

Référentiel sur les outils de la recherche pour réduire les pollutions de l'eau par les pesticides

Rapport final

**Guillaume JUAN
Fabienne BARATAUD
Pierre BENOIT
Laurent BOUCHET
Alain CARPENTIER
Véronique GOUY
Guy LE HENAFF
Marc VOLTZ**

Février 2018

- **Chargé d'étude :**

Guillaume Juan (INRA Montpellier)

- **Responsable scientifique :**

Marc Voltz (INRA Montpellier)

- **Co-auteurs :**

Fabienne Barataud (INRA Mirecourt)

Pierre Benoît (INRA Grignon)

Laurent Boucher (Envilys)

Alain Carpentier (INRA Rennes)

Véronique Gouy (IRSTEA Lyon)

Guy Le Henaff (IRSTEA Lyon)

- **Correspondants AFB :**

Claire Billy (Chargée de mission « Agriculture et Protection des milieux »)

Nolwenn Bougon (Chargée de mission Pression/Impact)

- **Pour citer ce document :**

Juan, G., Barataud, F., Billy, C., Bouchet, L., Carpentier, A., Gouy, V., Le Hénaff, G., Voltz, M. (2018). Référentiel sur les outils de la recherche pour réduire les pollutions de l'eau par les pesticides. Rapport final, convention INRA-AFB. 180 p.

AVANT-PROPOS

La réalisation de ce référentiel fait suite à une demande initiale, exprimée en 2012 par Nicolas Domange, alors chargé de mission à l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA). Celui-ci constatait au plan français une grande variabilité d'élaboration des Programmes de Mesures (PdM) pour atteindre l'objectif de bon état des masses d'eaux dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive cadre européenne sur l'eau (DCE). Cette variabilité pouvant être liée à des faiblesses méthodologiques, il se demandait si les institutions de recherche ne disposaient pas de connaissances et de méthodologies non encore diffusées et susceptibles d'aider à la mise en place de la DCE.

Il en est ressorti le projet d'une analyse des besoins méthodologiques auprès des acteurs de la DCE et d'un inventaire des outils et méthodes développés ou en cours de développement par les acteurs académiques. Ce projet a été soutenu de 2013 à 2017 dans le cadre de la convention INRA-ONEMA, puis INRA-AFB suite à la création en 2017 de l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) à laquelle a été intégré l'ONEMA.

Pour la réalisation du projet, un comité de pilotage pluridisciplinaire a été constitué, comprenant des chercheurs mais aussi des experts du domaine. Il a eu pour objectif de définir et valider la démarche d'enquête des besoins méthodologiques et d'inventaire, puis de structurer les résultats obtenus dans le cadre du référentiel qui est présenté dans ce document. Les membres du comité sont co-auteurs du référentiel et nous les remercions particulièrement pour leur implication intellectuelle et le temps consacré. Nous tenons aussi à remercier Nicolas Domange pour l'impulsion initiale, ainsi que Claire Billy et Nolwenn Bougon, chargées de mission à l'AFB, qui ont suivi le projet sur toute sa durée, et qui n'ont pas ménagé leurs efforts pour que le référentiel arrive à bon port. Enfin, nous souhaitons remercier très chaleureusement toutes les personnes qui ont accepté de répondre à nos sollicitations, parfois répétées, et qui ont participé en décembre 2015 à un séminaire très productif. Ce sont en effet vingt-sept équipes scientifiques appartenant notamment à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA), au Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et à l'université, et plus de trente représentants d'Agences de l'Eau, de Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de bassin et de collectivités territoriales qui ont été enquêtés.

Au final, le présent référentiel propose aux lecteurs :

- ▶ Une synthèse des différentes étapes suivies pour la définition de l'action publique visant à réduire les pollutions des ressources en eau par les pesticides.
- ▶ Une aide pour identifier des outils, des méthodes mais aussi des dispositifs de recherche produisant des références pouvant répondre à leurs interrogations.
- ▶ Un bilan de l'état actuel des outils et méthodes inventoriés.

Le référentiel a vocation à être enrichi au fur et à mesure de l'évolution des outils et méthodes déjà inventoriés ou de la création de nouveaux outils. L'intégration prochaine de ce travail au Centre de Ressource Captages et au portail Web « Aires d'Alimentation de Captages » (cf. <https://aires-captages.fr/>) doit permettre de faciliter sa diffusion mais aussi sa révision régulière.

Marc Voltz et Guillaume Juan

RESUME

Ce référentiel identifie des besoins méthodologiques dans la mise en œuvre des politiques publiques de limitation des pollutions diffuses des ressources en eau par les pesticides et inventorie les outils, méthodes et dispositifs de production de références, issus de travaux de recherche, pouvant y répondre.

Les politiques publiques relatives à la gestion des contaminations de l'eau font intervenir de nombreux acteurs. Interrogés sur leurs missions, il apparaît qu'ils interagissent sur deux échelles de gestion : l'une « régionale », correspondant aux bassins hydrographiques et aux Régions, l'autre « locale », correspondant aux bassins d'alimentation des masses d'eau ou des captages d'eau potable. L'échelle de gestion est définie comme étant un espace géographique où interagissent des acteurs, engagés dans ce cas pour limiter les pollutions diffuses des ressources en eau.

A l'échelle de gestion dite « régionale », les Agences de l'Eau et les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de bassin établissent les objectifs de qualité par masse d'eau. Elles identifient ensuite les zones d'intervention prioritaires et dimensionnent les moyens à mobiliser pour atteindre les objectifs fixés, avec l'appui des services déconcentrés de l'Etat. Ces éléments sont inscrits dans les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et Programmes de Mesures (PdM) à l'échelle des bassins hydrographiques ainsi que dans les Plans d'Action Opérationnels Territorialisés (PAOT) des Départements. Actuellement, ce sont principalement les masses d'eau utilisées pour l'adduction d'eau potable et leurs bassins d'alimentation qui ont été désignés comme les territoires prioritaires.

