

## ➤ Apports du projet PULSE sur le transfert particulaire des pesticides : intégration de l'érosion dans l'outil de modélisation spatialisée GeoMelba

Nadia Carluer, Fanny Courapied, Jessica Pic, Michaël Rabotin, Claire Lauvernet, Christelle Margoum, Matthieu Masson, Mathieu Fressard

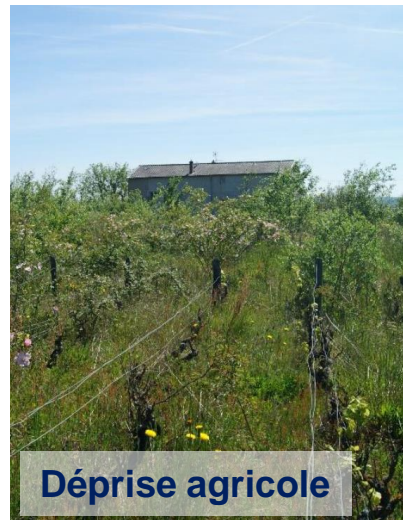
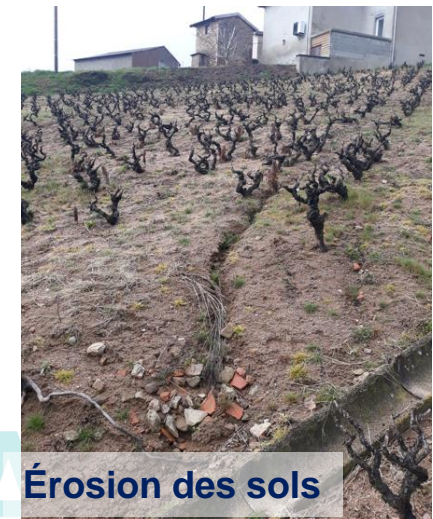
UR RiverLy – INRAE / UMR 5600 EVS Lyon

# ➤ Contexte et problématique de recherche

## Projet PULSE : Paysages, Particules, Pesticides

Dynamiques spatiales et temporelles des transferts de sédiments et de pesticides dans les bassins versants agricoles

- Quelles sont les modalités des transferts de sédiments et de contaminants depuis les parcelles vers les cours d'eau?
- Quels effets des aménagements et des pratiques agricoles sur la connectivité hydro-sédimentaire et les potentialités de transfert des pesticides?
- Quels effets des changements de pratiques / changements d'occupation des sols et comment les anticiper ?

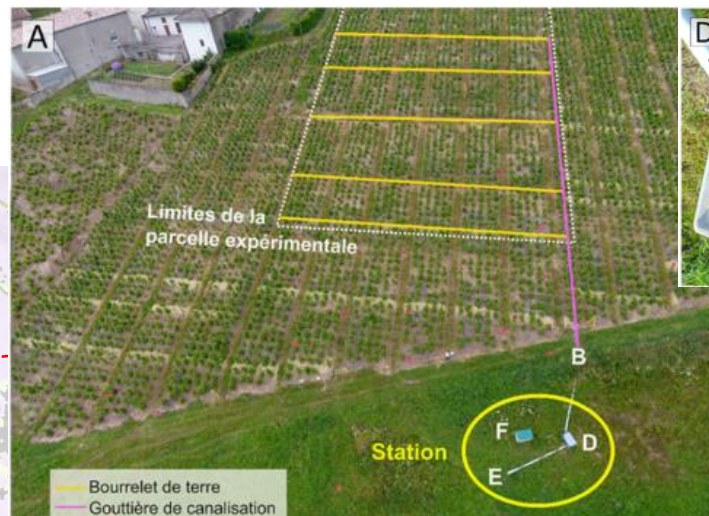
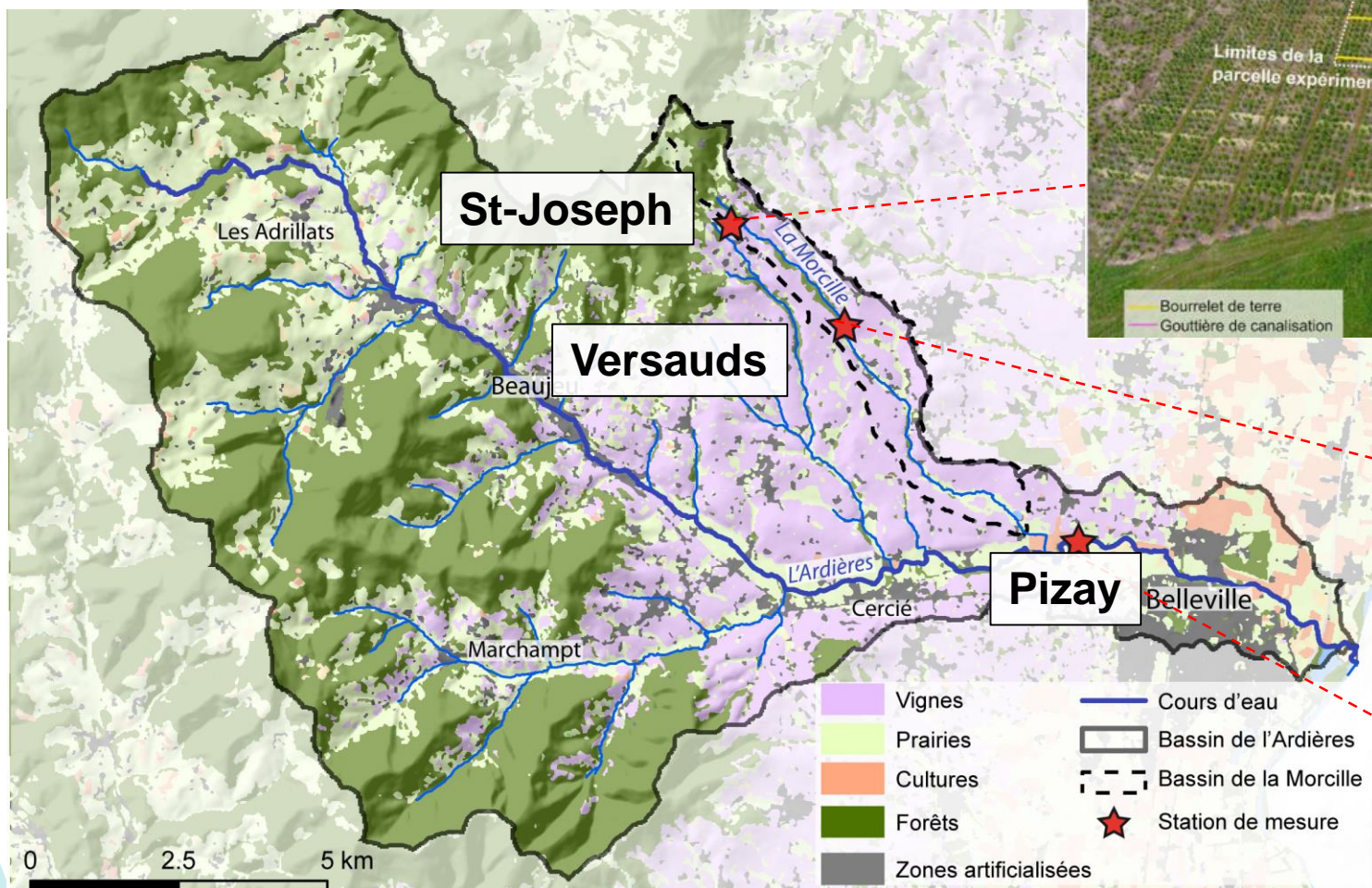


**Contexte du Beaujolais viticole**



# ➤ Suivi des transferts sédimentaires à trois échelles emboîtées

Site Atelier Ardières Morcille (SAAM) : Parcelle (0.3 ha), Sous bassin (3.3 km<sup>2</sup>), Bassin (142 km<sup>2</sup>)

