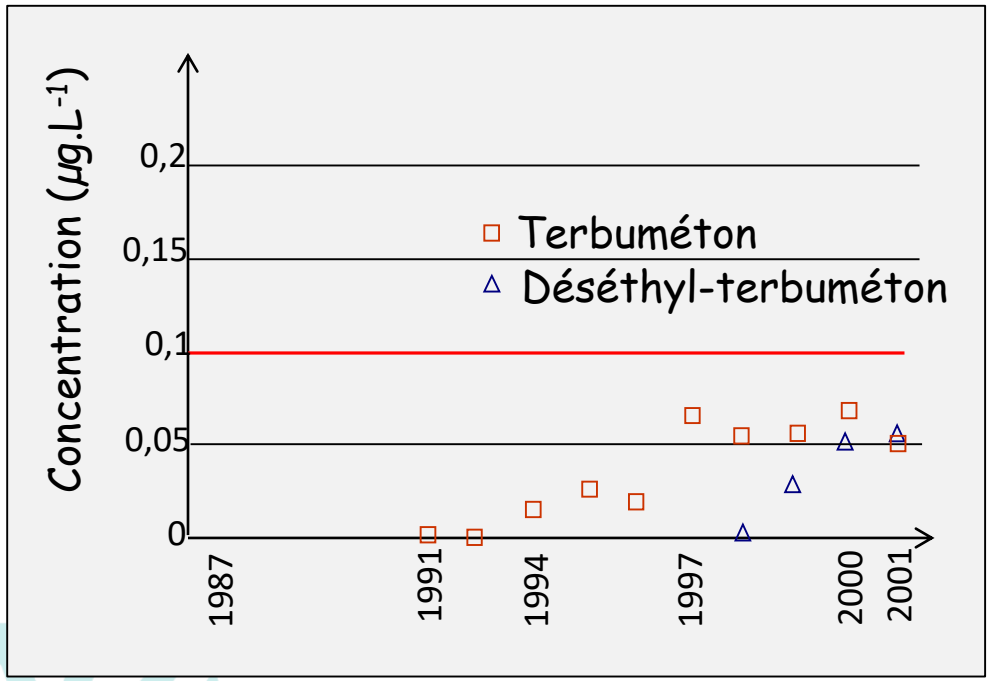
- D'où vient-elle ?
- Doit être potable !
- Normes de potabilité :
  - Bactériologie : risque → norme.
  - Nitrates : risque → norme.
  - Pesticides : norme = zéro ou capacité analytique (fin des années 1980)
    → 0,1 µg/L (ou 0,5 µg/L pour la somme)

- Capacités analytiques actuelles : ng/L pour beaucoup de molécules !
- Années 1990 : « on ne trouve ce que l'on cherche »
  → aujourd'hui multi-résidus.

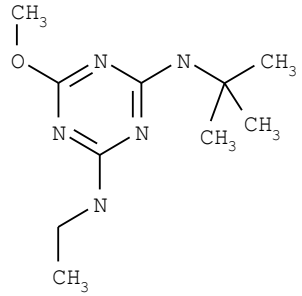
- Molécules détectées / quantifiées dans presque toutes les eaux.

Etude de cas en Champagne

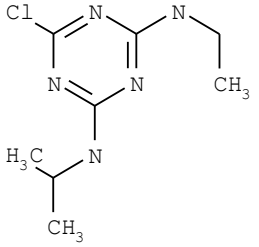
- Problème :
  - Pesticides dans l'eau du robinet
  - Non-conformités récurrentes



