3ème Session : bilans de micro-polluants

Lixiviation des ETM et des produits phytosanitaires après épandages répétés de PRO

Philippe Cambier (Pessac, INRA Versailles)

avec la collaboration de P. Benoît, E. Barriuso, G. Bodineau, A. Guérin, A. Jaulin, C. Labat, N. Proix, J-N. Rampon, A. Trouvé, P. Vachier, S. Houot (INRA), M. Poitrenaud (Véolia Environnement)

Lixiviation des micropolluants: contexte et objectifs

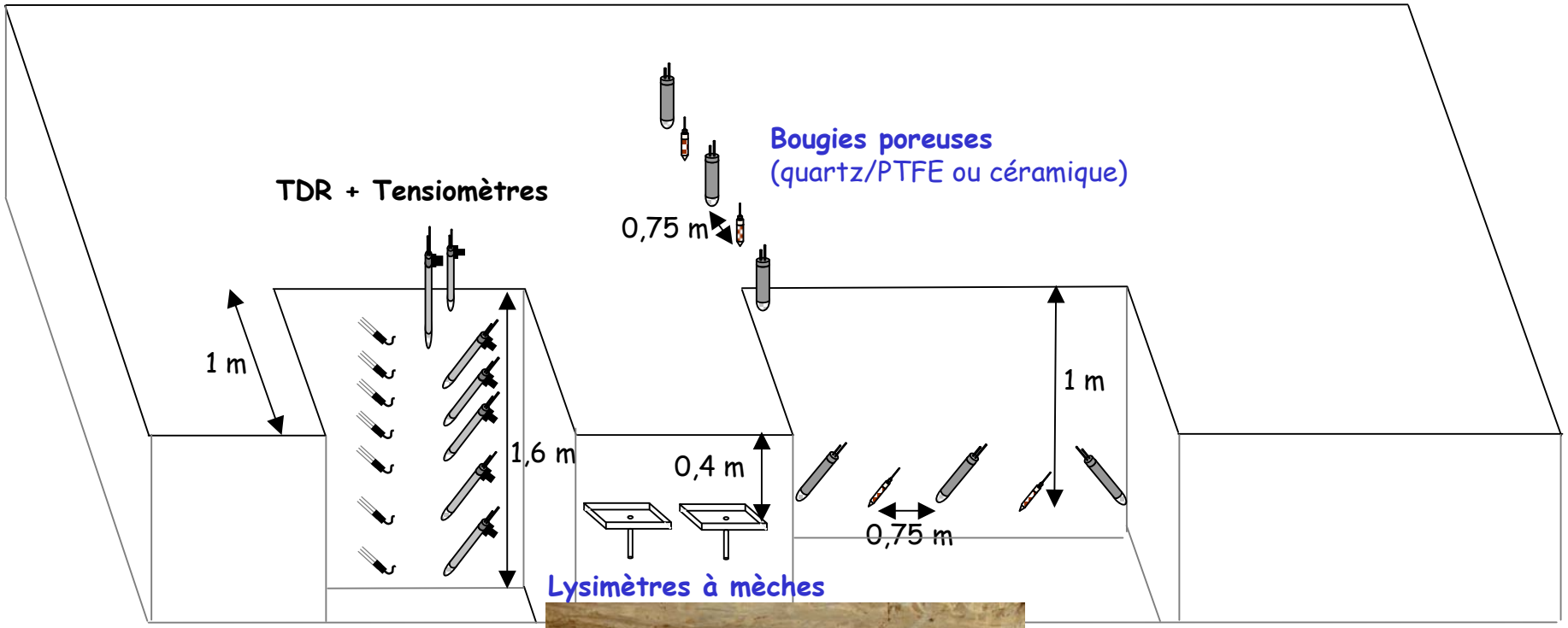
- Les épandages de P.R.O. entraînent un flux d'entrée non négligeable de « micropolluants », notamment Cu et Zn, dans les horizons cultivés
- Ils modifient les propriétés physicochimiques de ces horizons et la solution du sol (pH, conductivité, C organique…)
- ⇒ **impacts des P.R.O. sur la composition chimique de l'eau du sol ? notamment ETM, pesticides appliqués** ?