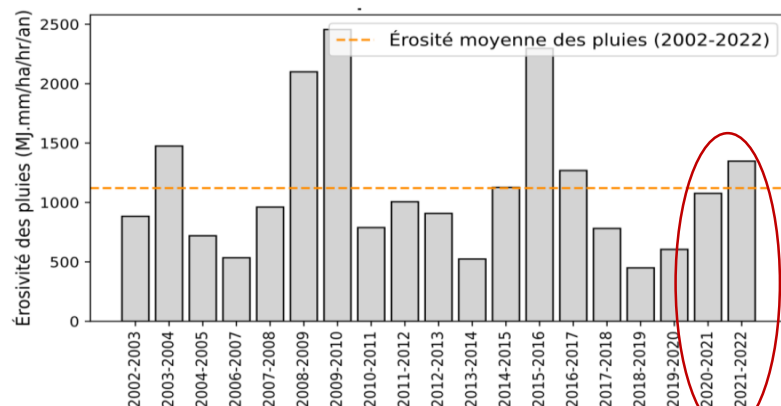




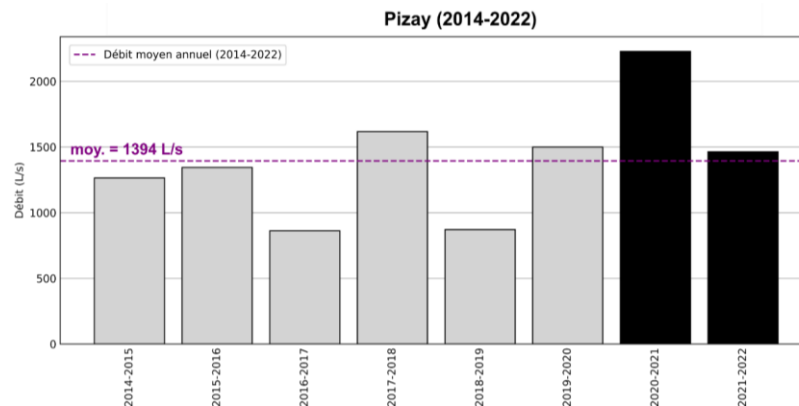
# ➤ Dynamique des transferts sédimentaires aux trois échelles

Années contrastées du point de vue pluviométrique

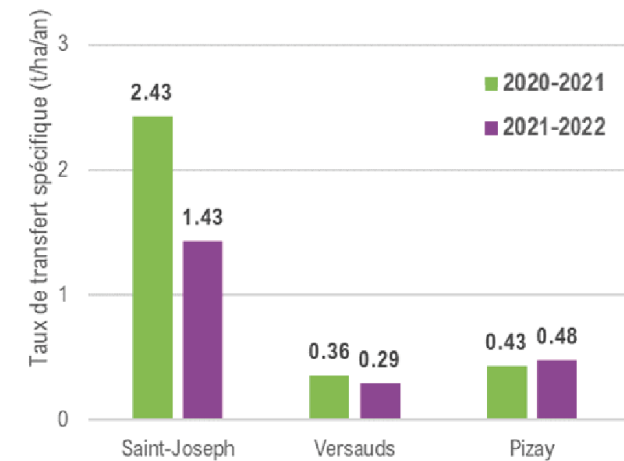
⇒ Erosivité mensuelle très variable pendant la période de suivi



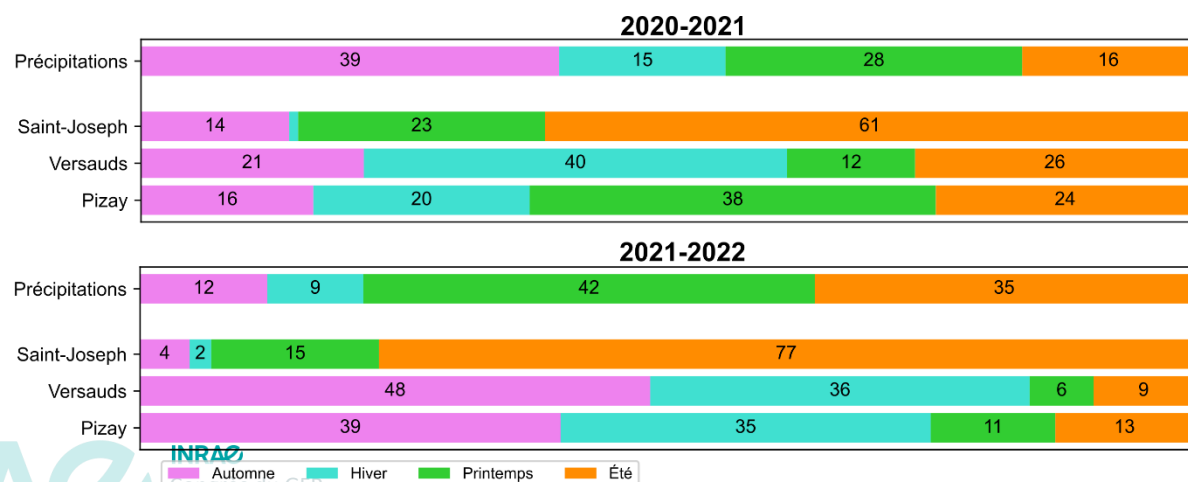
Erosivité des pluies annuelles à la station de Calvaire



Débits moyens annuels à la station de Pizay (2014-2022)



Taux de transferts spécifiques aux trois stations (Pic, 2023)



Part du transfert sédimentaire annuel par saison aux trois stations de mesure

## Typologie des crues (flux hydriques & flux sédimentaires)

- ⇒ Production sédimentaire pendant période estivale (orages)
- ⇒ Déstockage des sédiments sous l'effet de petites crues
- ⇒ Activation du système aux trois échelles durant des précipitations intenses
- ⇒ Purge sédimentaire en période hivernale, crues de forte magnitude, précipitations longues

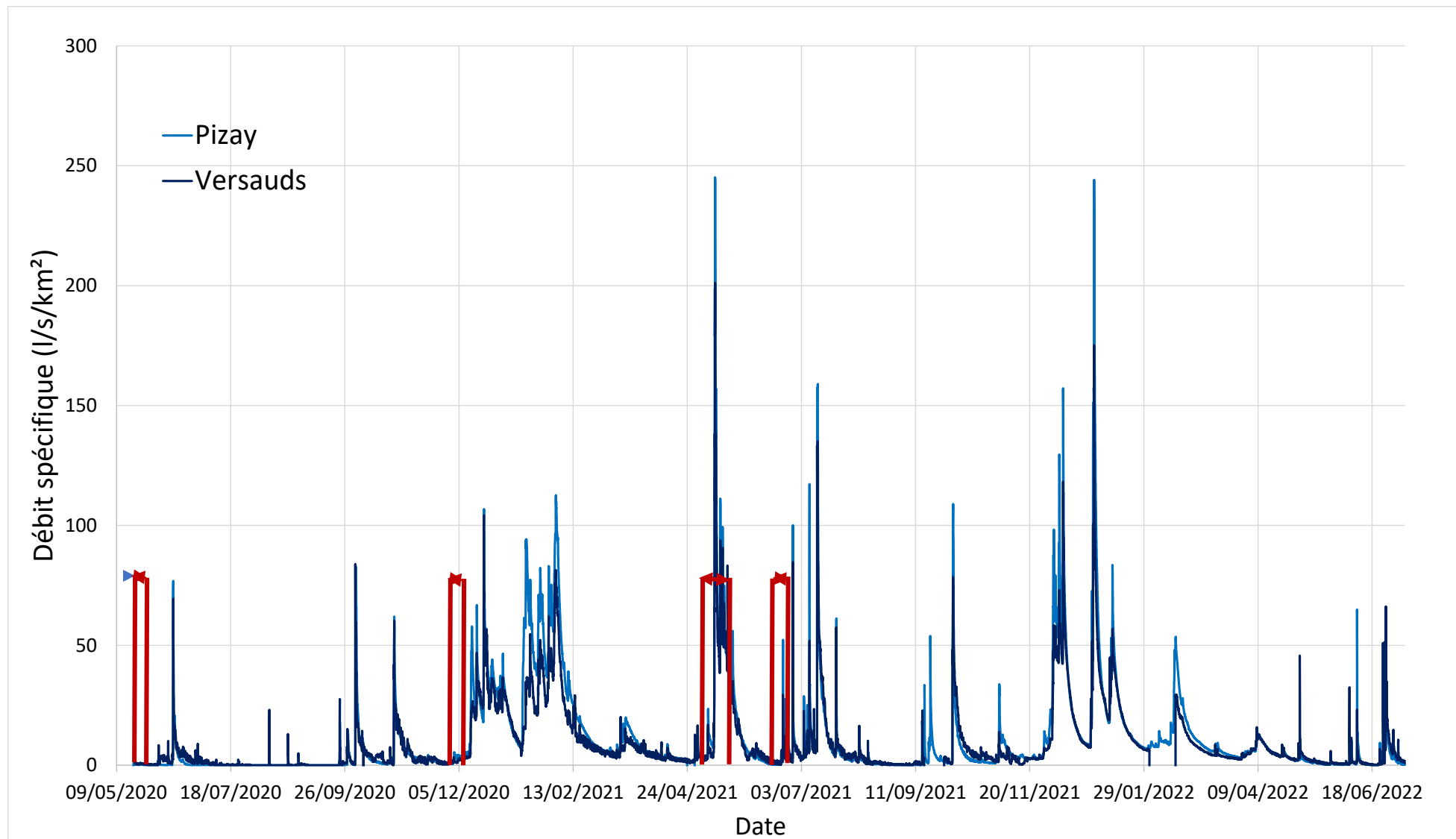
Analyse confortée par l'analyse granulométrique et le rapport C/N des particules collectées

# ➤ Transfert particulaire de produits phytosanitaires

Suivi aux 3 échelles emboîtées :