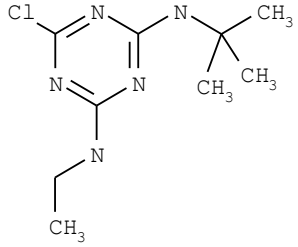
Spécial Champagne



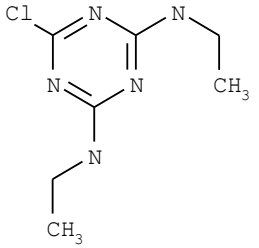
Terbuméton + 1 met



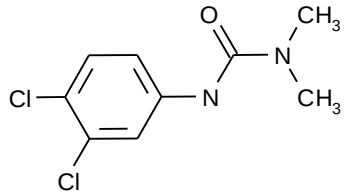
Atrazine + 2 met



Terbuthylazine + 1 met



Simazine

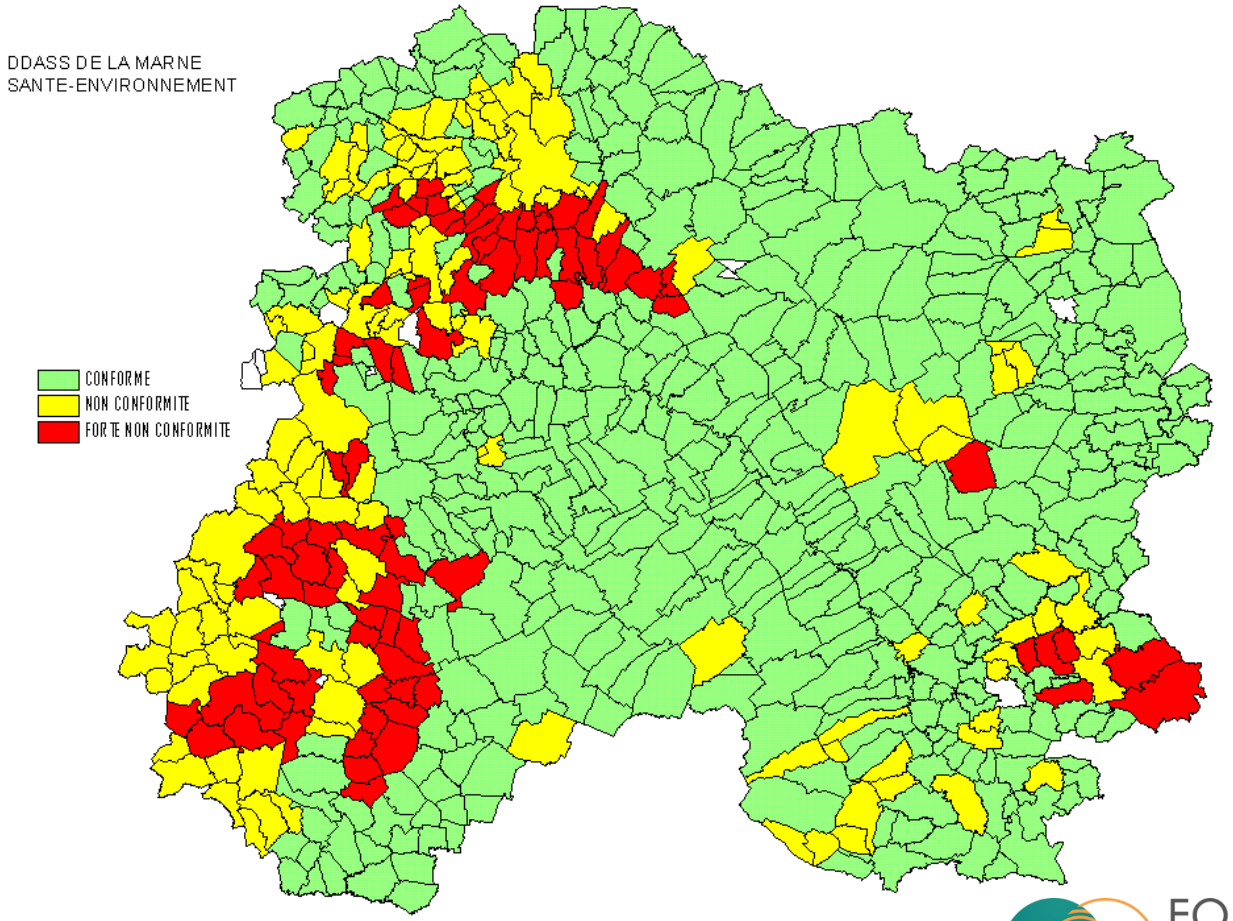


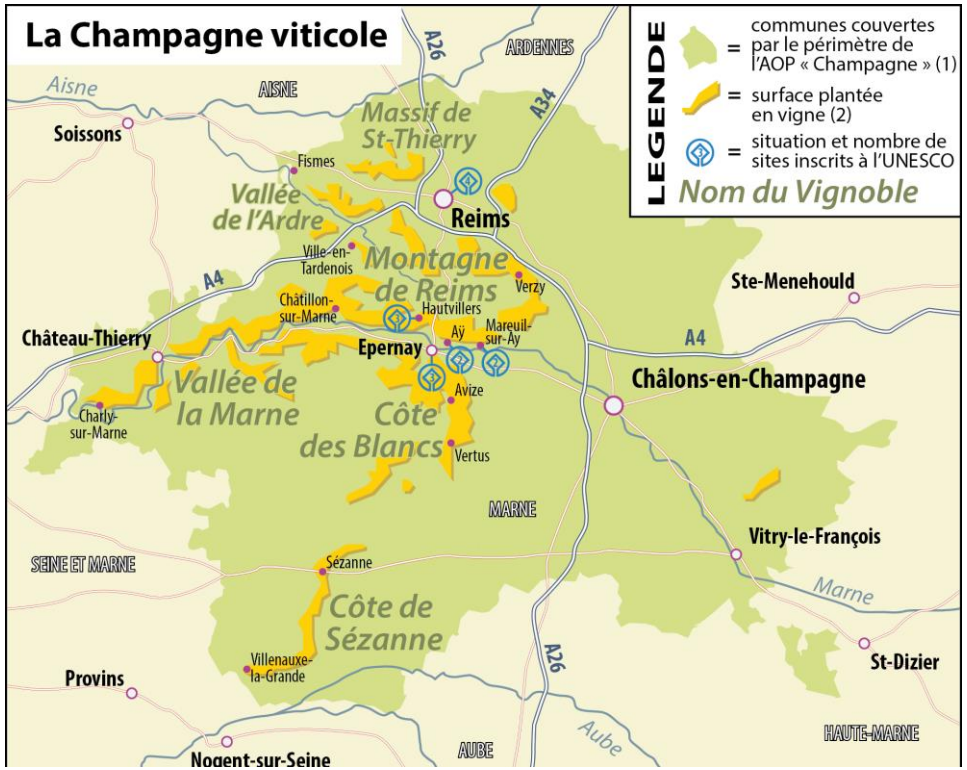
Diuron

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Les non conformités phytosanitaires dans la Marne en 2003





Problème = communes viticoles

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Question posée : Pourquoi cette contamination?