Les Agences de l'Eau sont, avec l'Union Européenne à travers les Régions (depuis la réforme de la Politique Agricole Commune), les principales pourvoyeuses de fonds des collectivités territoriales ou leur regroupement (Établissement public territorial de bassin, Syndicat d'eau potable, Communauté d'Agglomération, etc.). Ces structures portent la mise en œuvre d'actions dans les bassins d'alimentation des masses d'eau polluées, à l'échelle de gestion dite « locale ». En effet, ce sont ces structures qui sont responsables de la gestion des milieux aquatiques (depuis la loi du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique) et des captages d'eau potable. Elles peuvent faire appel à des animateurs qu'elles recrutent ou à des organisations professionnelles, telles que les Chambres d'Agriculture, qui travaillent directement avec les agriculteurs.

Ce schéma de fonctionnement général peut néanmoins varier d'un territoire à un autre, en fonction des liens entre les acteurs territoriaux et le degré d'implication des décideurs politiques.

La mise en œuvre d'une action publique à ces deux échelles de gestion se confronte à des difficultés opérationnelles. Celles-ci ont été identifiées et regroupées en quatre « enjeux opérationnels » interdépendants :

Le diagnostic initial : Il s'appuie grandement sur les mesures de la qualité de l'eau. Cependant des études complémentaires sont menées afin de comprendre pourquoi et quand interviennent les contaminations. Une fois que les facteurs déterminants sont identifiés, il est souvent nécessaire de procéder à une priorisation des zones d'intervention. Cette étape fait intervenir une évaluation des risques de contamination liés aux usages des produits phytosanitaires et à la vulnérabilité du milieu. L'enquête a mis en évidence que cette évaluation n'est réalisée que partiellement la plupart du temps.

Le choix des actions agronomiques et paysagères : Cet enjeu implique l'identification des actions, compatibles avec le contexte local, à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs fixés. Deux grandes stratégies techniques sont en général mises en avant pour la prévention des pollutions diffuses dues aux pesticides : la réduction voire la suppression des usages et la limitation des transferts vers les ressources en eau. De nombreux

leviers d'action existent pour la mise en place de ces stratégies. Tout l'enjeu réside dans le choix des actions les plus efficaces.

**Le suivi et
évaluation du
programme :**

Cette phase est nécessaire pour évaluer l'action publique quelle que soit l'échelle de gestion. Des outils sont mobilisés pour à la fois suivre l'avancement de la mise en œuvre d'actions et estimer l'impact d'une politique sur la qualité des ressources en eau. Ces procédures sont définies dès le lancement d'une action puisqu'elles mobilisent des informations spécifiques qui doivent être recueillies de manière échelonnée dans le temps.

**La mobilisation des
acteurs :**

Elle peut et devrait intervenir pendant différentes étapes d'une démarche, en amont de la construction d'un plan d'action, durant sa mise en œuvre ou pour réaliser une évaluation. Elle peut viser par exemple à définir des marges de manœuvre collectivement acceptées ou accompagner la mise en œuvre d'actions préétablies. Une fois que les acteurs sont caractérisés, plusieurs types de méthode peuvent être adoptés pour les mobiliser.

Un travail d'enquête mené auprès des institutions publiques de recherche a permis de réaliser un inventaire d'outils, de méthodes et de dispositifs de production de références adaptés à la gestion des ressources en eau pour ce qui concerne la lutte contre la contamination par les pesticides. Des fiches de renseignement ont été complétées par les concepteurs regroupant les informations nécessaires à la compréhension de leur fonctionnement. Les outils, méthodes et dispositifs de références ont par la suite été organisés en fonction des enjeux opérationnels auxquels ils répondent. Cette classification a pour objectif d'aider les gestionnaires à identifier des outils ou des références répondant à leurs besoins méthodologiques.

L'analyse réalisée éclaire également les différences entre les outils et méthodes en termes d'opérationnalité, un aspect particulièrement important dans une perspective d'utilisation de ce référentiel par des gestionnaires. Pour identifier l'état d'opérationnalité, un système de classement est proposé. Il permet de savoir si l'outil en question se situe plutôt dans une phase de conception ou si des applications concrètes dans des situations de gestion ont été réalisées.

Le bilan global de l'inventaire montre que de nombreux outils et dispositifs existent. Néanmoins, leur répartition entre les différents enjeux opérationnels fait ressortir des manques thématiques. Finalement, leur mobilisation par des acteurs de terrain nécessite dans une majorité de cas un accompagnement de la part d'experts scientifiques.



Le référentiel est composé de plusieurs parties, chacune indépendante des autres.

Plusieurs lectures sont donc possibles !

- ▶ **Lecture linéaire** : le document peut se lire dans son intégralité de manière linéaire.
- ▶ **Lecture par partie** : le lecteur peut se focaliser uniquement sur certaines parties du document à savoir :
 - L'analyse institutionnelle des politiques publiques visant à réduire les contaminations des ressources en eau dues aux pesticides, page 13 ;
 - Les résultats de l'inventaire des outils et méthodes, page 47 ;
 - Les résultats de l'inventaire des dispositifs de production de références, page 69 ;
 - Le bilan général des inventaires, page 79.
- ▶ **Identification d'outils, de méthodes ou de dispositifs de références** : pour cela il convient de se diriger directement à la partie dédiée aux outils, méthodes (page 47) et dispositifs de production de références (page 69). Les procédures d'identification sont décrites au début de ces deux parties. De nombreux liens hypertextes permettent de faciliter la navigation entre les tableaux de classification et les descriptifs résumés.
- ▶ **Recherche rapide d'informations concernant un outil, une méthode ou un dispositif de références précis** : pour cela le lecteur doit consulter le document regroupant l'ensemble des fiches de renseignement des outils, méthodes et dispositifs de production de références.