- en cours d'eau à 4 périodes ( PAP, + préleveur automatique pour 2 événements)
- en sortie de parcelle pour 2 événements

Année 2022 très sèche.  
Difficultés à échantillonner le même événement aux 3 échelles



Débits spécifiques aux sites des Versauds (Morcille) et du Pont de Pizay (Ardières) et périodes d'échantillonnage

# ➤ Transfert particulaire de produits phytosanitaires

Suivi aux 3 échelles emboîtées :

- en cours d'eau à 4 périodes ( PAP, + préleveur automatique pour 2 événements)
- en sortie de parcelle pour 2 événements

Année 2022 très sèche.  
Difficultés à échantillonner le même événement aux 3 échelles

Analyse de 34 molécules : 19 herbicides, 8 fongicides, 3 insecticides, 4 produits de transformation

Mise en relation avec les quantités appliquées (2018-2021), les caractéristiques des substances

7 molécules non détectées : peu ou pas appliquées, Koc faible (sauf aclonifen, LQ élevée)

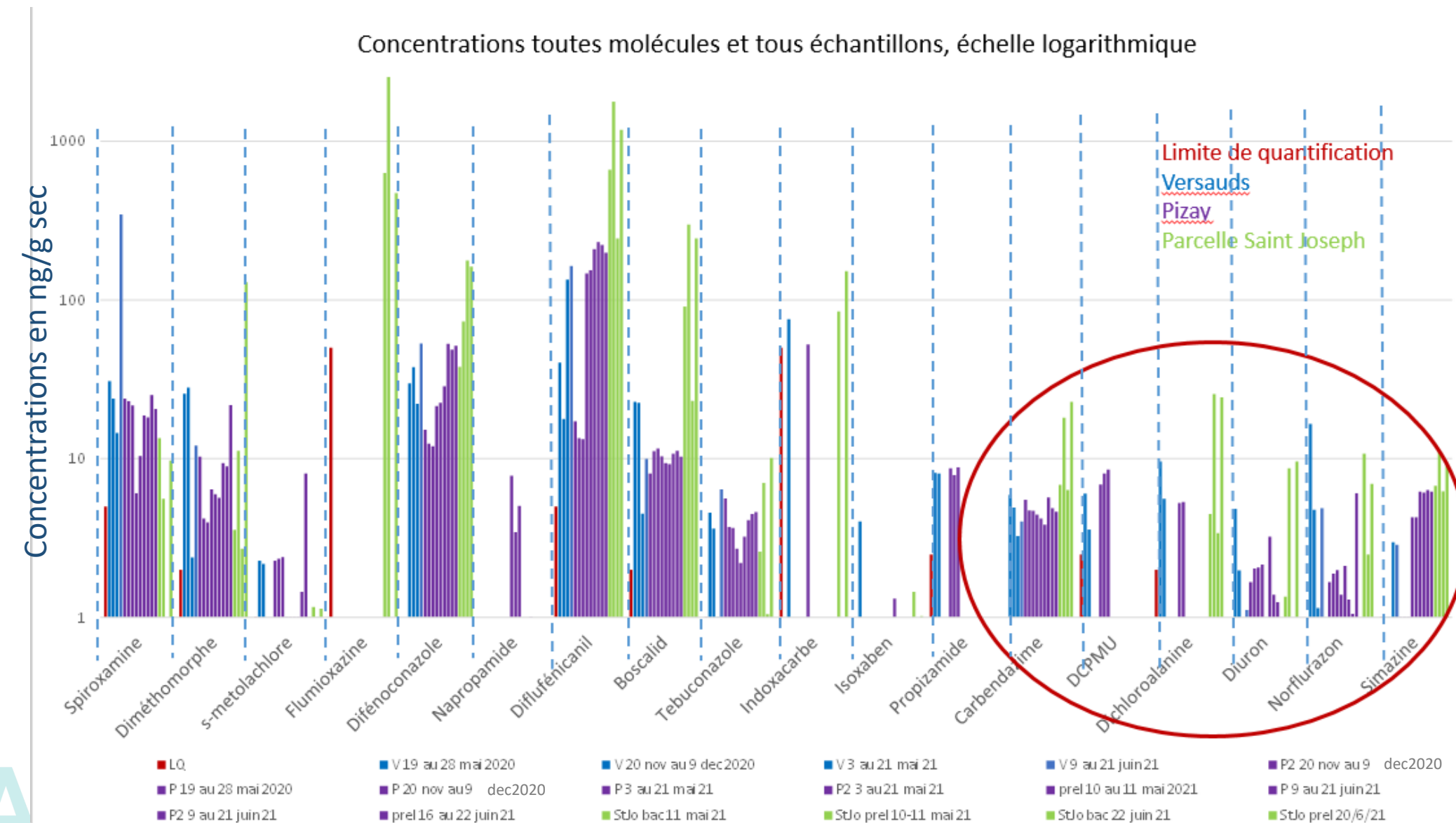
8 molécules détectées mais non quantifiées : peu ou pas appliquées (< 0.2 g/ha), Koc et/ou DT50 faibles en général

19 molécules quantifiées, dont 4 herbicides et un fongicide interdits ou non appliqués sur la zone et 2 produits de transformation du diuron

# ➤ Transfert particulaire de produits phytosanitaires

## Concentrations observées

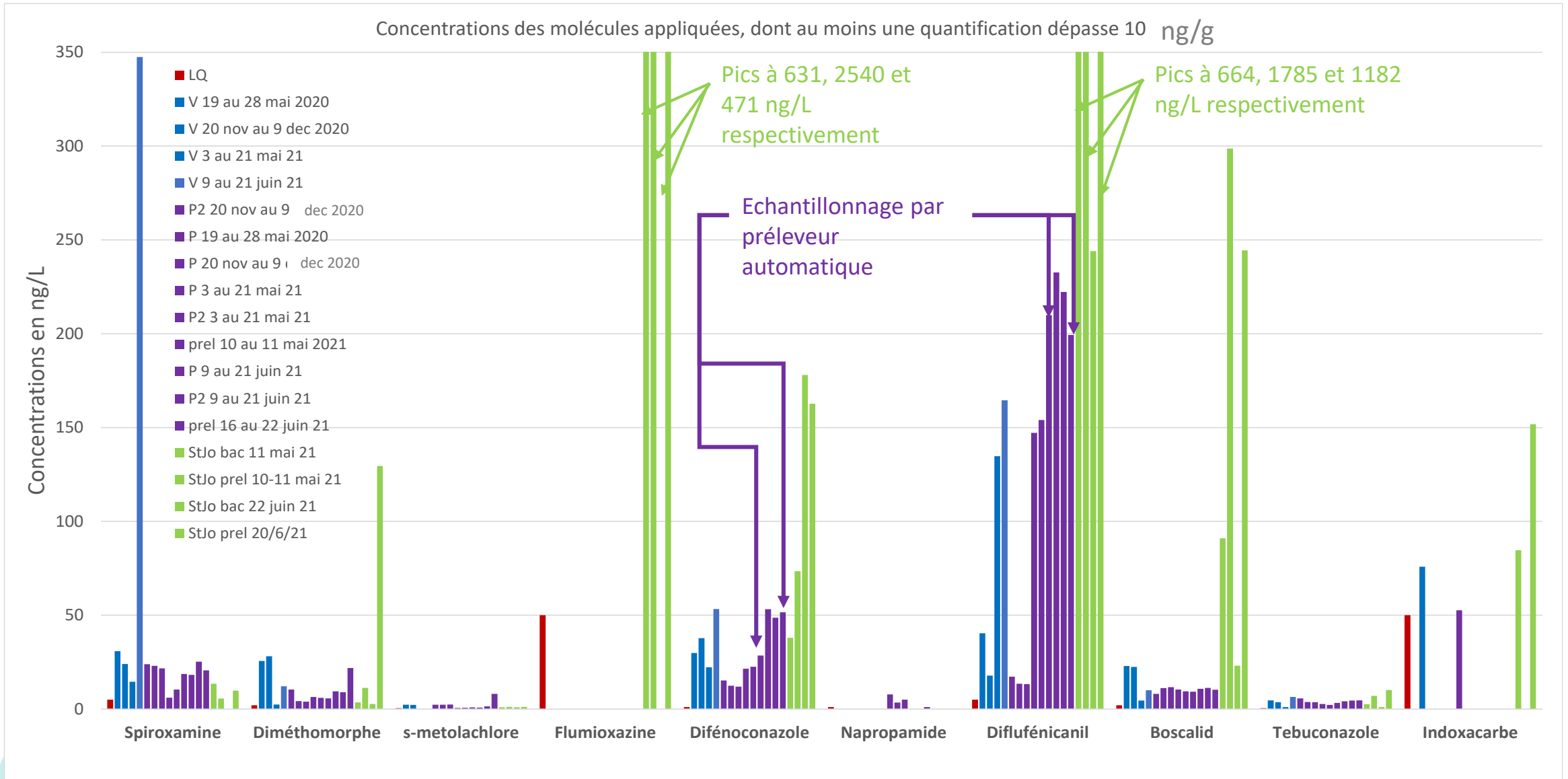
Concentrations toutes molécules et tous échantillons, échelle logarithmique