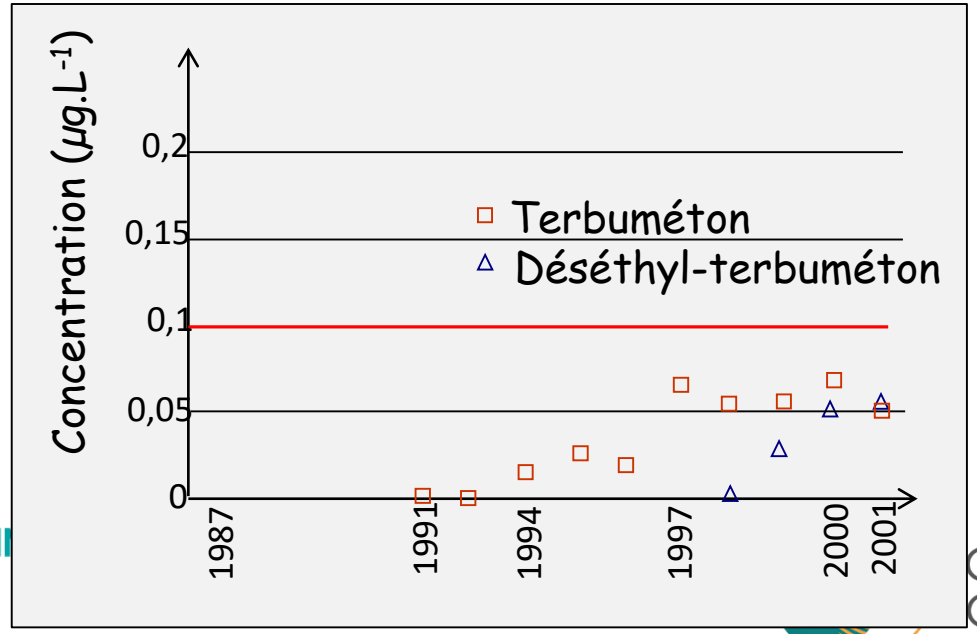
- Pourquoi cet herbicide ?
- Quand ?
- Du vignoble au champs-captants – nappe ?

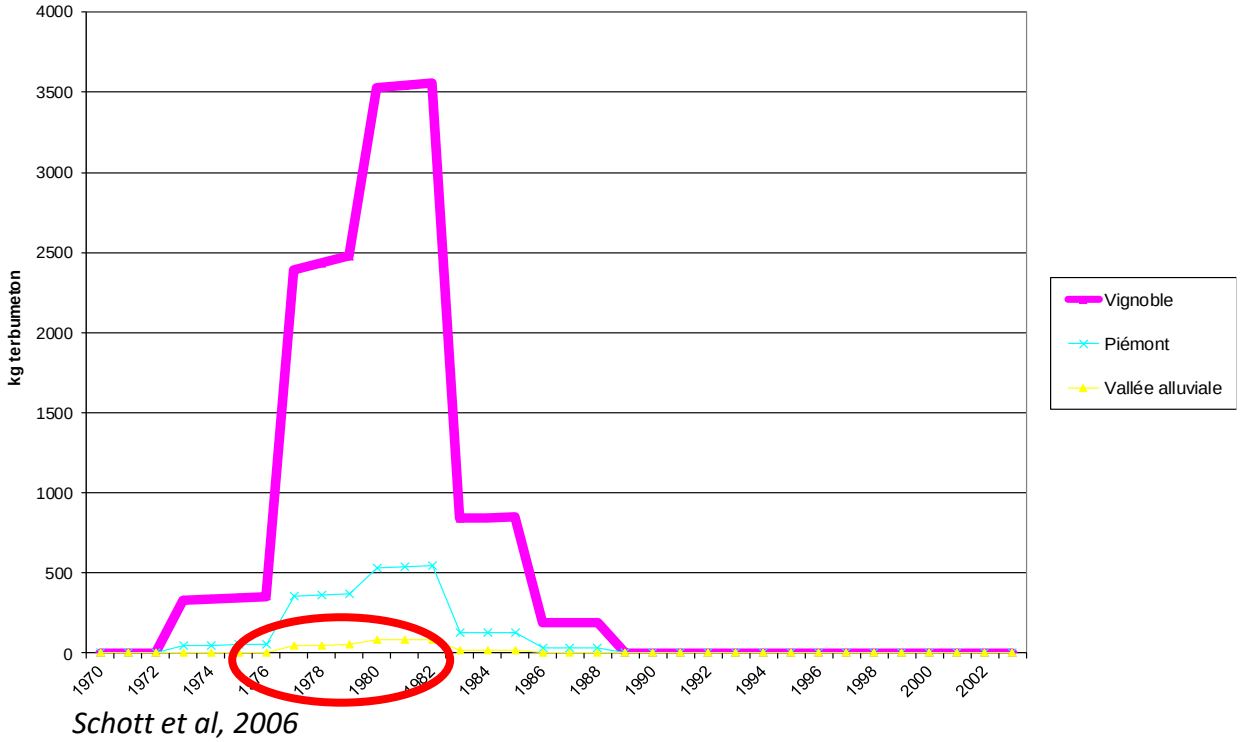
Chronologie de l'utilisation du terbuméton.

