

**L'application répétée de pesticides sur les parcelles agricoles peut conduire à l'adaptation de la microflore du sol qui acquiert la capacité de dégrader ces molécules. Du point de vue agronomique, la biodégradation accélérée peut, dans certains cas, être dommageable en diminuant l'efficacité du traitement phytosanitaire. Du point de vue environnemental, elle est en général intéressante parce qu'elle réduit la persistance du produit phytosanitaire dans le sol, limitant ainsi son transfert, notamment vers les eaux de surface et souterraines.**



### Introduction/Contexte

La productivité de l'agriculture conventionnelle repose sur l'usage quasi-généralisé d'intrants chimiques (engrais et pesticides). Chaque année 80 000 tonnes de pesticides, dont environ 24 000 tonnes d'herbicides et 48 000 de fongicides, sont appliquées sur les 25 millions d'hectares de terres agricoles du territoire français (données UIPP 2006). Bien que l'application de ces pesticides assure une certaine qualité de la production végétale (notamment le rendement et la qualité phytosanitaire), elle contribue à contaminer les différents compartiments de l'environnement et notamment les ressources en eau. Ainsi, l'Institut Français pour l'Environnement (IFEN) rapporte que 55 % des eaux de surface sont contaminées par l'atrazine, un herbicide dont l'usage est interdit en France depuis septembre 2003 (rapport IFEN 2003 préparé avec les données 2001). Le devenir des produits phytosanitaires dans l'environnement est conditionné par leur comportement dans le sol qui agit comme une zone de charge des aquifères et qui est l'interface avec l'atmosphère.

### Hypothèses

L'application répétée de pesticides sur les parcelles agricoles peut conduire à l'adaptation de la microflore du sol qui acquiert les gènes codant les enzymes cataboliques responsables de la dégradation des pesticides. L'adaptation de la microflore du sol conduit à la mise en place du phénomène de biodégradation accélérée (BDA) qui se caractérise par la diminution de la demi-vie des molécules actives (Topp et al. 2003). Ainsi dans un sol adapté à la biodégradation accélérée de l'atrazine, la demi-vie de cet herbicide est de seulement quelques jours alors que dans un sol non adapté sa demi-vie varie de quelques semaines à quelques mois. Du point de vue agronomique, la BDA peut, dans certains cas, être dommageable en diminuant l'efficacité du traitement phytosanitaire. Du point de vue environnemental, la BDA est par contre intéressante parce qu'elle réduit la persistance du produit phytosanitaire dans le sol et limitant ainsi son transfert vers les autres compartiments de l'environnement, notamment les eaux de surface et souterraines. La BDA représente donc à la fois un enjeu agronomique et environnemental.

### Objectifs expérimentaux

Dans ce contexte, notre équipe cherche à comprendre les mécanismes évolutifs qui conduisent la microflore du sol à s'adapter aux traitements répétés avec des pesticides. Ces mécanismes génétiques permettent l'établissement de voie de dégradation leur permettant d'utiliser les pesticides comme source de nutriments et d'énergie pour leur développement. Cette thématique de recherche présente à la fois (i)

un intérêt fondamental ayant trait à l'adaptation des microorganismes aux changements de leur environnement (rejoignant en cela des thématiques telles que l'adaptation de microorganismes pathogènes à la résistance à certains antibiotiques) et (ii) un intérêt appliqué ouvrant de nouvelles perspectives dans le champs des techniques de bioremédiation pour décontaminer des sites pollués ou traiter des résidus de pesticides à l'aide de processus biotechnologiques.

Notre équipe travaille dans cette perspective et a récemment montré l'incroyable plasticité génétique de la fraction de la microflore du sol qui est génétiquement apte à dégrader des pesticides. Ainsi nous avons pu mettre en évidence que sous la pression de sélection exercée par l'application de pesticide, les microorganismes du sol pouvaient naturellement échanger de l'information génétique par transfert horizontal de gènes (Devers et al. 2005). Nous avons démontré l'importance de ce phénomène en étudiant une banque de microorganismes dégradant l'atrazine qui partage un potentiel génétique dégradant très similaire (Devers et al. 2007a, Kolic et al. 2007). Récemment, nous avons montré l'implication d'éléments d'insertion du type IS dans la mobilité des gènes de dégradation au sein du génome de certaines souches dégradant l'atrazine (Devers et al, 2007b). D'autres mécanismes moléculaires, telle que la duplication de gène dégradant par recombinaison homologue, ont été montrés pour augmenter la compétitivité des souches dégradantes favorisant leur développement en utilisant l'atrazine comme source d'azote pour leur développement (Devers et al. 2007c).

### **Références citées**

- Devers M., Henry S., Hartmann A., Martin-Laurent F. (2005) Horizontal gene transfer of atrazine-degrading genes (*atz*) from *Agrobacterium tumefaciens* St96-4 pADP1::Tn5 to bacteria of maize-cultivated soil. *Pest Management Science* 61: 870-880.
- Devers M., El Azhari Najoi, Udikovic-Kolic N. and Martin-Laurent F. (2007a) Analysis of genomic organization of the atrazine-degrading genes (*atz*, *trz*) in seventeen atrazine-degrading bacteria. *FEMS Microbiology Letters*. 273: 78-86.
- Devers M., Rouard N. and Martin-Laurent F. (2007b) Genetic rearrangement of the *atzAB* atrazine-degrading gene cassette from pADP1::Tn5 to the chromosome of *Variovorax* sp. MD1 and MD2. *Gene*. 392: 1-6.
- Devers M., Rouard N., Martin-Laurent F. (2007) Fitness drift of an atrazine-degrading population under atrazine selection pressure. *Accepté pour publication. Environmental Microbiology*.
- Udikovic-Kolic N., Hrsak D., Begonja Kolar A., Petric I., Stipicevic S., Soulas G. and Martin-Laurent F. (2007) Combined metabolic activity within an atrazine-mineralizing community enriched from agrochemical factory soil. *International Biodeterioration and Biodegradation. Accepté en révisions*.