Substances actives non appliquées et produits de transformation régulièrement quantifiées, y compris en sortie de parcelle

# Transfert particulaire de produits phytosanitaires

## Concentrations observées





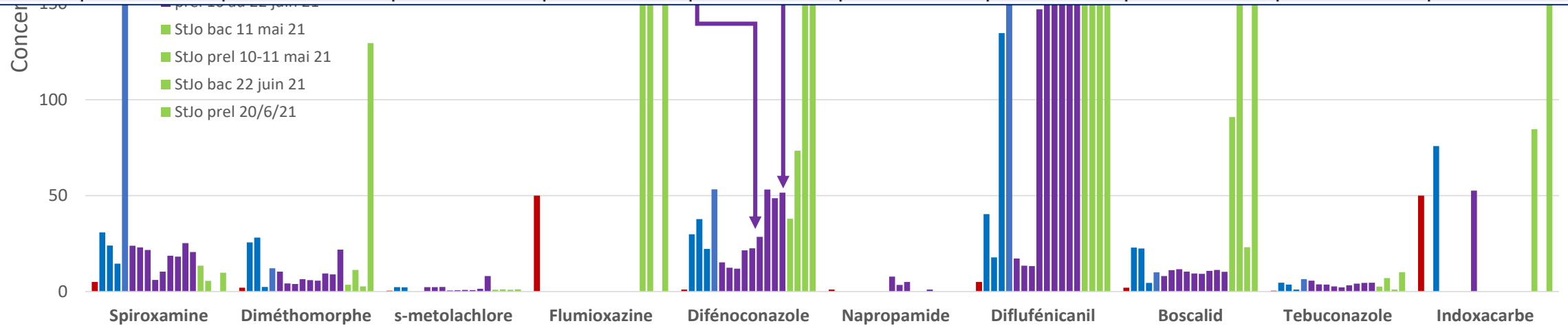
# ➤ Transfert particulaire de produits phytosanitaires

## Concentrations observées

Concentrations des molécules appliquées, dont au moins une quantification dépasse 10 ng/g



Pesticide	Spiroxamine	Diméthomorphe	s-metolachlore	Flumioxazine	Difénoconazole	Napropamide	Diflufénicanil	Boscalid	Tebuconazole	Indoxacarbe
Kfoc	14 567	419	163	889	3 760	885	2 215	772	769	4 483
DT50	25	73	90	22	130	70	95	484	63	113
Ardières	27	22	16	18	7.3	7.1	6.8	4.2	3.8	2.9
Morcille.	51	49		35	12.1	7.2	8.2	3.5	0.7	5.9



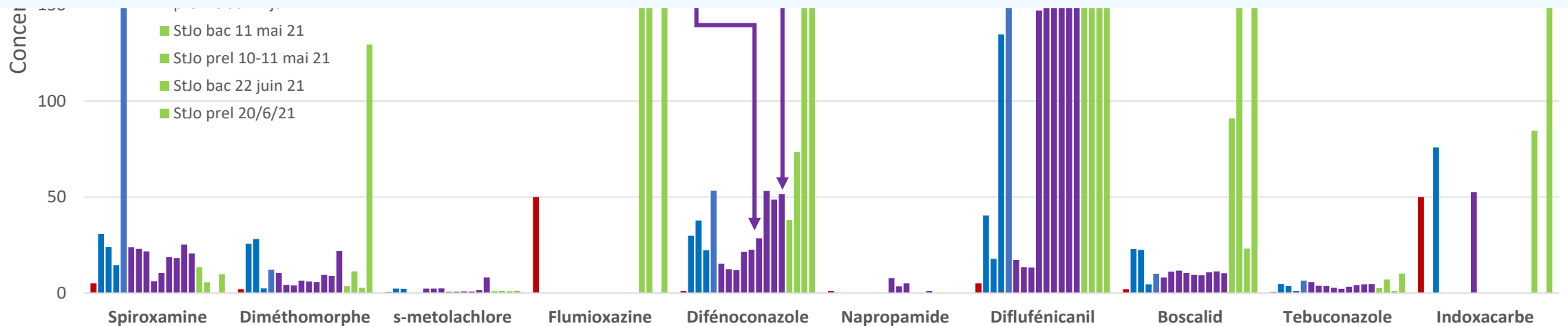
# ➤ Transfert particulaire de produits phytosanitaires

## Concentrations observées



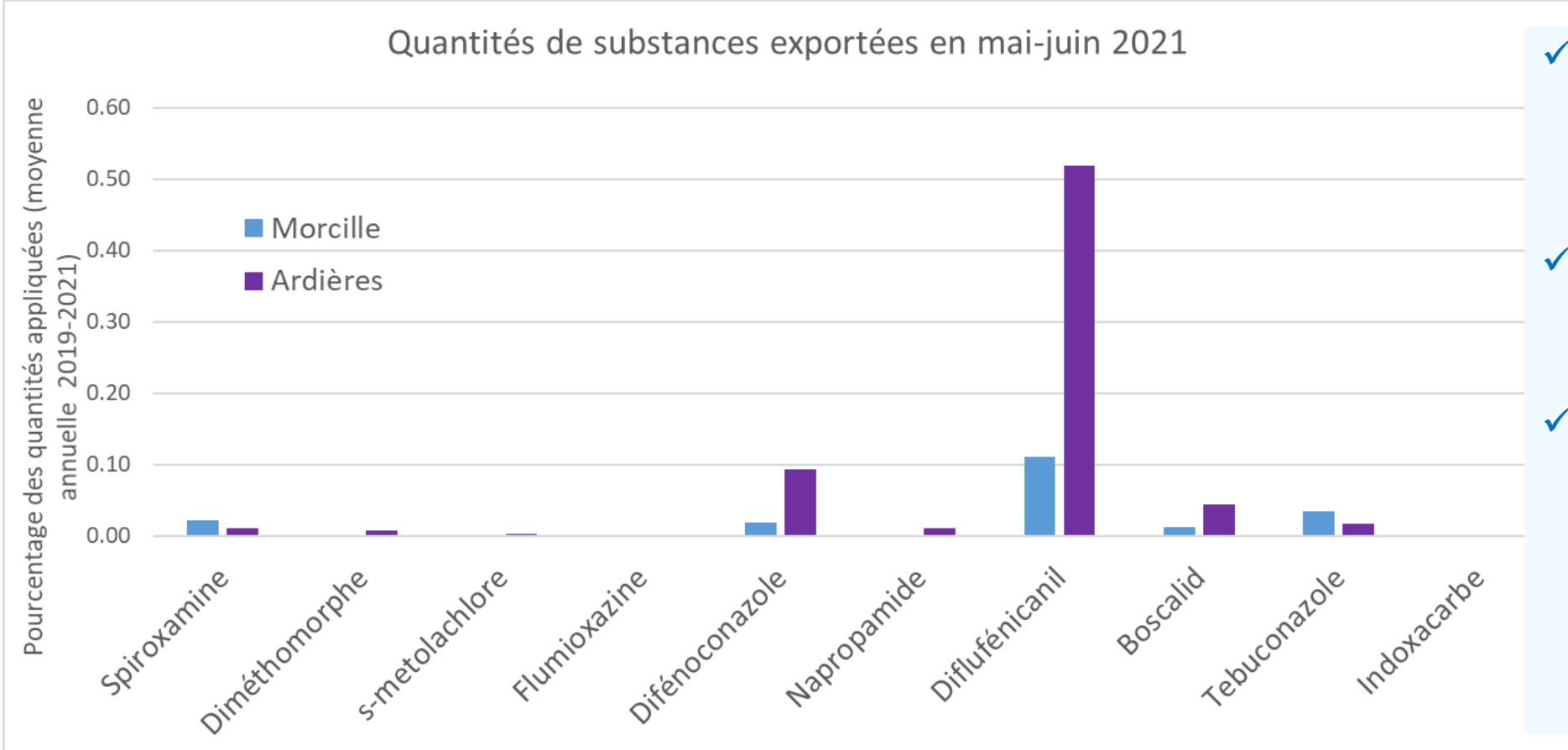
Les fortes concentrations semblent liées à une forte capacité d'adsorption et une longue demie-vie, mais pas de façon exclusive.