- Méthode :
  - Coopératives / CIVC / Viticulteurs
  - Enquêtes – ventes – usages – carnets de traitement

→ 1976 à 1982

→ Décalage important entre apparition dans les nappes et l'utilisation du produit.





Schott et al, 2006

Rétention dans les sols du vignoble

- Détermination de K_D pour l'herbicide et son métabolite

Soil + pesticide solution

↓

Equilibrium between solid and liquid phases

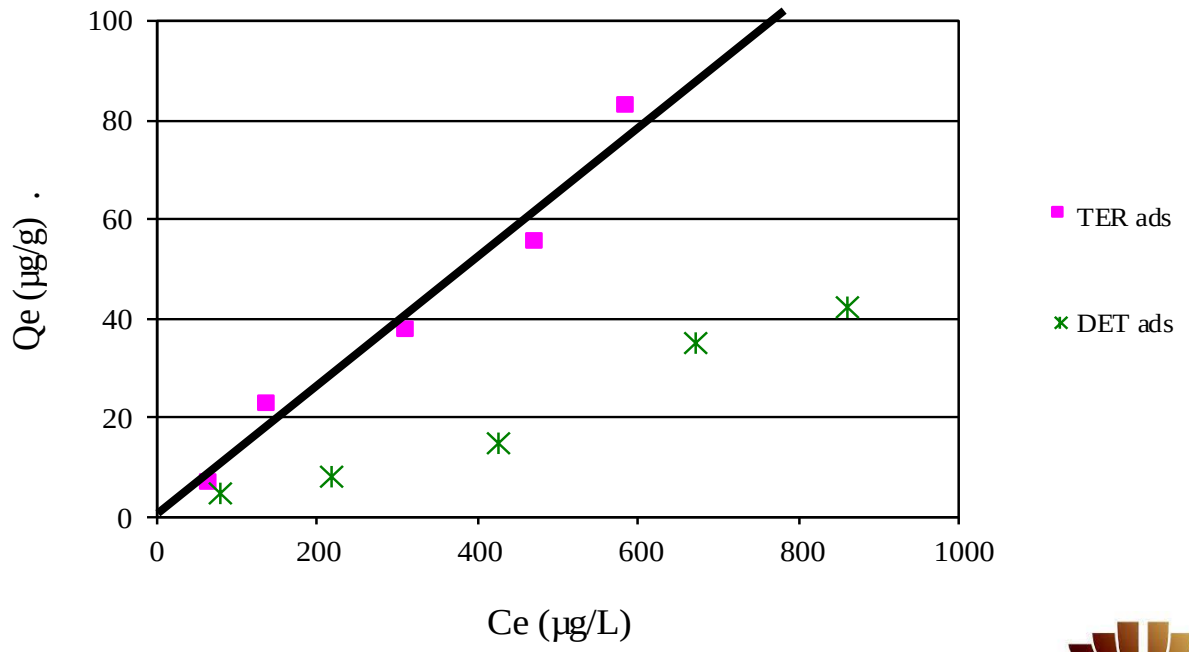
↓

Concentration in the liquid phase (Ce)

↓

Concentration in the solid phase (Qe)

Adsorption : K_D = (Qe / Ce)



INRAE

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Désorption dans les sols du vignoble

- Détermination de $K_{D\ des}$ pour l'herbicide et son métabolite

Soil / pesticide + clear water (6)