OBJECTIFS

- **suivi de la solution à différentes profondeurs par dispositifs adaptés sur un essai longue durée avec 1 Témoin (TN), 2 parcelles P.R.O. (DVB, OMR)**
- **interprétation des effets éventuels des PRO: contamination, changement des propriétés des sols…**
- **évaluation des risques**

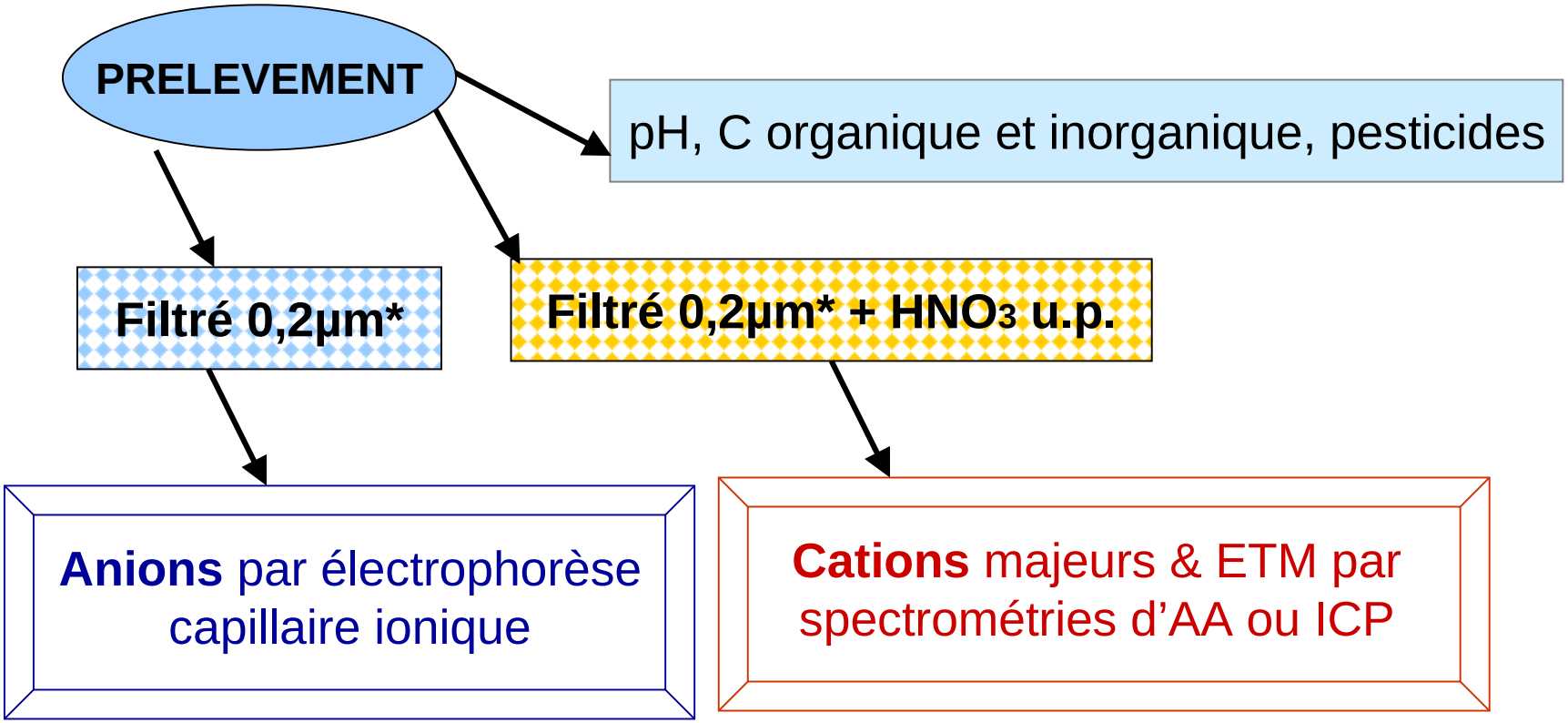
Équipement du site de Feucherolles (**recueil eaux**)

3 parcelles équipées : 2 bougies PTFE + 3 céramique à -28 et -100 cm, 2 lysimètres à mèche



d'après G. Bodineau

Méthodes analytiques (eaux des parcelles)