L'échantillonnage par PaP conduit à des concentrations proches de celles des échantillons collectées par échantillonneur automatique



# ➤ Transfert particulaire de produits phytosanitaires

Evaluation des quantités exportées sous forme particulaire



- ✓ Pour certaines substances actives, taux d'exportation sous forme particulaire > taux habituels sous forme soluble.
- ✓ Résultats à consolider par des échantillons et analyses complémentaires
- ✓ Liens à faire avec les pratiques (cultures, dates et modes d'application)

Pourcentage des quantités appliquées (moyenne 2019-2021)

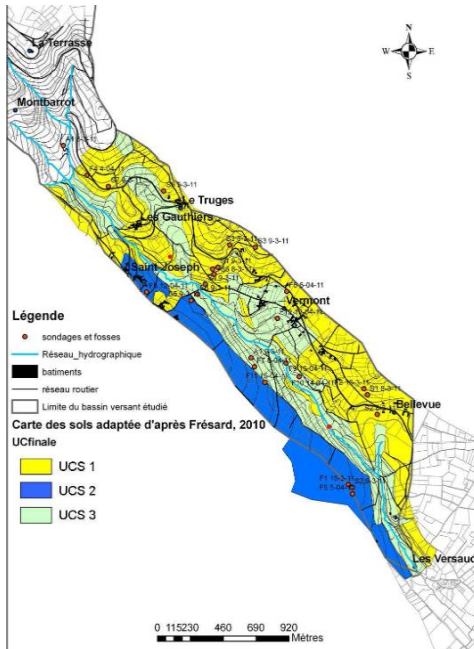
# ➤ Intégration de l'érosion dans GeoMelba-Spirit

Méthodes empiriques pour déterminer les coefficients de « production » et « d'abattement » de l'érosion sur la Morcille

Simulation d'une large variété de situations ⇒ pour constituer les modalités de parcelles « type » à considérer.

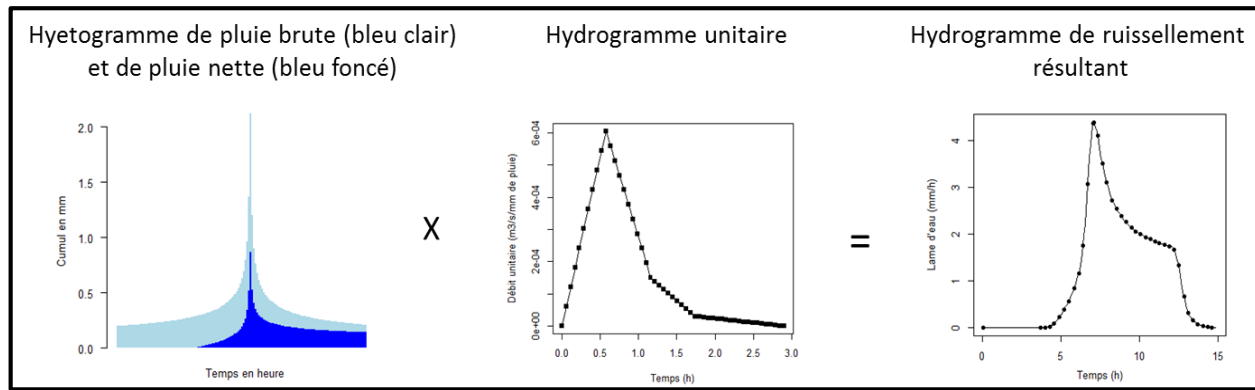
Module « UH » de VFSMOD (Muñoz-Carpena and Parsons, 2004) :

- Hydrogramme de ruissellement – méthode du Curve Number (USDA-SCS 1972)
- Sédimentogramme - MUSLE (USDA)       $A = (R \times K) \times (L \times S) \times (C \times P)$



Pour 4 événements ruisselant « type » : (hivernal – estival) \* (long et modéré – court et intense)

Saison	Durée	Cumul (mm)	Intensité maximale sur 15 min (mm/h)
Hiver	2 h	12.4	14.4
	12 h	27.7	12
Eté	1 h	17.9	33.6
	6 h	33.4	19.8

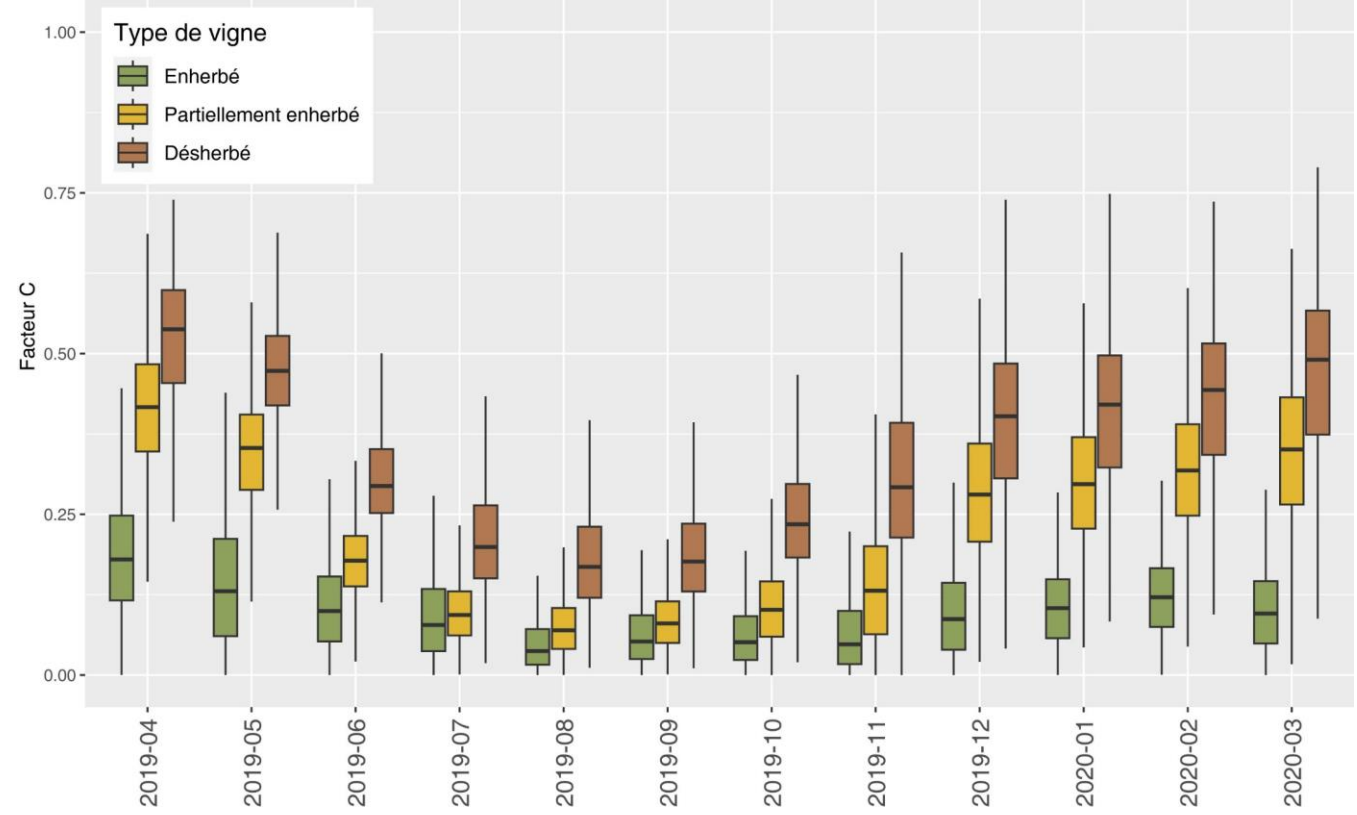
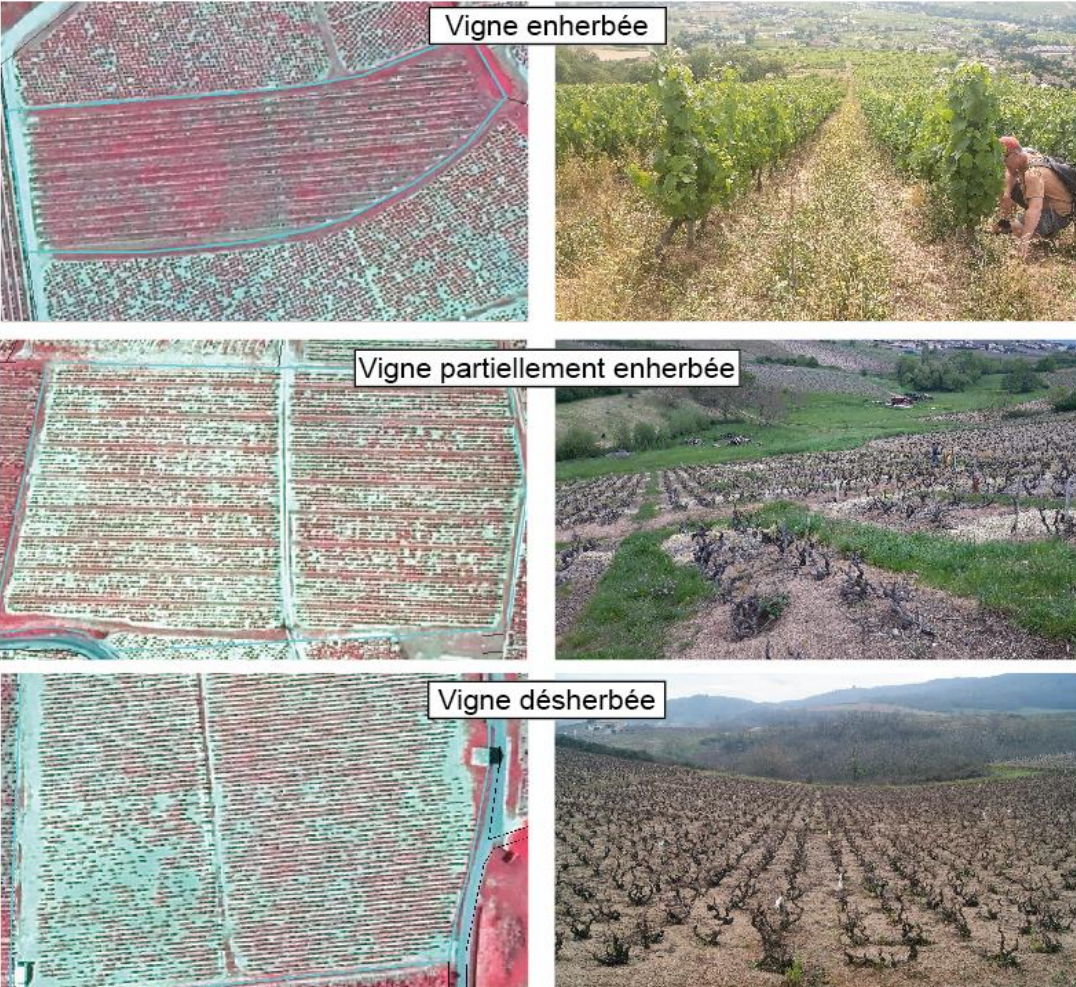