↓

Equilibrium between solid and liquid phases

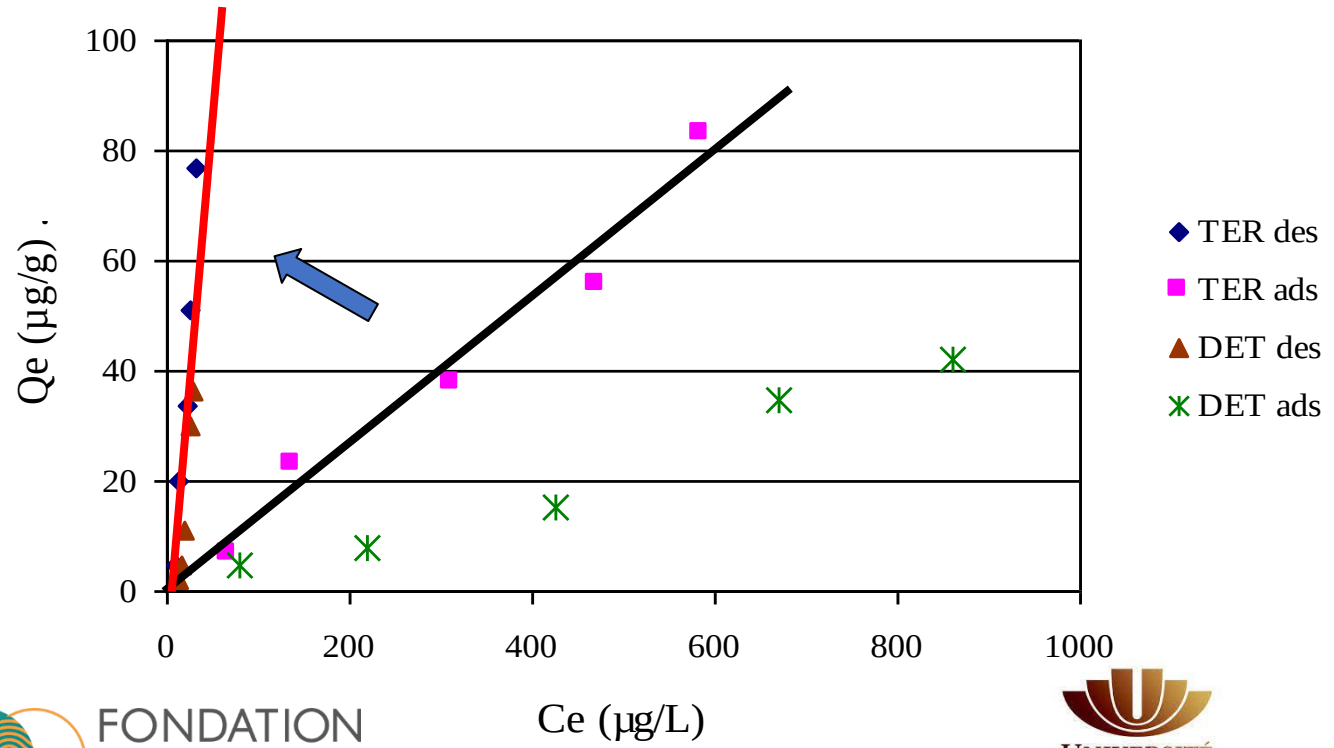
↓

Concentration in the liquid phase (Ce)

↓

Concentration in the solid phase (Qe)

Désorption : $K_{D\ des}$ >> $K_{D\ ads}$



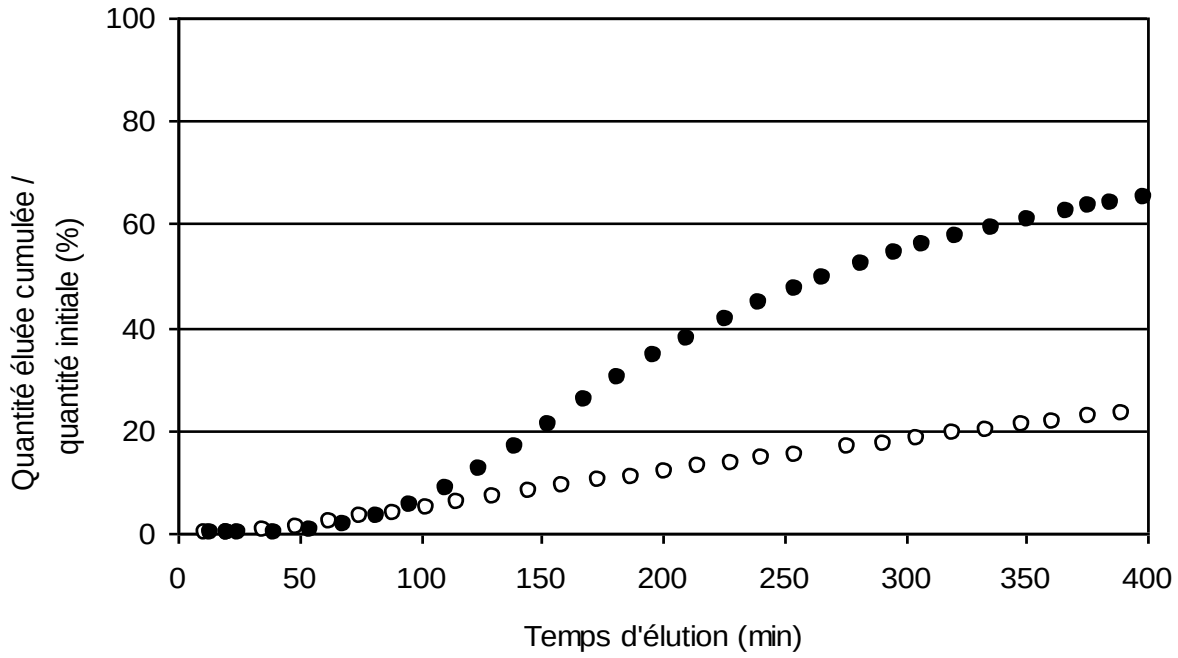
INRAE

FONDATION ROVALTAIN
Pour la recherche en Environnement

UNIVERSITÉ DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Différence entre adsorption et désorption

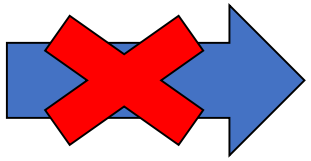
- K_D différents → lixiviation en colonne – influence du vieillissement.