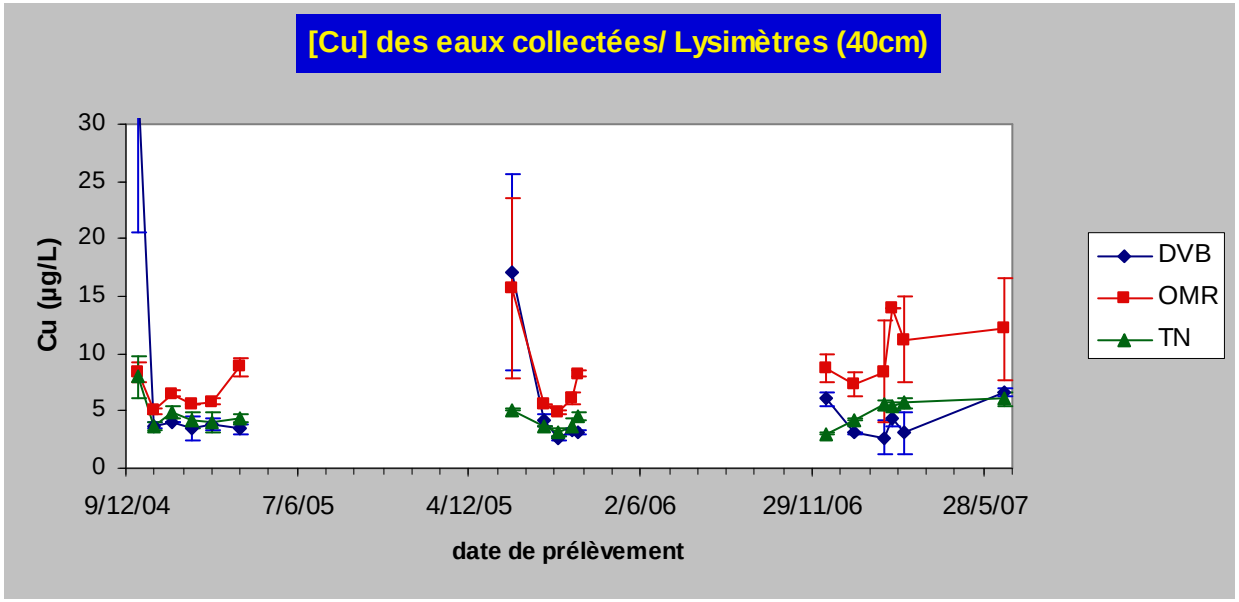


(*) eaux de lysimètres uniquement
+ sur eaux de lysimètres non filtrées : turbidité et granulométrie

Lixiviation de micropolluants – principaux **résultats** sur les **ETM**

Suivi des concentrations en Cu dans les eaux de lysimètres à mèche :

Parcelles OMR > DVB ≥ TN



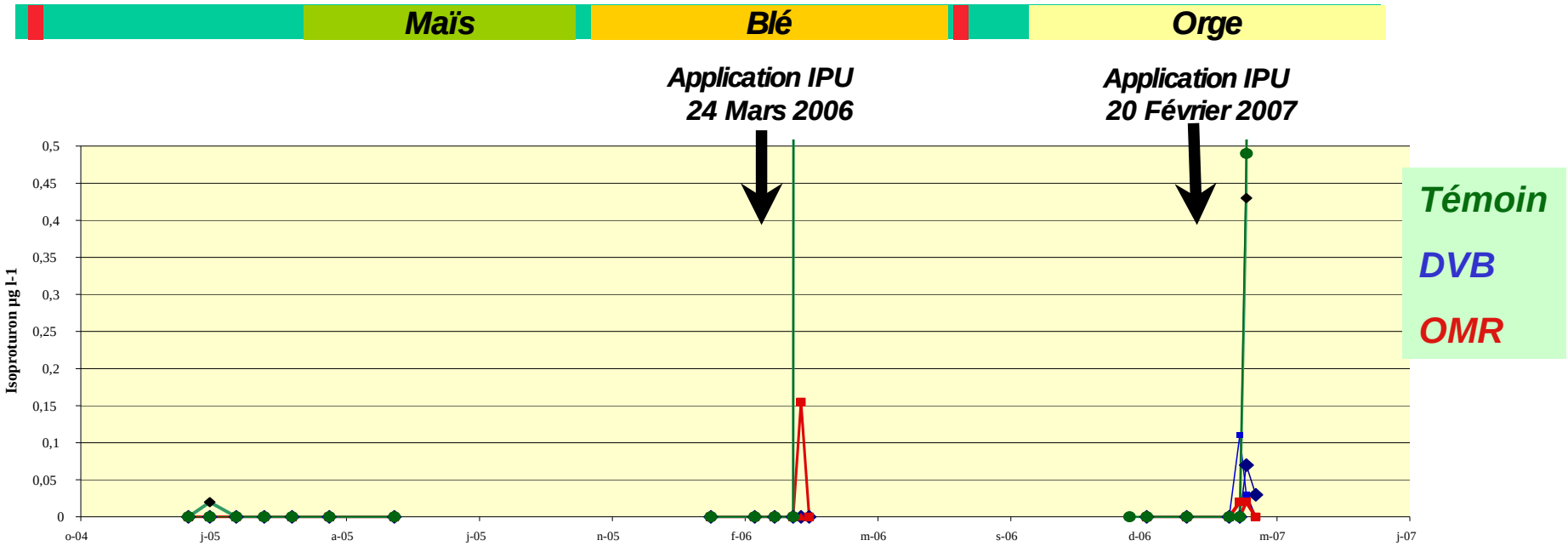
Principaux résultats sur les ETM et les solutés majeurs :