# ➤ Intégration de l'érosion dans GeoMelba-Spirit

Détermination des facteurs : focus sur le facteur C (couverture du sol)

Prise en compte de 3 modalités pour la vigne : désherbée, partiellement enherbée, enherbée. Détermination du facteur C par détermination du NDVI

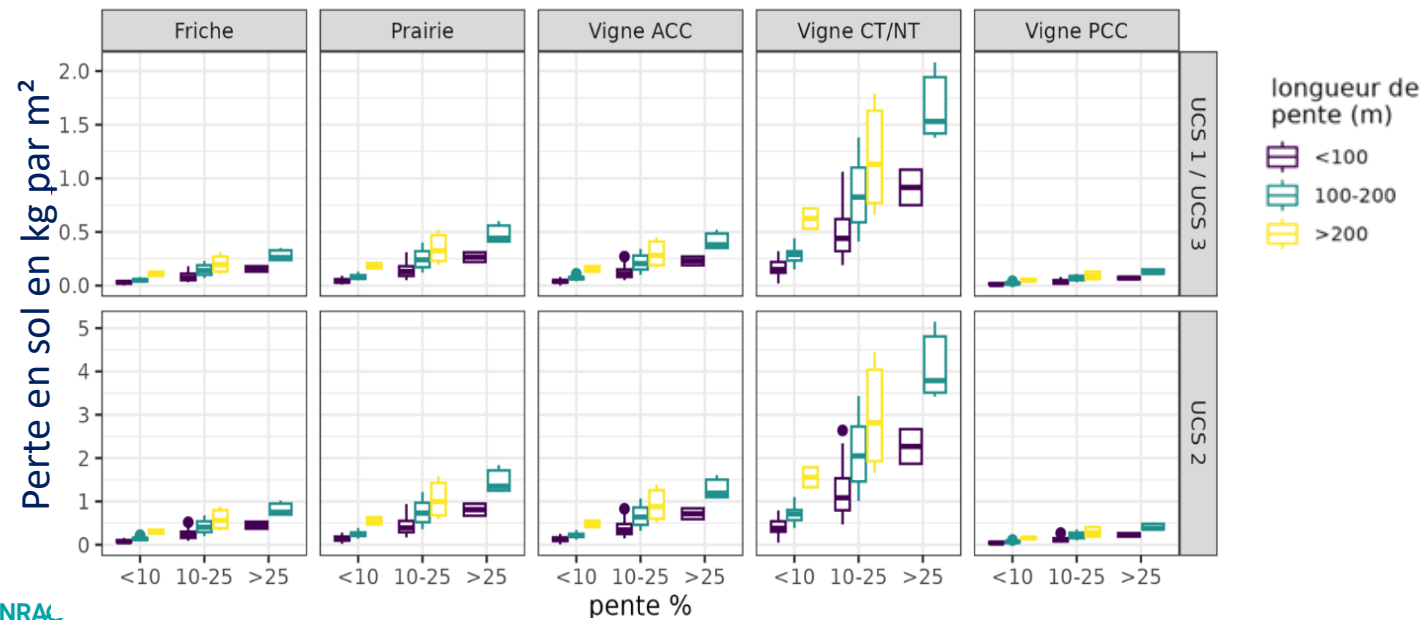
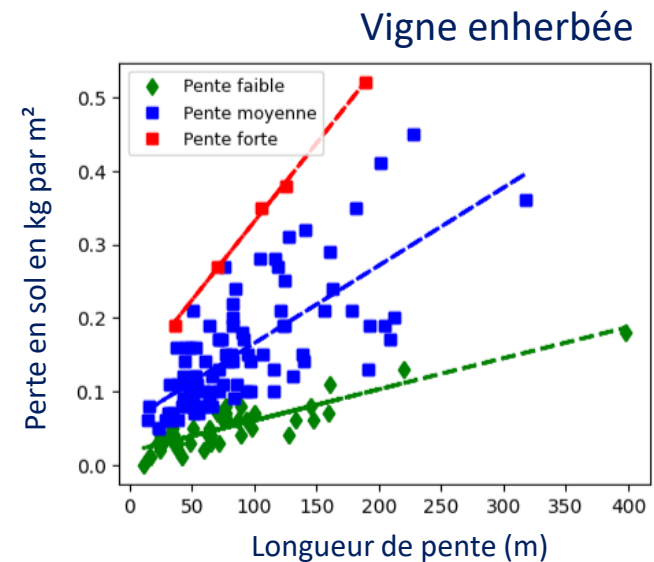
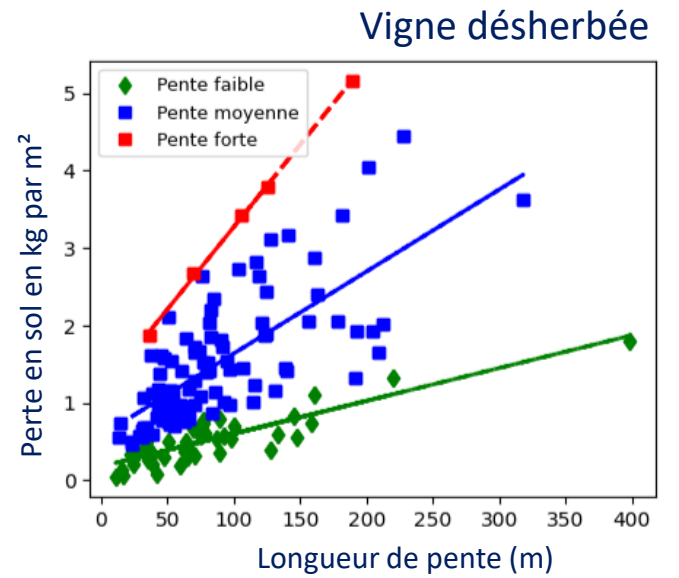


Evolution mensuelle du facteur C (avril 2019 – mars 2020)

