



## Programme ONGERE Module D

Mise à jour, le 17 janvier 2012

### TRANSPOLAR

#### Action 5 : Identification des processus gouvernant le transfert des solutés vers les eaux souterraines

En conditions contrôlées de laboratoire, deux processus majeurs impliqués dans le devenir des phytosanitaires ont été spécifiquement étudiés : l'adsorption et la minéralisation. Les molécules étudiées ont été le métolachlore, le S-métolachlore, l'ESA métolachlore et l'OXA métolachlore. Ce choix a été guidé par le fait que ces molécules contribuent pour une part non négligeable à la contamination des eaux souterraines de la plaine. Des essais ont également porté sur l'atrazine et la dééthylatrazine (DEA), deux substances également quantifiées dans les eaux souterraines qui servent de « référence », ces molécules étant historiquement largement étudiées par la communauté scientifique. La comparaison ne peut toutefois pas être totale car les usages métolachlore (ou S-métolachlore) et atrazine sont très différents (doses autorisées différentes, date d'application différentes etc.).

**Les tests de sorption** pour les 4 molécules (métolachlore, S-métolachlore, OXA, ESA) ont été effectués sur 25 solides prélevés sur l'ensemble de la plaine et correspondant à la fois à des sols agricoles mais aussi des solides de la zone non saturée. Ces tests permettent de mesurer la constante de sorption  $K_f$  spécifique au sol et à la molécule. Les mesures ont été effectuées à l'aide de molécules marquées au  $^{14}C$  de métolachlore, S-métolachlore, ESA et OXA gracieusement fournies par Syngenta. Sur ces 25 solides, 15 ont également servi à des tests de sorption pour l'atrazine et la dééthylatrazine. **L'adsorption décroît de manière générale dans l'ordre suivant : métolachlore ~ S-métolachlore > atrazine > DEA >> ESA métolachlore > OXA métolachlore** (Illustration 1).

Le taux de matière organique semble être un facteur important gouvernant cette adsorption pour le métolachlore, le S-métolachlore, l'atrazine, la DEA et dans une moindre mesure pour l'ESA. Ces résultats suggèrent d'une part, une mobilité potentielle des dérivés du métolachlore plus importante que la molécule mère et d'autre part, un facteur de retard dans la zone non saturée assez faible pour l'ensemble des molécules puisque la zone non saturée est peu riche en matière organique (comparativement aux sols agricoles).

**En ce qui concerne la dégradation**, la réalisation d'expérimentations sur sols bruts et sur sols stérilisés, permet de conclure que le métolachlore, le S-métolachlore, l'OXA et l'ESA sont minéralisés suivant **des processus exclusivement biotiques** c'est-à-dire liés à l'activité des micro-organismes dans les sols et solides de la zone non saturée.

La plus grande quantité minéralisée d'OXA mais aussi une cinétique de minéralisation globalement plus rapide que pour l'ESA (démontrées par les expérimentations de laboratoire), explique vraisemblablement la prépondérance de l'ESA vs. l'OXA dans les eaux souterraines (résultats du suivi mensuel) et ce bien les tests de sorption aient montré que l'OXA métolachlore est légèrement moins adsorbé que l'ESA métolachlore.

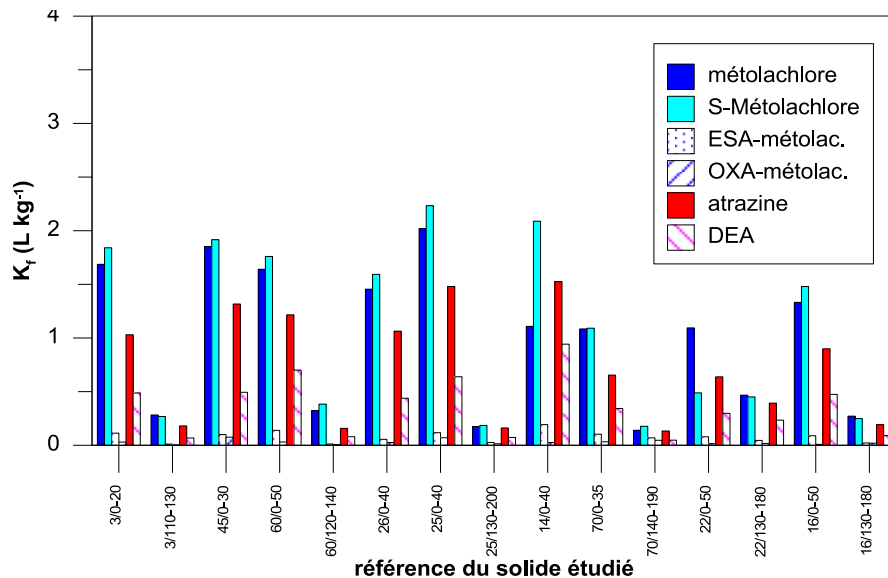


Illustration 1 - Comparaison des valeurs de  $K_f$  obtenues pour les 15 solides étudiés pour le métolachlore, le S-métolachlore, l'ESA métolachlore et l'OXA métolachlore ainsi que l'atrazine et la dééthylatrazine (DEA)