Effet du vieillissement sur l'élution du terbuméton. L'élution du terbuméton est commencée 15 h (●) ou 360 h (○) après la mise en contact du sol et du pesticide.

Conclusion de l'étude de cas

- Décalage très important entre utilisation et pollution des nappes.
- Apparition du DET après 5 ans.
- Adsorption plus facile que désorption.
- Rétention très longue dans le sol puis transfert vers les nappes.

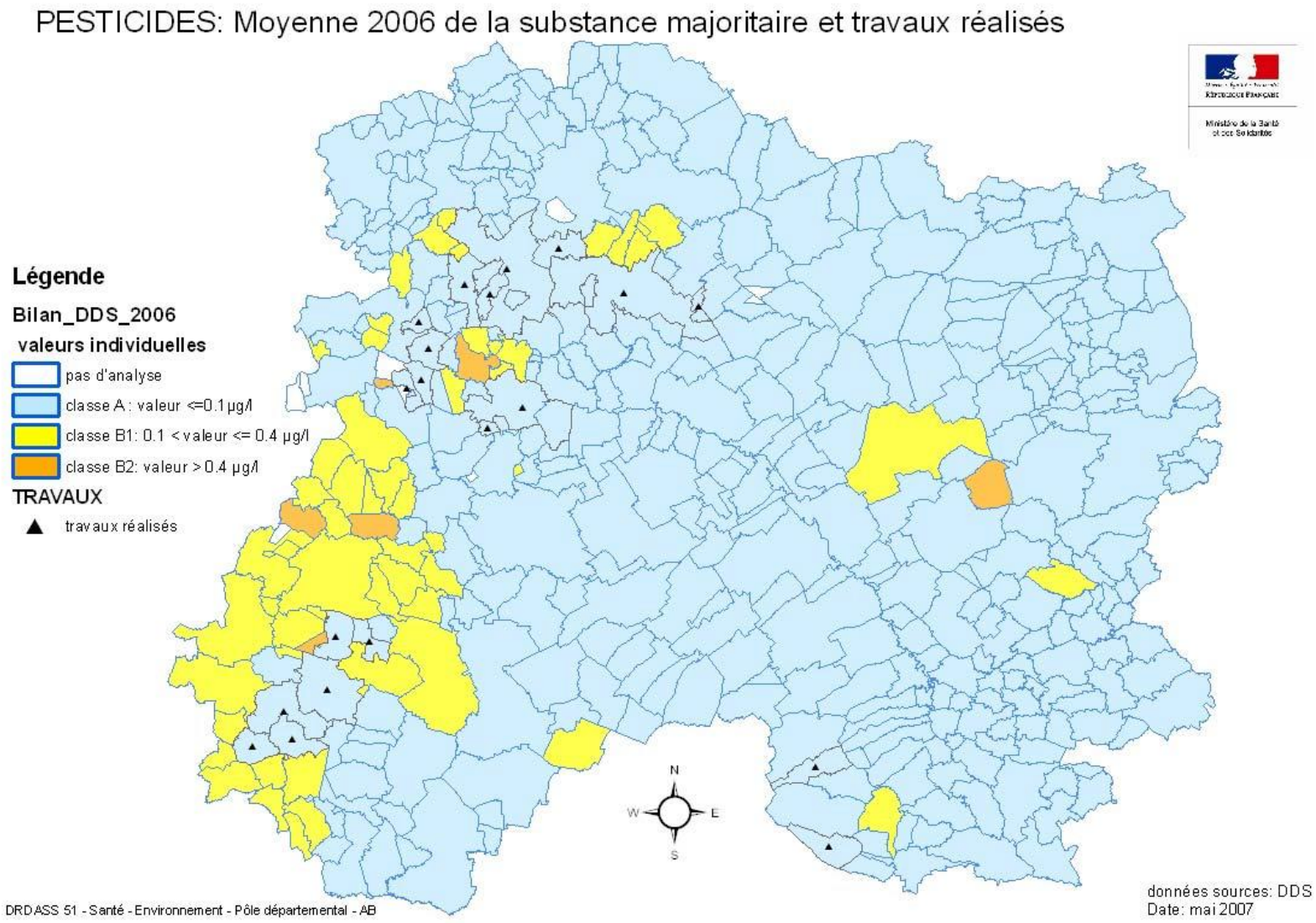
Changements de pratiques  effet immédiat ?

Comment remédier ?

- Solution Aval : Usine des eaux – traitement
  - Coût – solution pas durable mais nécessaire dans l'immédiat
  - Permis de polluer
  - Très cher (ex petites communautés de communes)

- Solutions Amont : Aménagement / Changement des pratiques
  - Entrainement du ruissellement dans des bassins +/- phytoremédiation
  - Enherbement – utilisation raisonnée des produits…
  - Changement de molécules – triazines / phényl-urées…
  - Stimulateur des défenses des plantes
  - Phéromones (ex. Rak)

La situation s'améliore



Merci pour votre attention, et place à la discussion !!!!