# Intégration de l'érosion dans GeoMelba-Spirit

Configurations prises en compte dans les simulations

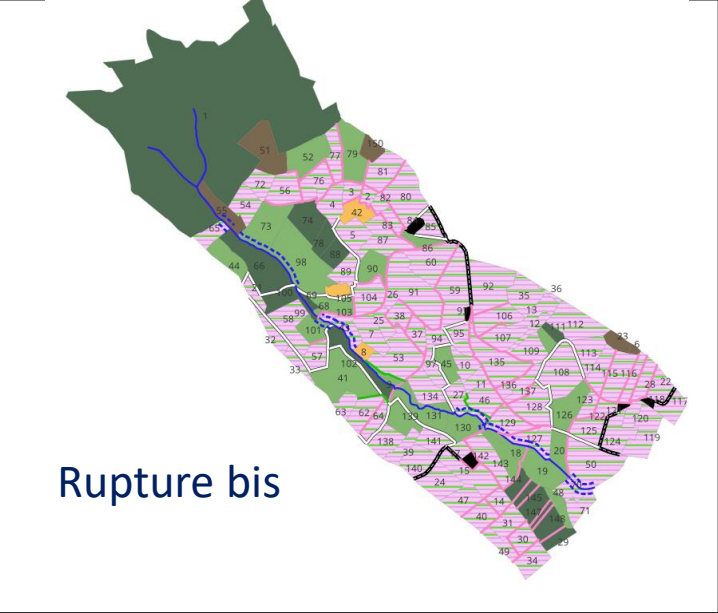
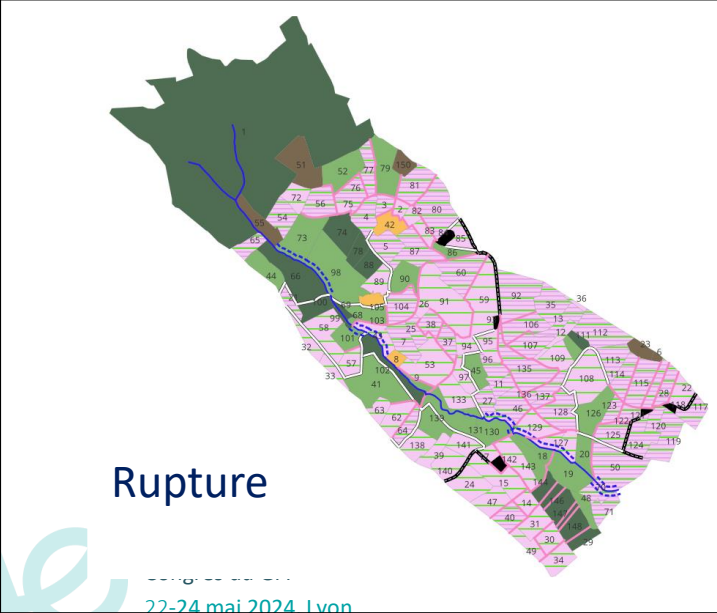
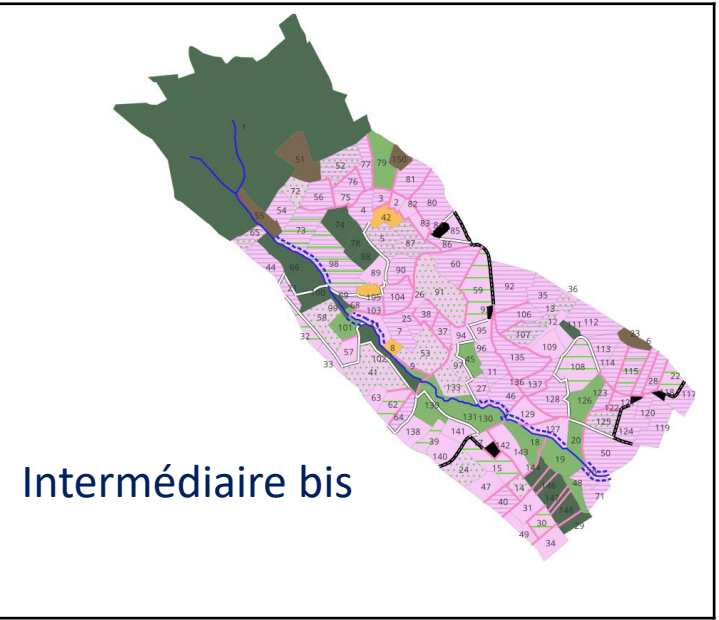
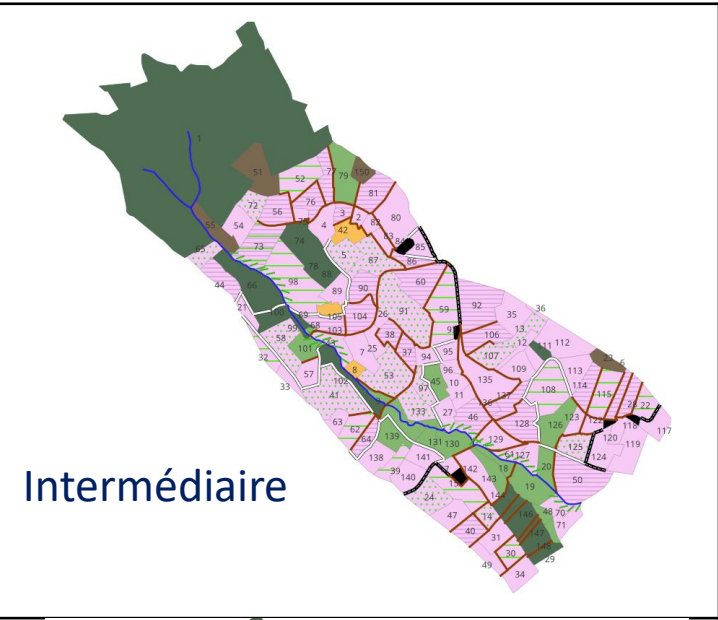
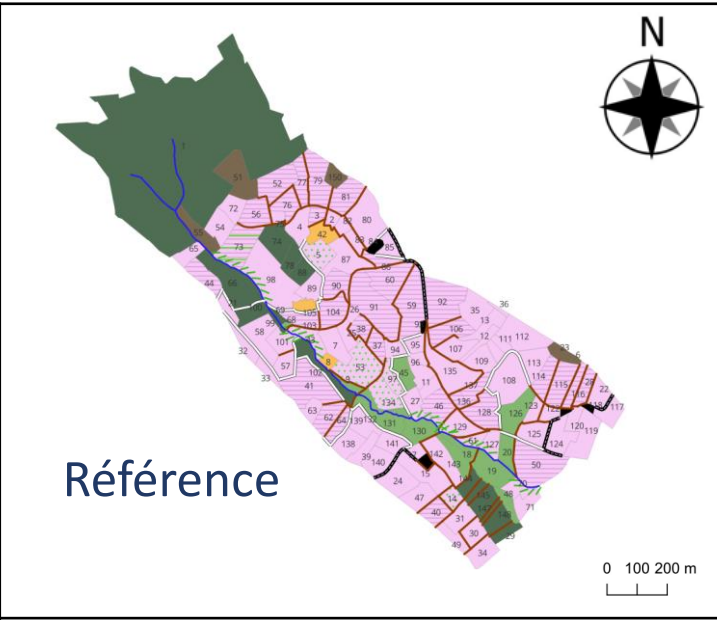
	Vigne dés herbée chimiquement	Vigne en herbée interrang	Vigne en herbée	Prairie	Friche
Curve Number. UCS 1 & 3	81	76	69	74	72
Curve Number UCS2	89	86	81	84	82
Facteur K	0.023	0.021	0.018	0.018	0.021
Facteur C hiver	<b>0.45</b>	0.337	0.130	0.2	0.12
Facteur C été	0.246	0.117	0.080		
Facteur P avec rase	0.6	0.6	0.6	1	1
Facteur P sans rase	1	1	1		



Corrélation entre la perte en sol simulée et la longueur de la parcelle, par classe de pente. UCS 2