- les eaux des parcelles composts plus chargées que les eaux du témoin en majeurs : Ca, Mg, Na, nitrate, sulfate et C organique, en **Zn (OMR > DVB > TN)** et en **Cu** (voir figure)

- autres ETM : Pb et Cr (chrome) rarement quantifiables, Ni faible et indifférent aux apports de P.R.O., Cd (cadmium) de l'ordre de 0,1 µg/L avec périodes où DVB > OMR = TN

- influence du dispositif (bougies poreuses PTFE//lysimètres à mèche) : concentrations généralement plus fortes par les lysimètres, avec parfois disparités entre les 2 lysimètres d'une parcelle (cas du zinc)

Lixiviation d'un herbicide



✓ ***Mobilité des herbicides après application***

✓ ***Plus forte rétention dans les parcelles amendées par les composts***

DVB Kd (IPU) = 1,1 à 3,0 l/kg

OMR Kd (IPU) = 1,0 à 1,6 l/kg

Témoin Kd (IPU) = 0,9 à 1,3 l/kg

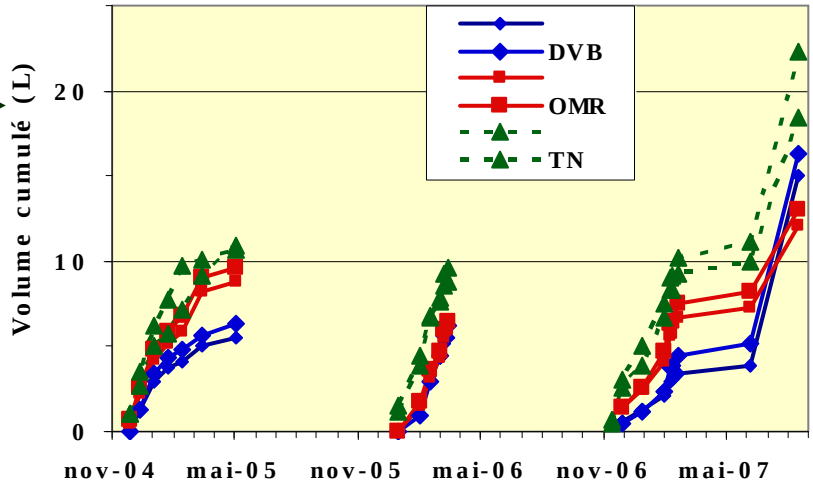
✓***Parcelle Témoin Perte max 3 g/ha soit 0.3% dose appliquée (1.0 kg/ha)***

Résultat confirmé avec les bougies poreuses (essentiellement à -28 cm): **l'isoproturon (et son métabolite) apparaît plus fortement et plus fréquemment dans les eaux de TN que dans les parcelles DVB et OMR.**

Discussions et interprétations

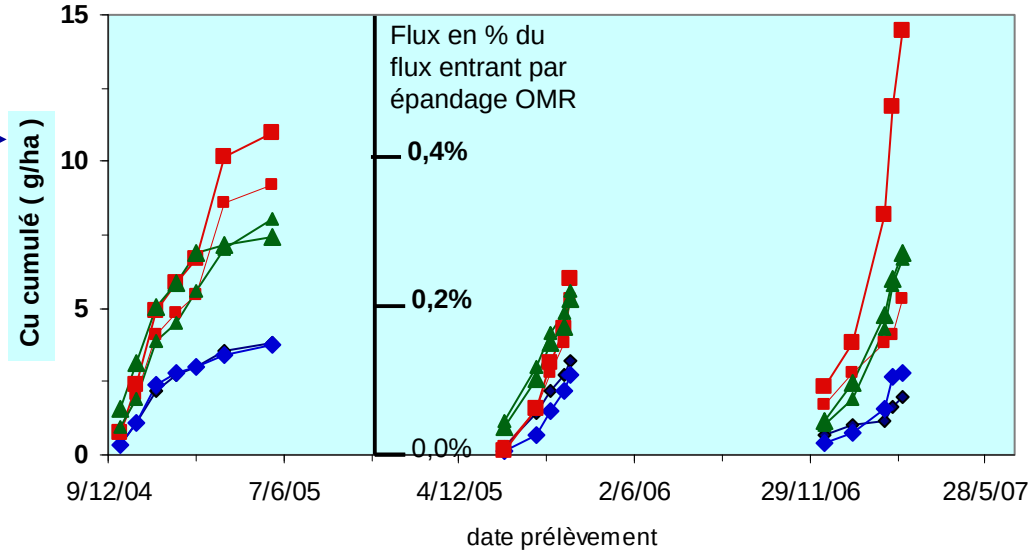
Le drainage est plus important dans le Témoin que dans les parcelles amendées (Figure « Volumes cumulés » d'eau récoltée dans les lysimètres) – cf. rendement et propriétés physiques des parcelles.