Avant-propos.....	1
Résumé.....	3
Guide de lecture.....	5
1. Introduction.....	9
2. Analyse de la mise en œuvre de l'action publique visant à réduire des pollutions diffuses de l'eau par les pesticides.....	13
2.1. Plusieurs directives européennes se réfèrent aux pesticides et aux pollutions qu'ils peuvent engendrer.....	13
2.2. La diminution des pollutions de l'eau par les pesticides implique de nombreux acteurs	16
2.2.1. L'identification des zones d'intervention prioritaires, un travail réalisé à l'échelle des bassins hydrographiques.....	18
2.2.2. La traduction des « mesures » en « actions »	26
2.2.3. Le suivi et l'évaluation des programmes	31
2.3. Plusieurs difficultés d'ordre méthodologique ont été identifiées par les gestionnaires de ressources en eau.....	32
2.3.1. Comment peuvent être qualifiées les pressions dues aux pesticides en fonction des impacts qu'ils génèrent sur les milieux aquatiques ?.....	33
2.3.2. Où doivent être priorisées les actions ?	34
2.3.3. Quelles sont les actions permettant de rétablir à moindre coût le bon état des masses d'eau affectées par des pollutions dues aux pesticides ?	35
2.3.4. Comment peut-on mobiliser les acteurs locaux pour la mise en œuvre effective d'actions ?	36
2.3.5. Comment peuvent être évalués les résultats des programmes d'action ?.....	37
2.4. Synthèse de la partie	38
3. Présentation des critères utilisés pour caractériser et classer les outils, méthodes et dispositifs de production de références inventoriés.....	41
3.1. Un critère commun : l'objectif de gestion.....	41
3.2. Les critères relatifs aux outils et méthodes	43
3.2.1. Un premier critère géographique : l'échelle de gestion	43
3.2.2. L'objet étudié	44
3.2.3. L'état d'opérationnalité, critère d'analyse de l'utilisation des outils et méthodes	45
3.3. Les critères relatifs aux dispositifs de production de références.....	47
4. Outils et méthodes issus de travaux de recherche mobilisables dans une démarche de gestion de la qualité de ressources en eau contaminées par des pesticides	49
4.1. Présentation de la procédure d'identification d'outils ou de méthodes.....	49
4.2. Choix de l'échelle de gestion et d'un enjeu opérationnel.....	51
4.3. Identification d'un outil ou d'une méthode.....	54
4.3.1. Les outils et méthodes mobilisables à l'échelle de gestion régionale	54

4.3.2.	Les outils et méthodes mobilisables à l'échelle de gestion locale	59
5.	Dispositifs de production de références mobilisables dans une démarche de gestion de la qualité de ressources en eau contaminées par des pesticides	69
5.1.	Présentation de la procédure d'identification des dispositifs de production de références	69
5.2.	Choix d'un enjeu opérationnel	70
5.3.	Identification d'un dispositif de production de références.....	72
6.	Bilan	79
6.1.	Les limites du référentiel.....	79
6.1.1.	Inventaire limité aux travaux menés par la recherche publique	79
6.1.2.	Limite thématique de l'inventaire	79
6.1.3.	Limites de la méthodologie d'enquête	79
6.1.4.	Limites de la classification des outils et dispositifs de production de références	80
6.1.5.	Limites dans l'interprétation de l'état d'opérationnalité.....	80
6.2.	Bilan des outils et méthodes inventoriés	80
6.2.1.	Bilan quantitatif	81
6.2.2.	Variabilité du degré d'opérationnalité des outils et méthodes	82
6.2.3.	Bilan qualitatif	85
6.3.	Bilan des dispositifs de production de références	89
6.4.	Nature des partenariats mobilisés pour le développement des outils et méthodes inventoriés.....	91
6.4.1.	Analyse des stratégies partenariales des travaux de recherche portant sur la diminution de la contamination des ressources en eau par les pesticides.....	91
6.4.2.	Analyse des moyens mis en œuvre pour le transfert des outils et méthodes.....	93
7.	Conclusion	97
	Bibliographie	99
	Glossaire	109
	Annexes	113

1. INTRODUCTION

Selon le Service de la donnée et des études statistiques (SDES) du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, les pesticides sont présents en France dans la plupart des cours d'eau et eaux souterraines. Par conséquent de nombreux captages deviennent impropres à la distribution d'eau potable et sont abandonnés. Entre 1994 et 2015, 38% des 8.627 captages abandonnés l'ont été à cause des concentrations élevées de nitrates et pesticides¹. Cette situation représente un réel défi environnemental mais aussi économique pour les pouvoirs publics.

Une politique publique a été mise en place sous l'impulsion de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE ou directive 2000/60). En effet, cette directive impose aux Etats membres d'atteindre le « *bon état* » des eaux avant la fin de l'année 2015 ou par dérogation en 2021 et 2027. Les pesticides font partie des substances qui entrent dans l'évaluation de l'état des masses d'eau.

Pour atteindre les objectifs de la DCE, celle-ci prévoit notamment l'établissement de programmes de mesures (article 3 et 4). Chaque Etat déploie sa stratégie pour l'élaboration de ces programmes et de ses déclinaisons pour la mise en œuvre d'actions dans les territoires.

