

Intitulé du projet : Influence de la salinité des eaux d'irrigation sur le devenir des pesticides dans les systèmes irrigués méditerranéens.

(Novembre 2020- Novembre 2023)

1- Description du sujet

Motivation

L'agriculture méditerranéenne doit relever de nombreux défis dont celui d'une intensification des pratiques agricoles dans un contexte de rareté croissante des ressources en eau destinées à l'irrigation (Hervieu, 2006). L'évolution des pratiques se traduit par un recours accru à l'irrigation localisée et les cultures sous abris mais aussi par l'utilisation d'un nombre toujours plus grand de molécules de pesticides (Zalidis *et al.*, 2002). C'est notamment le cas en France, où le suivi public de la qualité des eaux, montre une diffusion de plus en plus grande des molécules organiques issues des traitements agricoles que l'on retrouve dans les aquifères et dans de nombreux milieux récepteurs (Herault *et al.*, 2003). En contraste, dans les pays de la rive sud de la Méditerranée, peu d'informations sont disponibles sur la diffusion environnementale des pesticides et de leurs métabolites, mise à part de trop rares publications (Elbakouri *et al.*, 2008; Fekkoul *et al.*, 2011). L'agriculteur du pourtour de la Méditerranée, met en pratique, des règles d'usage des substances pesticides (dosage, fréquence) qui s'appuient souvent sur des études réalisées en milieu tempéré. Or, les conditions d'applications environnementales de ces agro-systèmes présentent des caractéristiques particulières susceptibles d'interagir avec la diffusion comme des ensoleillement et des températures moyennes plus élevées (qui favorisent la dégradation physique et biologique des molécules, mais dopent la solubilité des substances dans l'eau) et des systèmes d'irrigations différenciés par des fréquences des modalités techniques (recours aux aquifères, goutte-à-goutte, plastifications et serres). Enfin, les zones irriguées maghrébines sont beaucoup plus souvent affectées par une salinité des eaux et des sols en domaine côtier et en domaine continental (oasis, plaines intérieures) alors qu'à l'exception notable de l'Espagne et de quelques zones irriguées côtières limitées, les cultures irriguées de la rive nord de la Méditerranée en souffrent peu. Le mécanisme de salinisation des sols se produit fréquemment par l'intermédiaire de l'utilisation d'eaux souterraines concentrées en sels pour l'irrigation. Très fréquemment en alternance avec l'irrigation, les précipitations ou l'emploi d'eau de surface apportée par des réseaux collectifs produisent des variations brutales de conditions de salinité lors du cycle agricole.

Processus en cause

Les processus qui conduisent à la modification de la diffusion des pesticides sous l'influence de la salinité sont peu documentés en milieu terrestre. Certains travaux font état de corrélation dans les eaux

souterraines entre la présence de molécules pesticides et la salinité, sans que l'on sache s'il s'agit d'une coïncidence des contaminations salines et agricoles ou bien l'intervention d'une causalité liée à des processus induits par la salinité elle-même (Atasoy *et al.*, 2012; Gascón, 1998; Shomar *et al.*, 2006).

En effet, la salinité est susceptible d'intervenir par le biais de nombreux processus sur la diffusion des molécules pesticides dont :

- i) la modification des propriétés colligatives de l'eau vis à vis de la molécule (hausse de la pression de vapeur (*Salting-out effect*) et baisse de solubilité) (Cetin *et al.*, 2006)
- ii) la modification des capacités d'échange et de sorption sur les particules (El-Nahhal and Lagaly, 2005),
- iii) la formulation facilitée de complexes entre l'acide humique et les molécules en cause (Mézin and Hale, 2004)
- iv) L'inhibition de la biodégradation du fait d'une contrainte de la salinité sur des populations bactériennes impliquées (Lin *et al.*, 2008; Reddy and Sethunathan, 1985),
- v) du fait des cycles coagulation / dispersion des particules argileuses : par la modification des propriétés de transfert particulaires les eaux de surface (comme observée dans les estuaires) (Steen *et al.*, 2001) ou bien par la modification des propriétés de transfert dans le sol par colmatage (Müller *et al.*, 2007) ce dernier processus se produisant particulièrement lors des changements brutaux de salinité.