On peut à partir de ces <u>volumes et des concentrations</u> mesurées estimer les **FLUX** de micropolluants lixiviés.



• Ceci <u>accroît la supériorité de la parcelle TN en terme de flux d'herbicide lixivié dans TN</u> par rapport aux parcelles P.R.O.

• et compense en partie l'effet des PRO sur la concentration de la solution du sol en Cu et Zn (Figure Cu cumulé)



• les flux de micropolluants par le drainage sont très inférieurs aux apports / PRO (cf bilans) et par exemple pour Cu inférieurs à l'exportation par les récoltes.

Discussions et interprétations

• Les concentrations en ETM dans les eaux à -40 cm des parcelles P.R.O. sont inférieures aux seuils de potabilité; elles avoisinent certains seuils de toxicité pour les organismes aquatiques (**Zn**, Cu). Quid pour les organismes des sols ?

		Concentrations mesurées (5e-95e centiles)		
Contaminants	Seuils (µg/L)	**DVB**	**OMR**	**TN**
Cu toxicité chronique aquatique Cu eau potable OMS	11 à 37 selon dureté 2000	**2,4 - 22**	**4,8 - 17**	**3,0 - 14**
Zn toxicité chronique aquatique Zn eau potable OMS	150 à 470 3000	**3,7 - 133**	**2,9 - 1140**	**1,4 - 13**
Isoproturon ressource eau UE PNEC (Agritox) potabilité OMS	2 1,3 9	**0,01 - 21**	**0,02 - 23**	**0,02 - 49**
Isopropylphényl-méthyl-urée	2	**< 0,05**	**0,05 – 0,14**	**0,05 – 4,7**

Discussions et interprétations

• Les quantités d'eau drainée sont plus importantes dans le Témoin (dû aux différences de rendement et de propriétés physiques), ce qui accroît en terme de flux la lixiviation de l'herbicide dans TN par rapport aux parcelles P.R.O., et compense en partie la supériorité de Cu et Zn dans les eaux de ces parcelles.

• Les flux d'ETM mesurés sous les lysimètres à -40 cm ne représentent pas les quantités lixiviées jusqu'aux eaux souterraines.

• Les concentrations en ETM dans les eaux à -40 cm des parcelles P.R.O. sont inférieures aux seuils de potabilité; elles avoisinent certains seuils de toxicité pour les organismes aquatiques (**Zn**, Cu). Quid pour les organismes des sols ?

• Dans les parcelles amendées, les pesticides sont davantage retenus et biodégradés (effet favorable des PRO sur la dissipation de l'ipu). Cependant l'ensemble des mesures effectuées suggèrent des voies de circulation rapides.

• Davantage de nitrate lessivé dans les parcelles PRO, surtout sous sol nu entre les épandages et le semis de maïs…

Conclusions

- ✓ Malgré certaines limitations, les essais au champ permettent le suivi et l'évaluation de tous les impacts du recyclage de P.R.O. sur la qualité des agro-écosystèmes (risques et bénéfices)
- ✓ Des traitements dans l'essai de Feucherolles soulèvent la question des effets de l'accumulation relative de cuivre ou de zinc
- ✓ Le suivi des formes mobiles (solution du sol) complète et affine les données « flux et bilans »
- ✓ Mais l'étude des effets potentiels sur les organismes et l'écosystème sol est à développer : les premiers résultats montrent que les flux apportés ne dégradent pas la « qualité » biologique du sol (cf programme « Bioindicateurs » de l'ADEME)

Merci pour votre attention