Une attention particulière est donc portée aux résultats des actions visant à limiter les pollutions des ressources en eau dues aux pesticides. Plusieurs évaluations ont été réalisées à ce jour (Brun et Frey, 2011 ; Lesage, 2013 ; Bénézit et al. 2014). Elles font état de points de blocage et apportent des propositions d'amélioration. Les maîtres d'ouvrage responsables de la mise en œuvre de ces actions semblent en effet rencontrer des difficultés pour créer des dynamiques territoriales durables impliquant les acteurs faisant usage de pesticides.

Une des pistes suivies pour appuyer ces politiques est la production de connaissances et le développement d'outils pour aider à la mise en œuvre d'actions efficaces. De nombreux programmes de recherche et développement (R&D) ont été mis en place dans les institutions de recherche afin de mieux comprendre les mécanismes de contamination des eaux et développer des outils d'aide à la gestion de ces pollutions. Ces programmes font appel à des disciplines très variées : hydrologie, agronomie, pédologie, sociologie, sciences de gestion, etc. et font souvent l'objet de partenariats avec les utilisateurs potentiels. Les résultats opérationnels escomptés sont ainsi destinés aux institutions qui conçoivent ou participent à la mise en œuvre des politiques publiques, plus particulièrement les Agences de l'Eau et les collectivités territoriales en charge de la gestion des masses d'eau.

Il n'existait cependant pas jusque-là une vue d'ensemble des résultats escomptés des programmes de R&D, d'autant que leur concrétisation opérationnelle est souvent encore en cours. Dans le cadre de la convention INRA-ONEMA, il a été convenu de mener une action d'inventaire et d'analyse des travaux menés dans les institutions de recherche afin i) d'établir un référentiel qui organiserait les connaissances opérationnelles visées et ii) en informer le plus largement les gestionnaires des ressources en eau.

Le présent référentiel, intitulé « *Référentiel sur les outils et dispositifs de production de références issus de travaux scientifiques en vue de réduire les pollutions diffuses des ressources en eau dues aux pesticides* », poursuit plusieurs objectifs :

- ▶ Etablir une synthèse des besoins méthodologiques des acteurs impliqués dans la mise en œuvre des objectifs DCE.
- ▶ Etablir une synthèse des outils, méthodes et dispositifs de production de références existants afin d'en tirer un bilan.

¹ Chiffres mis à jour le 30/02/2017, tirés du site web : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/f/2486/0/nombre-captages-leau-potable-fermes.html>

- ▶ Positionner les outils en fonction des besoins exprimés par les acteurs rencontrés pour faciliter leur identification.
- ▶ Faciliter l'accès à des informations utiles concernant les outils, méthodes et dispositifs de production de références.

Le référentiel se présente comme un classeur de supports de connaissances issus de travaux de recherche menés par des organismes publics. Ils font tous l'objet de publication(s) scientifique(s). Ces publications, impliquant une procédure d'évaluation par les pairs, constituent une garantie pour leurs utilisateurs.

Il est important de signaler que le présent document ne vise pas l'exhaustivité des outils, méthodes et dispositifs de production de références en matière d'aide à la gestion des pollutions diffuses de l'eau par les pesticides. Il est focalisé uniquement sur les résultats issus de travaux de recherche et faisant l'objet d'une démarche d'évaluation scientifique de type académique en amont. De nombreux autres outils et références existent, produits par des structures telles que les instituts techniques agricoles, les organisations professionnelles agricoles, les coopératives, les bureaux d'études et les gestionnaires de ressources en eau.

Les outils, méthodes et dispositifs présentés visent pour la plupart à établir un diagnostic du territoire et des pratiques phytosanitaires et faciliter le choix des actions à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de l'eau.

Les difficultés relatives à l'accès aux données nécessaires pour leur utilisation n'ont pas été prises en compte. Le référentiel n'apporte pas non plus de solutions pour améliorer la coordination des acteurs chargés de la mise en œuvre des politiques publiques, problème évoqué lors des différentes rencontres organisées durant sa construction. Ces points de blocage d'ordre institutionnel voire politique dépassent le cadre du référentiel. Néanmoins, il fait état de l'existence d'outils et méthodes permettant de faciliter le dialogue entre les acteurs d'un territoire et la prise de décision collective.

Le référentiel a ainsi pour objectif d'apporter un appui aux institutions et personnes intervenant dans la gestion de la qualité de l'eau et plus précisément la limitation des pollutions par les pesticides. Il pourra donc s'agir :

- ▶ des agents travaillant au sein des Secrétariats Techniques de Bassin (appartenant principalement aux Agences de l'Eau et Directions Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de bassin) chargés de l'élaboration de l'Etat des Lieux (EDL) (prévu en 2017-2019 selon le calendrier DCE) et du Programme de Mesures (PdM) 2022-2027 s'y rapportant ;
- ▶ des agents des Missions Inter-Services de l'Eau et de la Nature (MISEN) chargés de la construction des Plans d'Actions Opérationnels Territorialisés (PAOT) ;
- ▶ des animateurs ou maîtres d'ouvrage chargés de porter les démarches de protection des captages ou masses d'eau contaminées ;
- ▶ des chargés de mission de bureaux d'études mandatés par des collectivités territoriales pour la réalisation d'études.

Le référentiel se compose de plusieurs parties :

La première partie correspond aux résultats d'une enquête menée afin d'appréhender la mise en œuvre de l'action publique visant à réduire les pollutions de l'eau par les pesticides. Elle se compose de trois sous-parties :

- ▶ Un descriptif des orientations européennes en matière de lutte contre les pollutions par les pesticides.
- ▶ Un descriptif des procédures suivies par les acteurs impliqués dans la mise en œuvre d'actions de prévention des pollutions diffuses.
- ▶ Une analyse permettant de dégager les principaux points de blocage méthodologiques rencontrés par les acteurs.