Le S-métolachlore présente des cinétiques de minéralisation assez proches de celles de l'OXA métolachlore. En revanche, son adsorption est largement plus importante que celle des 2 métabolites ESA et OXA. Cette plus forte adsorption explique vraisemblablement pourquoi les 2 métabolites sont plus fréquemment quantifiés que la molécule mère (en considérant une même limite de quantification) avec des taux de quantification pour le métolachlore assez proche de ceux de l'OXA (en regard de ceux de l'ESA).

Concernant la molécule mère, le S-métolachlore apparaît, en moyenne, un peu moins stable que le métolachlore. De plus, le remplacement d'une substance par l'autre a conduit à une réduction des doses appliquées par les agriculteurs. L'utilisation du S-métolachlore vs. le métolachlore conduit donc probablement à réduire le flux de la molécule mère risquant de transférer vers les eaux souterraines.

Lors de la saison culturale 2008-2009, il a été décidé de suivre l'infiltration du S-métolachlore (application par les agriculteurs) et ses dérivés dans 2 sols représentatifs de la plaine à savoir un sol de boubènes peu caillouteuses profondes à proximité de Mazères et sur un autre site, localisé à Villeneuve-du-Paréage, ayant plutôt un sol de grausse (Illustration 2). Ces sols sont majoritaires dans le secteur de la plaine où la culture du maïs est prédominante. Conformément aux pratiques locales, les 2 parcelles sont irriguées.

Pour caractériser cette infiltration, un traceur conservatif (bromure) a été appliqué juste après le traitement phytosanitaire. A 5 dates après l'application (jusque 136 jours après le traitement), des analyses sur les différents horizons de sol prélevés jusque 90 cm de profondeur permettent de suivre l'évolution des teneurs en bromure, métolachlore, ESA et OXA.

La présence des métabolites ESA et OXA à différentes profondeurs pour les 2 sols confirme d'une part, qu'une des voies de dégradation conduit à leur production mais aussi que ces substances sont susceptibles d'être lessivées vers les horizons de sols plus profonds. Ce risque de lessivage semble accru pour l'ESA qui est plus fréquemment détectée et à des teneurs plus importantes dans les horizons plus profonds des sols que l'OXA. **La mobilité observée in situ des 2 métabolites est cohérente avec leur faible sorption estimée en laboratoire pour ces mêmes horizons de sols. In situ, la présence moins marquée de l'OXA est cohérente avec une cinétique de dégradation plus rapide démontrée par les expérimentations de laboratoire.**

La présence de l'ESA et de l'OXA dans des niveaux plus profonds que l'horizon de surface et avec des teneurs plus importantes que le métolachlore (dès 56 jours) semblent **indiquer un risque de lessivage plus important des métabolites que de la molécule mère**. Cette observation est en accord avec une sorption plus importante du métolachlore et du S-métolachlore que des dérivés ESA et OXA suggérée par les expérimentations de laboratoire.



*Illustration 2 - Localisation des parcelles expérimentales et des stations météorologiques gérées par Météo France au sein de la plaine alluviale de l'Ariège*

Il convient aussi de noter que les concentrations les plus importantes en ESA et OXA ont été mesurées à 136 jours laissant suggérer que même si la dégradation du S-métolachlore semble effective dès le début du suivi (présence de métabolites dans le profil dès les premières dates), cette dégradation est assez lente. De la même façon, cela pourrait suggérer que les métabolites ne sont pas non plus dégradés rapidement. Ces hypothèses sont en accord avec les expérimentations de laboratoire qui ont permis de montrer l'existence d'un temps de latence dans les cinétiques de minéralisation des 3 molécules. Ce temps de latence correspond donc à une période pendant laquelle la molécule est potentiellement lessivable vers les horizons de sols plus profonds voire vers la nappe.

**Plus spécifiquement, pour les 2 parcelles étudiées**, si avant le début de l'irrigation le sol de grasse semble être plus filtrant (ce qui est conforme aux mesures de potentiel d'infiltration effectuées sur site) à la fois pour le bromure (traceur de l'eau) et les molécules organiques, au final après 136 jours le sol de boubène semble montrer un stock en ces molécules moins important que le sol de grasse.

Les données de bromure suggèrent qu'à la fin du suivi, un lessivage plus important a été observé dans le sol de boubène que dans le sol de grasse, conséquence probable des différences de pratiques d'irrigation. **Outre l'effet sol, l'effet des pratiques agricoles (en l'occurrence l'irrigation) a un effet sur le risque de transfert du S-métolachlore, de l'ESA et de l'OXA vers les eaux souterraines.**