© Alice Green

La gestion des non conformités (pesticides)

Norme sanitaire : Vmax

Calcul de Vmax – ANSES (Agence Nationale de SEcurité Sanitaire)

VTR (Valeur Toxicologique de Référence – chronique)

- Différents organismes, ex. US-EPA, OMS
- Danger / NOAEL
- Expositions
- Incertitude (populations sensibles)
- Scenario : Ingestion de 2 L eau / jour pour 60 kg

→ Vmax = 1 à 10 % de la VTR

BO Santé, février 2011 : *« L'Anses estime ainsi que l'ingestion pendant la vie entière d'une eau contenant un pesticide à une concentration inférieure ou égale à la valeur sanitaire maximale (Vmax) n'entraîne, sur la base des critères toxicologiques retenus et en l'état actuel des connaissances, aucun effet néfaste pour la santé. »*

Vmax des pesticides

(Source : Ministère chargé de la santé, 2013)

Pesticides	Vmax (µg/L)	Pesticides	Vmax (µg/L)
1,2-Dichloropropane	40	Fomesafen	7,5
2,4-D	30	Glufosinate	60
2,4-MCPA	2	HCH bêta	0,1
2,6-Dichlorobenzamide	66	HCH gamma (= lindane)	2
Acide benzoïque	15 000	Heptachlore époxide	0,03
Acétochlore	60	Hexachlorobenzène	0,05
Alachlore	2	Hexachlorobutadiène	0,6
Alachlore ESA	50	Hexaconazole	15
Alachlore OXA	50	Hexazinone	99
Aldicarbe	10	Imazalile	75
Aldrine et dieldrine (somme)	0,03	Imazaméthabenz	180
Améthryne	216	Imidaclopride	180
Amidosulfuron	600	Ioxynil	15
Aminotriazole (= amitrole)	3	Iprodione	180
AMPA et glyphosate (somme)	900	Isoproturon	9
Atrazine	60	Lenacile	420
Atrazine-déisopropyl (= déséthyl simazine)	60	Linuron	9
Atrazine déséthyl	60	Malathion	90
Atrazine déséthyl déisopropyl	60	Mécoprop	10
Atrazine-2-hydroxy	120	Mepiquat	600
Bentazone	300	Métalaxyle	240
Boscalid	120	Métalaxyl-M	240
Bromuconazole	30	Métaldehyde	60
Bromacil	390	Métamitrone	75
Carbendazime	60	Métazachlore	108
Carbétamide	180	Méthidathion	3
Carbofuran	3	Métolachlore	10
Chlordécone	1,5	Métolachlore ESA	510
Chlorfenvinphos	1,5	Métolachlore OXA	510
Chlorothalonil	45	Métribuzine	40
Chlorpyriphos éthyl	30	Metsulfuron méthyl	660
Chlortoluron	30	Monolinuron	9
Chlorure chlorméquat	120	Napropamide	375
Clomazone	400	Nicosulfuron	1200
Clopyralid	450	Norflurazon	60
Cyanazine	0,6	Norflurazon desméthyl	45
Cymoxanyl	48	Oxadiazon	10,8
Cyprodinil	90	Oxadixyl	30
Diazinon	0,6	Oxydéméton méthyl	1
Dicamba	90	Paraquat	15
Dichlobénil	30	Parathion méthyl	9
Dichlorprop	110	Piclorame	900
Dichlorvos	0,24	Piperonil butoxide	600
Diethofencarbe	300	Procymidone	84
Dimétachlore	300	Prométhrine	12
Diméthénamide	60	Propazine	60
Diméthomorphe	150	Propoxur	60
Dinoseb	3	Propyzamide	255
Diquat	6	Prosulfuron	60
Diuron	21	Pyridate	108
Ethion	6	Quimerac	240
Endosulfan alpha	180	Simazine	2
Epoxiconazole	24	Simazine hydroxy	2
Ethofumésate	210	Sulcotrione	21
Fénamidone	90	Terbuméton	225
Fénoprop	9	Terbuthylazine	7
Fenpropidin	15	Terbuthylazine déséthyl	12
Fenpropimorphe	9	Terbuthylazine hydroxy	12
Flazasulfuron	40	Tébuconazole	90
Fluorochloridone	60	Terbutryne	3
Fluroxypyr	2400	Thirame	30
Fluroxypirmetpyl	2400	Triclopyr	90
Flusilazole	3	Vinchozoline	30
Folpel	300		

Vmax des pesticides

(Source : Ministère chargé de la santé, 2013)