La deuxième partie présente les critères utilisés pour organiser les outils, méthodes et dispositifs de production de références qui ont été inventoriés. L'échelle de gestion est le premier critère de classification. Pour chaque échelle de gestion, les missions et besoins méthodologiques des acteurs intervenant dans la mise en œuvre d'actions sont résumés sous la forme de tableaux. Les outils, méthodes et dispositifs de références sont ensuite répartis en fonction des besoins méthodologiques auxquels ils peuvent répondre.

Les troisième et quatrième parties correspondent aux résultats de cette classification appliquée à l'inventaire qui a été réalisé. Une procédure d'identification est décrite afin de guider le lecteur. Une fois l'outil, la méthode ou le dispositif identifié, un descriptif résumé et une fiche peuvent être consultés.

Finalement, la cinquième partie expose un bilan de l'ensemble des outils et dispositifs recensés à la lumière des besoins méthodologiques exprimés par les acteurs intervenant dans la mise en œuvre d'actions visant à réduire les pollutions diffuses de l'eau par les pesticides.

2. ANALYSE DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'ACTION PUBLIQUE VISANT A REDUIRE DES POLLUTIONS DIFFUSES DE L'EAU PAR LES PESTICIDES

Dans cette première partie nous présentons brièvement les principales orientations des politiques européennes liées à la réduction des pollutions diffuses de l'eau dues aux pesticides. La mise en œuvre en France de ces politiques sera ensuite décrite. Nous verrons qu'elle implique la mobilisation d'acteurs divers intervenant à des échelles territoriales différentes. Nous montrerons également que l'action publique dans ce domaine est tributaire d'instruments conçus dans le cadre de l'application de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) mais aussi de la politique agricole commune (PAC). Les enquêtes² réalisées auprès des représentants de gestionnaires de ressources en eau nous ont permis d'identifier des points de blocage et des besoins pour améliorer l'action publique dans cette thématique. Cette analyse nous permettra par la suite de proposer des supports de connaissances issus de travaux de recherche, tels que des outils, méthodes ou dispositifs de production de références pouvant répondre à ces besoins.

2.1. Plusieurs directives européennes se réfèrent aux pesticides et aux pollutions qu'ils peuvent engendrer

Tout en rappelant que les pesticides ou produits phytosanitaires³ ont un rôle économique important pour l'agriculture, **l'Union Européenne (UE) reconnaît l'existence de risques liés à leur utilisation pour la santé et l'environnement**⁴. Ce constat s'est traduit en 2009 par le renforcement de la directive 91/414⁵, qui encadrerait la mise sur le marché, la distribution et l'utilisation des pesticides, et l'adoption de nouvelles directives pour **parvenir à une utilisation durable des pesticides**. L'ensemble de ces textes est plus communément appelé « paquet pesticide ». Ainsi, la directive 2009/128 prévoit notamment la mise en place :

- ▶ de plans d'action nationaux visant à réduire les risques et les effets sur la santé humaine et l'environnement ;
- ▶ d'un système de formation à l'attention des utilisateurs professionnels, distributeurs et conseillers ;

² Afin d'identifier les points de blocage rencontrés par les acteurs impliqués dans les démarches de réduction des contaminations dues aux pesticides, une enquête a été menée auprès de gestionnaires de ressources. Des représentants des six Agences de l'Eau et DREAL de bassin, mais aussi des animateurs travaillant auprès de collectivités territoriales, ont été interrogés sur leurs missions et les difficultés qu'ils rencontrent. Cette enquête a permis d'établir une analyse institutionnelle globale permettant de comprendre comment s'articulent les actions des différents acteurs intervenant dans ces démarches. Des besoins méthodologiques ont ensuite été établis. Ces éléments ont été enrichis et validés lors d'un atelier participatif qui s'est tenu le 15 décembre 2015. Il a réuni plus de 40 personnes, appartenant aux services de l'Etat (Ministère chargé de l'environnement et AFB), Agences de l'Eau, ANSES, collectivités territoriales gestionnaires de captages pollués, des instituts publics de recherche (INRA, IRSTEA et BRGM) et bureaux d'études.

³ Du point de vue réglementaire on parlera plutôt des produits phytopharmaceutiques (PPP) notamment utilisés dans le secteur agricole. Ils sont définis comme étant des substances actives et des préparations contenant une ou plusieurs substances actives utilisées pour protéger les plantes ou les produits végétaux contre les organismes nuisibles ou pour prévenir l'action de ces organismes.

⁴ Voir la synthèse du sixième programme communautaire d'action pour l'environnement intitulé « Environnement 2010 : notre avenir, notre choix » couvrant la période du 22 juillet 2002 au 21 juillet 2012

⁵ Cette directive a été remplacée par le règlement n°1107/2009 du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques.

- ▶ d'une inspection régulière (tous les cinq ans) du matériel d'application ;
- ▶ de l'interdiction de la pulvérisation aérienne ;
- ▶ de restrictions et interdictions de l'utilisation de pesticides dans certaines zones spécifiques ;
etc.

En France le plan d'action national se nomme le plan Ecophyto⁶. Des lois et des arrêtés ont par ailleurs été adoptés pour encadrer les conditions d'emploi des produits phytopharmaceutiques⁷.

Ce cadre réglementaire s'ajoute à celui déjà existant de la **protection des milieux aquatiques et de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine**.

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE ou directive 2000/60) de 2000 impose aux Etats membres l'établissement d'un « *plan de gestion du district hydrographique* » visant notamment à **prévenir et lutter contre les pollutions** et ainsi atteindre le « *bon état des eaux* » avant la fin de l'année 2015 ou par dérogation en 2021 et 2027. Cet objectif⁸ prévoit également **la réduction ou la suppression des émissions de substances dangereuses** – parmi lesquelles des pesticides – à différents horizons temporels.