# ➤ Définition de scénarios



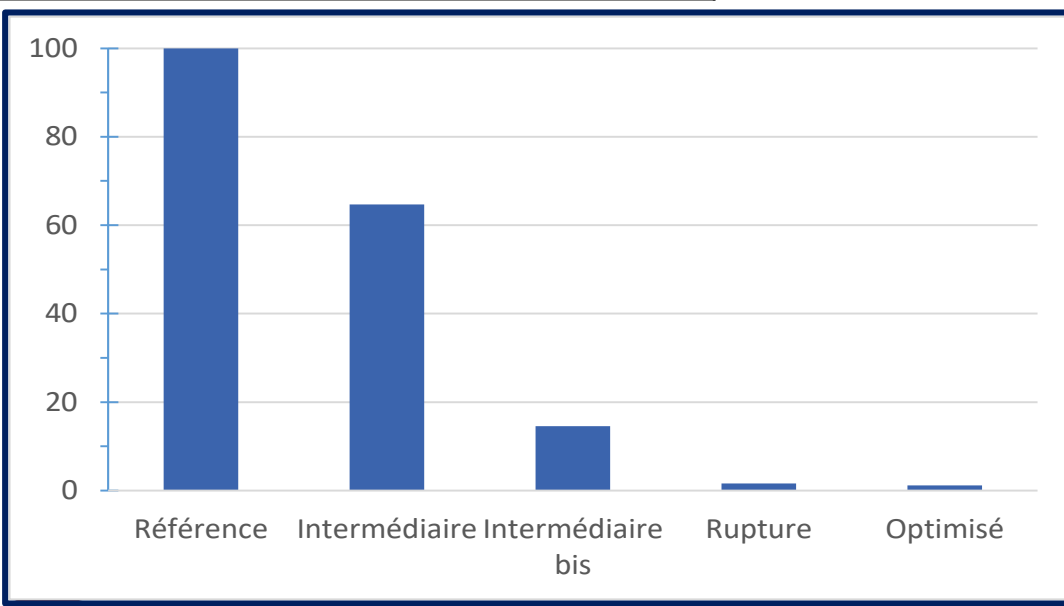
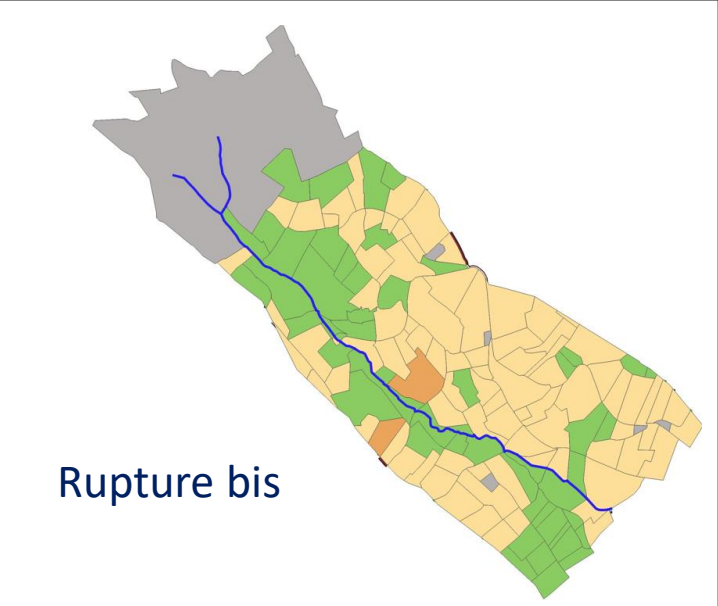
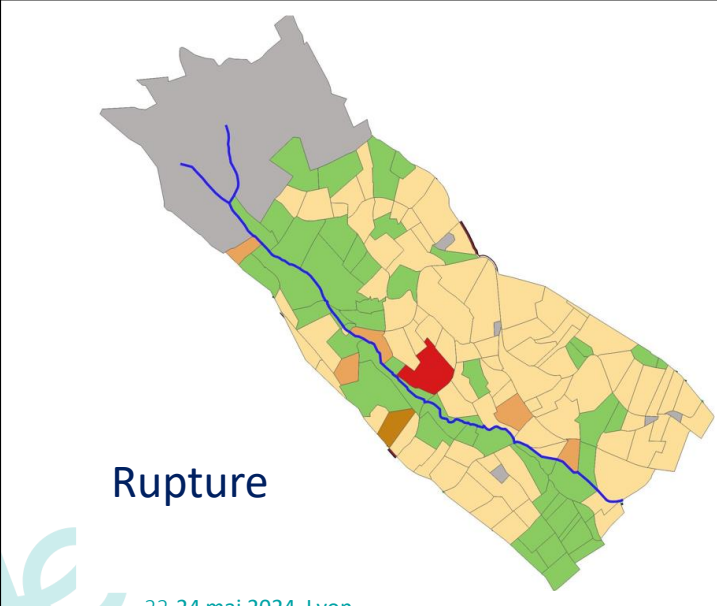
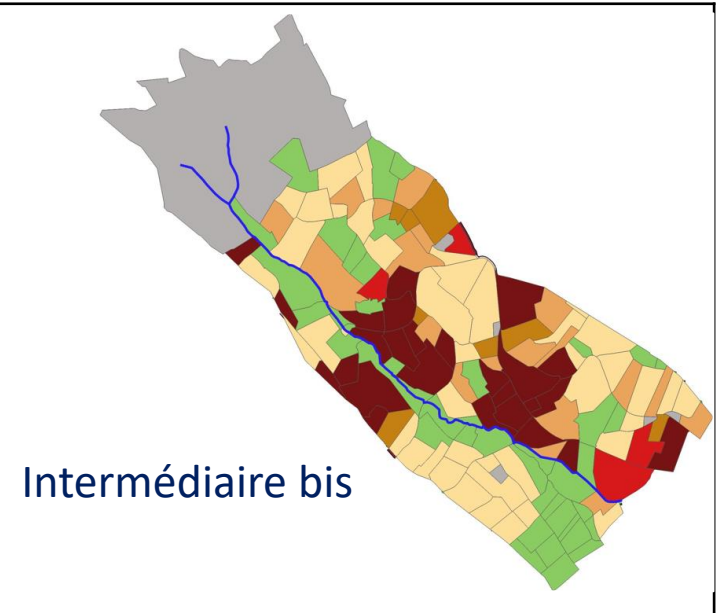
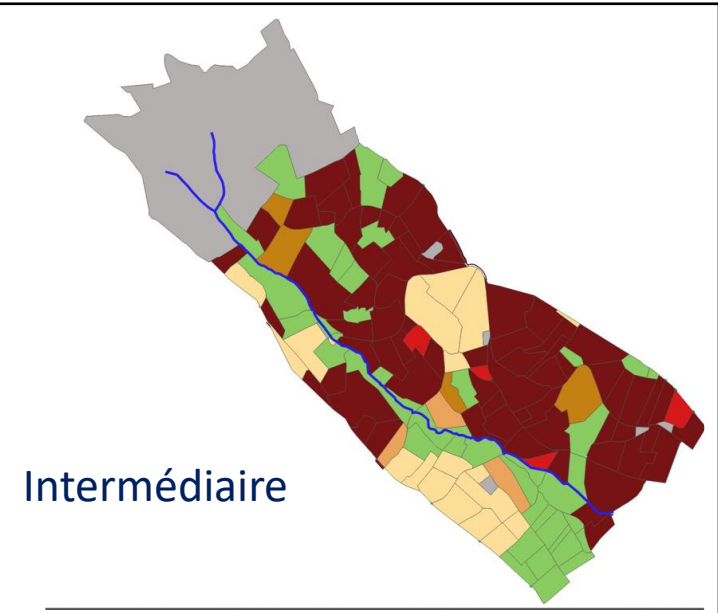
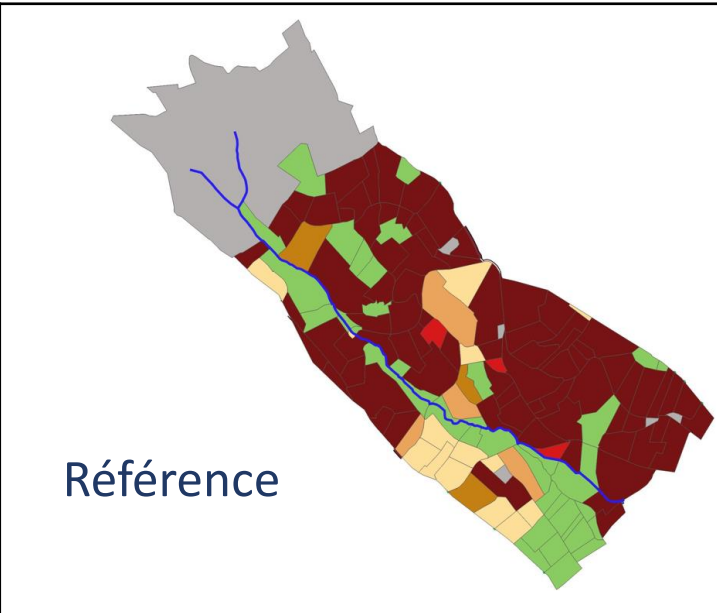
### Occupation du sol

- vigne
- verger
- prairie
- bois
- friche
- habitation
- présence de rases
- enherbement 1 rang
- enherbement tous rang

### Aménagement

- haie
- ripisylve
- cours d'eau sans aménagement
- collecteur de drainage
- fossé nu ou bétonné
- fossé végétalisé
- chemin enherbé
- chemin nu
- route
- bande enherbée

# ➤ Résultats





## > Conclusions

### Etude du transfert particulaire de pesticides à 3 échelles emboîtées

- Présence de molécules interdites depuis plusieurs années, y compris à l'échelle de la parcelle
- Transferts particuliers de pesticides qui peuvent être significatifs pour certaines molécules
- Quelle conséquences pour les pesticides de la dynamique saisonnière des transferts hydro-sédimentaires ?
- Intérêt à confirmer des Pièges à Particules comme échantillonneurs intégratifs des transferts particuliers de pesticides

### Modélisation spatialisée simplifiée de l'influence des éléments du paysage et des pratiques d'enherbement de la vigne sur l'érosion

- Développement d'un module érosion dans GeoMelba
- Modélisation à base empirique, pour hiérarchiser des scénarios dans le cadre d'ateliers participatifs
- Résultats cohérents avec ceux obtenus pour GeoMelba : changement de pratiques dans les parcelles efficaces, renforcées par la mise en place d'infrastructures agroécologiques



➤ Merci pour votre attention