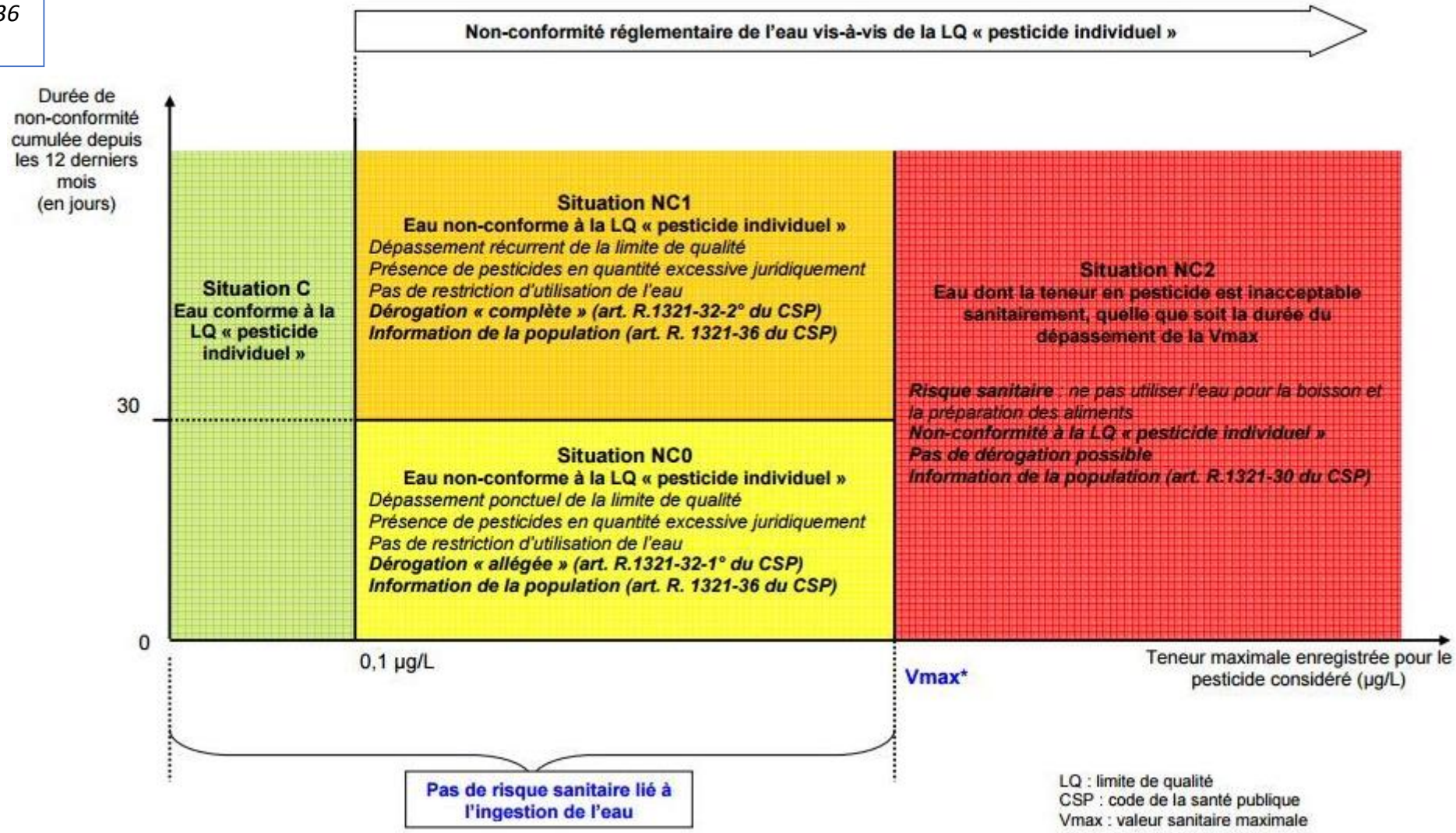
Pesticides	Vmax (µg/L)	Pesticides	Vmax (µg/L)
Diazinon	0,6	Oxydéméton méthyl	1
Dicamba	90	Paraquat	15
Dichlobénil	30	Parathion méthyl	9
Dichlorprop	110	Piclorame	900
Dichlorvos	0,24	Piperonil butoxide	600
Diethofencarbe	300	Procymidone	84
Dimétachlore	300	Prométhrine	12
Diméthénamide	60	Propazine	60
Diméthomorphe	150	Propoxur	60
Dinoseb	3	Propyzamide	255
Diquat	6	Prosulfuron	60
Diuron	21	Pyridate	108
Ethion	6	Quimerac	240
Endosulfan alpha	180	Simazine	2
Epoxiconazole	24	Simazine hydroxy	2
Ethofumésate	210	Sulcotrione	21
Fénamidone	90	Terbuméton	225
Fénoprop	9	Terbuthylazine	7
Fenpropidin	15	Terbuthylazine déséthyl	12
Fenpropimorphe	9	Terbuthylazine hydroxy	12
Flazasulfuron	40	Tébuconazole	90
Flurochloridone	60	Terbutryne	3
Fluroxypir	2400	Thirame	30
Fluroxypir-meptyl	2400	Triclopyr	90
	3	Vinchozoline	30
	300		

Vmax glyphosate / AMPA: 900 µg/L (Anses)

La gestion des dépassements

BO Santé – Protection sociale – solidarité – n°2011/1 (15/02/2011 P355-351) Articles R.1321-26 et R.1321-36 du code de la Santé publique

ANNEXE 1E : représentation schématique des situations possibles de dépassement de la limite de qualité par substance individuelle de pesticide



* Attention, il est possible que la Vmax d'un pesticide soit inférieure à 0,1 µg/L (hexachlorobenzène).