Les mesures à mettre en œuvre pour atteindre le bon état des eaux doivent être décrites dans les Programmes de Mesures (PdM). Ils contiennent à la fois les « *mesures de base* » visant à respecter les exigences minimales relatives à l'application de la législation européenne et les « *mesures complémentaires*⁹ ». **Ces mesures doivent s'appliquer aux masses d'eau qui n'atteindront pas les objectifs à échéance et celles utilisées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine**. En France, ces documents sont établis à l'échelle des six bassins hydrographiques métropolitains et cinq bassins versants d'outre-mer.

D'autres directives, notamment celles relatives à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (98/83/CE du 03/11/98) et à la protection des eaux souterraines (2006/118/CE du 12/12/06), cadrent également les objectifs à atteindre.

L'ensemble de ces directives justifie donc la mise en œuvre d'actions dans les territoires locaux, soit pour répondre à un objectif de réduction des utilisations des pesticides, soit pour améliorer la

⁶ Voir la note des autorités françaises à la Commission européenne sur la mise en œuvre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures disponible sur :

http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/sustainable_use_pesticides/docs/ipm_report_2014_france_french.pdf

⁷ Voir Arrêté du 4 mai 2017 qui remplace l'arrêté du 12 septembre 2006 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits visés. Cet arrêté, comme celui de 2006, prévoit des dispositions particulières relatives aux zones non traitées au voisinage des points d'eau (qui comprennent les cours d'eau), une taxation des pesticides (redevance pour pollution diffuse perçue par les Agences de l'Eau), le financement de matériel d'optimisation de traitement ou de substitution par les Agences de l'Eau et l'ensemble des actions de réduction dans les zones non agricoles (interdiction d'utilisation des pesticides par les personnes publiques dans les lieux accessibles au public, notamment les voiries) pour la réduction de l'utilisation des pesticides.

⁸ La DCE définit les objectifs suivants à atteindre :

- i. la non-dégradation pour les eaux superficielles et souterraines, la prévention et la limitation de l'introduction de polluants dans les eaux souterraines ;
- ii. l'objectif général d'atteinte du bon état des eaux ;
- iii. les objectifs liés aux zones protégées, espaces faisant l'objet d'engagement au titre d'autres directives (ex. zones vulnérables, zones sensibles, sites NATURA 2000) ;
- iv. la réduction progressive, et selon les cas, la suppression des émissions, rejets et pertes de substances prioritaires, pour les eaux de surface.

⁹ Voir l'article 11 de la DCE.

qualité des ressources en eau. Même si ces objectifs sont complémentaires, les territoires d’actions ne se recoupent pas nécessairement.

La mise en œuvre d’actions passe par la construction d’instruments d’action publique, détaillés dans l’Encadré 1. De nombreux textes encadrent et réglementent leur mobilisation.

Encadré 1 : Typologie¹⁰ d’instruments de l’action publique utilisés en France visant la limitation des pollutions de l’eau par les pesticides

Exemples :

Législatif et réglementaire (imposition d’un intérêt général)	Interdictions de molécules (règlement européen et avis) et encadrement des conditions d’utilisation (loi, arrêtés) ; Dispositif « Zone Soumise à Contrainte Environnementale » (ZSCE) ; Déclarations d’Utilité Publique (DUP) des captages (périmètres de protection) ; Certiphyto ; registre des applications des produits phytosanitaires (règlement) ; Bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE)
Economique et fiscal (recherche d’une utilité collective, efficacité sociale et économique)	Redevance « pollutions diffuses » ; Acquisition foncière ; Marchés publics ; Mesures Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC) localisées et systèmes ; Aides à la conversion ou au maintien de l’agriculture biologique ; Mesures d’aide à l’investissement des Programmes de Développement Rural Régionaux (PDRR) ; Plan de compétitivité et d’adaptation des exploitations agricoles (PCEA)
Conventionnel et incitatif (recherche d’engagement direct)	Certifications et labels (Haute Valeur Environnementale, Agriculture Biologique, Certificats d’économie des produits phytopharmaceutiques (CEPP), Terre Saine Communes sans pesticides) ; Animation territoriale
Informatif et communicationnel (responsabilisation des acteurs)	Formations ; Bulletins de santé
Normes et standards (scientifico-technique et/ou mécanismes de marché)	Appui aux projets de Recherche & Développement (R&D) ; Fermes du réseau de Démonstration, Expérimentation et Production de références sur les systèmes économes en phyto-sanitaires (DEPHY)

Une synthèse a également été produite par le Commissariat Général au Développement Durable (Marcus et Simon, 2015), elle visait à « recenser les externalités liées à l’utilisation de produits phytosanitaires et d’engrais azotés en agriculture, ainsi que les instruments mis en place pour les réduire, de types réglementaires ou économiques, en France ou à l’étranger. »

Nous nous intéresserons par la suite plus particulièrement aux **démarches portées par les gestionnaires de ressources en eau dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE**. En effet, ce sont ces acteurs qui sont les premiers responsables de l’amélioration de la qualité de l’eau des milieux aquatiques et des captages d’eau potable.

¹⁰ D’après la typologie de Lascoumes et Le Galès (2004).