2- Objectif

Le sujet se donne pour objectif d'identifier et modéliser les processus relatifs à l'influence de la salinité sur le devenir des pesticides dans les sols méditerranéens irrigués, par l'étude du comportement de plusieurs molécules modèles dans des sols à salinité significative.

3- Méthodologie

La thèse s'appuiera sur la connaissance des pratiques agricoles en usage dans des secteurs irrigués qui pratiquent une irrigation alternée entre eaux souterraines et eaux de surface comme celui de la plaine du Lebna (Cap Bon) ou dans le Kairouanais, en Tunisie qui sont les terrains d'étude du [LMI NAILA](#).

Il s'agira dans un premier temps d'identifier plusieurs molécules d'intérêt comme pesticides "modèles" (≤ 3) utilisées dans plusieurs types de cultures sous irrigations (≤ 3). Une fois choisies, ces molécules feront l'objet d'une approche expérimentale détaillée combinant les conditions de laboratoire et les conditions semi-naturelles choisies selon les conditions de terrain de l'étude.

Il s'agira en premier lieu de scruter les propriétés de biodégradation et de transfert dans les sols au laboratoire : On s'appuiera sur la reproduction en laboratoire des tests d'indices de dégradation en fonction de la salinité (DT_{50}) et sur l'utilisation pour la quantification de transfert sur colonnes de laboratoire soumises à des conditions salines croissantes éventuellement à l'aide de molécules marquées.

Une démarche de modélisation propre à consolider la connaissance des comportements observés et à extrapoler l'approche expérimentale de laboratoire aux modalités des cultures sera ensuite confrontée aux comportements au champ des mêmes molécules dans les contextes méditerranéens choisis. La démarche de modélisation pourra s'appuyer sur les outils de modélisation développés au LISAH dans le cadre de la

plateforme de modélisation OpenFLUID en compétition avec les modèles de transferts dans les sols existants.

4- Conditions de réalisation

- La thèse sera codirigée par Hanene Chaabane (INAT) et Olivier Grünberger (IRD-LISAH) et bénéficiera de l'encadrement de Claude Hammecker (IRD-LISAH). Elle bénéficiera des appuis techniques de Radhouane Hamdi (IRD –LISAH), de Manon Lagacherie (IRD-LISAH)
- La thèse se déroulera principalement en Tunisie, le doctorant sera hébergé et inscrit à l'INAT. Des séjours au [LISAH](#) (à Montpellier, en France) seront dédiés aux expérimentations avec les molécules marquées, à l'apprentissage de modélisations et à la rédaction.
- Le sujet de thèse est soutenu par son insertion dans le projet PRIMA – ALTOS [2020-2023] dans lequel il est prévu de dégager les principaux drivers qui pourraient être mis en avant sur les déterminants de la contamination des aquifères par les pesticides dans les systèmes Maghrébins irrigués.
- La thèse s'inscrira dans l'activité du LMI NAILA.

5- Candidat(e) recherché(e)

- La personne recherchée doit répondre aux conditions d'éligibilité d'inscription en doctorat à l'[INAT](#).
- En sus des qualités demandées à tout doctorant(e) : sérieux, investissement, autonomie, facilités relationnelles, il est requis un goût particulier pour l'approche expérimentale de laboratoire et de terrain et un intérêt marqué vis-à-vis du monde agricole méditerranéen.
- Issu d'une filière de formation des sciences du milieu (Hydrologie, Ecologie, Géologie, Agronomie, Phytologie, environnement), il/elle aura le goût pour l'analyse des processus fins de géochimie dans les sols et devra être à même de maîtriser la modélisation numérique des écoulements réactifs.
- La thèse sera réalisée en Tunisie dans le cadre du [LMI NAILA](#) et la personne recherchée sera amenée à réaliser des missions en France ce qui implique également le goût pour l'échange interculturel scientifique, le travail en équipe élargie et le goût pour la mobilité.
- La maîtrise des bases de l'anglais scientifique est indispensable

6- Procédure de sélection

Les personnes intéressées sont priées d'envoyer un CV et une lettre de motivation à olivier.grunberger@ird.fr et chaabane.hanene2@gmail.com **avant le 5 Novembre 2020, en labélisant le sujet du mail [DocSalinitéPesticide]**. Il sera procédé à une sélection de dossier et des entretiens (en présentiel ou en visio) avant de prendre la décision finale **le 15 Novembre 2020**.