2.2. La diminution des pollutions de l'eau par les pesticides implique de nombreux acteurs

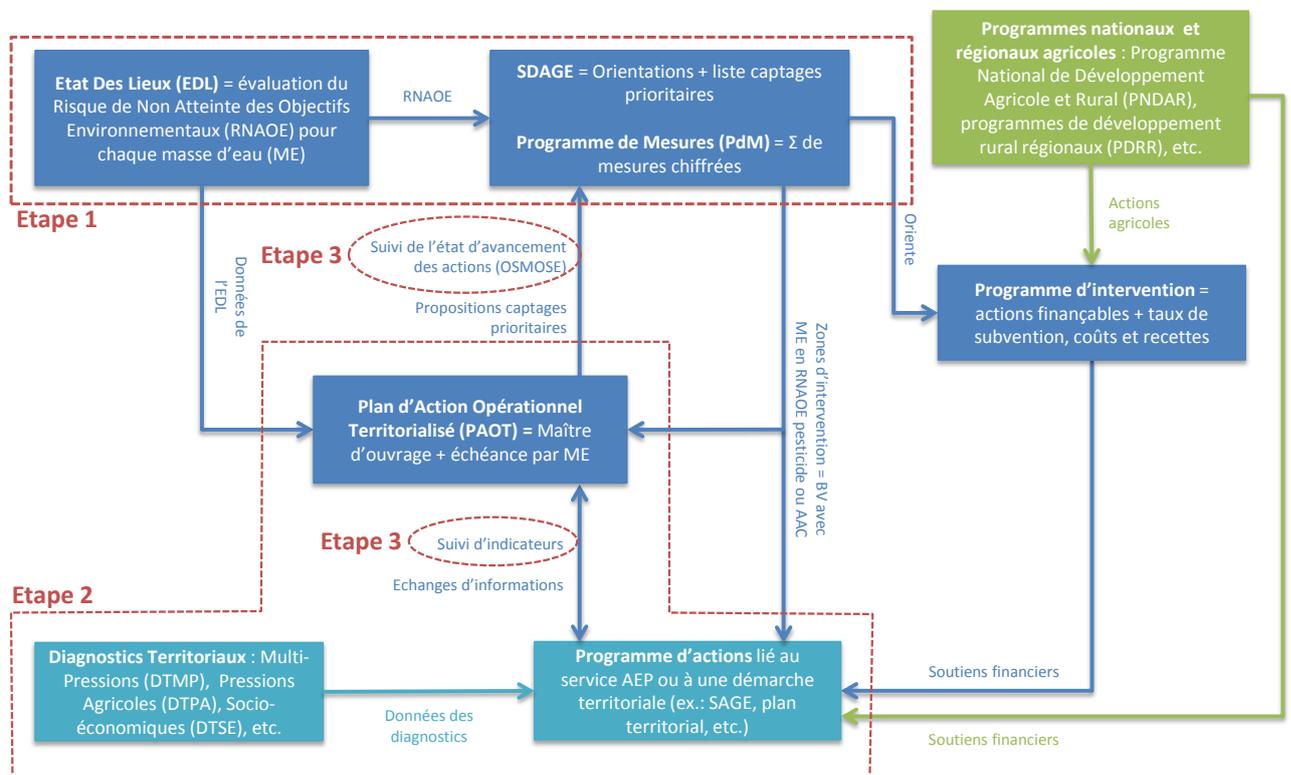
Cette partie décrit les démarches mises en œuvre par les gestionnaires de ressource en eau pour améliorer la qualité des ressources en eau contaminées par des pesticides. Il s'agit d'identifier des points de blocage et des besoins méthodologiques.

Les éléments recueillis, au cours des enquêtes menées auprès d'acteurs publics dans les 6 bassins hydrographiques métropolitains et d'un atelier d'échange organisé le 15 décembre 2015, ont permis de mettre en évidence trois étapes, en lien avec leurs missions de planification et d'intervention :

1. **L'identification des zones d'intervention** à partir notamment d'éléments présents dans l'Etat des Lieux (EDL), inscrites dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). Durant cette étape, les types de mesures à mettre en place dans les zones d'intervention sont définis et inscrits dans le Programme de Mesures (PdM).
2. **La traduction des « mesures » en « actions »** dans les documents de déclinaison, tels que :
 - le Plan d'Action Opérationnel Territorialisé du Département (PAOT).
 - les plans ou programmes d'action à l'échelle des bassins d'alimentation des masses d'eau (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux, plans territoriaux, etc.) ou des captages prioritaires.
3. **Le suivi et l'évaluation des programmes.**

Ces étapes sont représentées de manière schématique sur la Figure 1 :

Figure 1 : Synthèse des étapes de mise en œuvre des objectifs DCE en lien avec la diminution de la pollution des eaux due aux pesticides



La Figure 1 représente les différentes étapes que nous avons établies. A chaque étape des documents sont établis pour formaliser les résultats obtenus et les décisions prises. Les flèches représentent les liens qui s'établissent entre les acteurs responsables de la production des documents. Ces liens sont de différentes natures. Ils peuvent varier d'un territoire à l'autre puisqu'ils dépendent fortement des relations entre les acteurs. Néanmoins, certains liens ont été décrits par l'ensemble des personnes enquêtées. Il a été supposé qu'ils sont communs à l'ensemble des bassins hydrographiques métropolitains. Ce sont ceux-là qui sont représentés sur la figure. Les flèches sont accompagnées d'une zone de texte qui explicite le type de lien. Sont représentés en bleu les documents de déclinaison des objectifs de la DCE, en vert les documents liés à la politique agricole et en turquoise les documents liés à la mise en œuvre d'actions pour réduire les pollutions dues aux pesticides. Les données brutes mobilisées pour établir ces documents sont différentes d'un territoire à un autre. **Les bases de données qui sont en général utilisées sont listées dans le Tableau 1.**

Tableau 1 : Synthèse des principales bases de données utilisées pour établir les documents de planification dans le cadre de la DCE

Type de données	Base ad-hoc	Résolution spatiale de l'information
Types de sols	Base de données des sols	1/1.000.000
	DONESOL	Variable
Qualité de l'eau	Réseaux de surveillance des eaux de surface (RCS, RCO)	Station
	Banque nationale ADES (Accès aux Données sur les Eaux Souterraines)	Station
Occupation agricole	RA (Recensement Agricole)	Canton
	RPG (Registre Parcellaire Graphique)	1/25.000 Îlot agricole PAC
	Teruti-Lucas	Enquête par sondage aréolaire à deux niveaux de tirage : - le segment : portion de territoire dont la taille peut varier de 1,5 km sur 600 m à 1,5 km sur 1,5 km ; - le point : cercle de 3 m de diamètre dans le cas général ou 40 m de diamètre dans le cas des occupations hétérogènes.
Occupation du sol	CLC (Corine Land Cover)	1/100.000
Pratiques phytosanitaires	Enquête « Pratique Culturales »	Itinéraire technique par type de culture à l'échelle régionale
	BNV-d (Banque Nationale des Ventes des distributeurs)	Code postal
	RICA (Réseau d'Information Comptable Agricole)	Exploitation (échantillon)
Composition et propriétés des produits phytosanitaires	Base SIRIS	Pas d'échelle
	Pesticide Properties Data Base	Pas d'échelle
	Bas@gri	Pas d'échelle
	e-phy	Pas d'échelle

Nous décrivons dans les paragraphes suivants le contenu des étapes qui ont été définies.

2.2.1. L'identification des zones d'intervention prioritaires, un travail réalisé à l'échelle des bassins hydrographiques

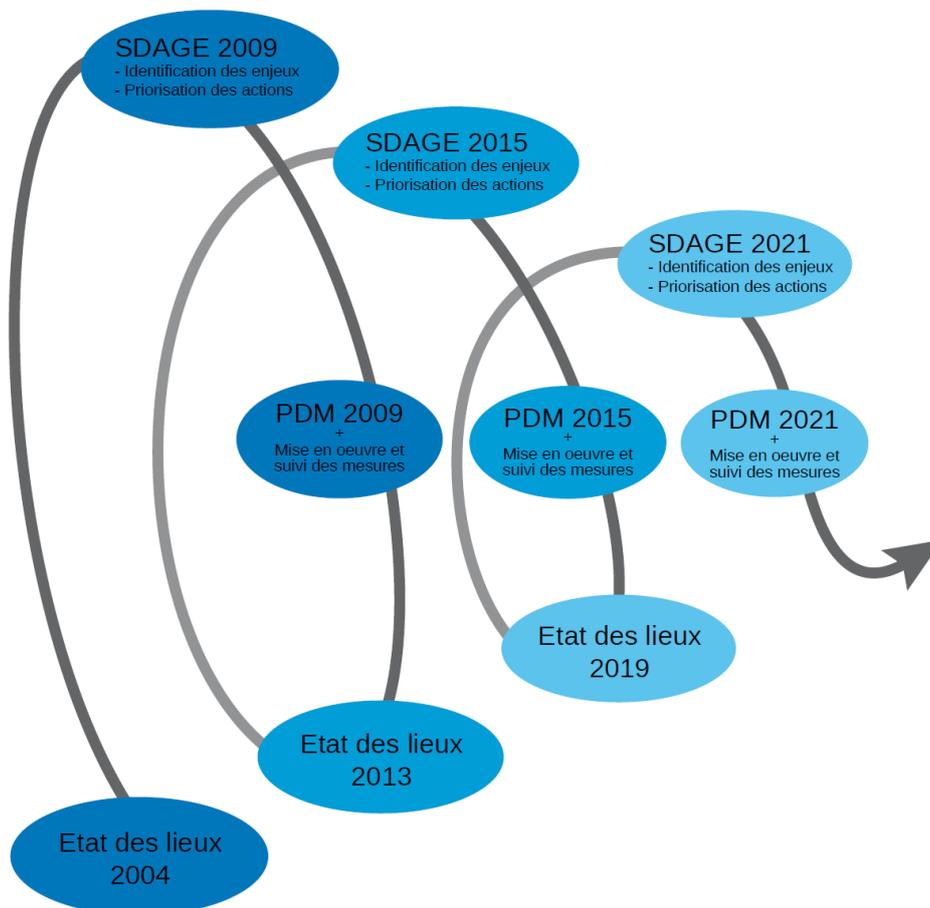
La priorisation des territoires est réalisée dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE à travers la construction du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et du Programme de Mesures (PdM). Ce travail s'appuie sur plusieurs éléments :

- ▶ les résultats de l'évaluation du **Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE) des masses d'eau** réalisée durant l'Etat Des Lieux (EDL), et ;
- ▶ l'identification des captages dits prioritaires au titre des zones protégées.

Les types d'actions à mettre en œuvre sur les territoires prioritaires, appelés « mesures », sont inscrits dans les PdM de chaque bassin hydrographique. Ces mesures permettent aux agents des Agences de l'Eau et services déconcentrés de l'Etat de réaliser un dimensionnement des moyens financiers et humains à mettre à disposition des maîtres d'ouvrage pour décliner ces mesures à l'échelle des territoires.

Cette identification a lieu tous les six ans selon les cycles de la DCE, comme le montre la Figure 2.

Figure 2 : le cycle de la DCE (d'après MEDDE, 2012)



Pour le premier cycle (2010-2015) ce travail a été réalisé durant la période 2007-2009 à partir notamment d'éléments fournis par l'Etat des Lieux (EDL) établi en 2004. Entre 2013 et 2015 les institutions publiques ont établi leur stratégie d'action pour le cycle 2016-2021 sur la base d'une nouvelle évaluation de la situation (mise à jour des EDL de 2004).

Depuis le Grenelle de l'Environnement en 2007, la stratégie d'action pour la protection de l'eau contre les pollutions diffuses dues aux pesticides s'est orientée prioritairement vers des actions

ciblées sur des territoires d'alimentation de captages d'eau potable. Cette orientation est appuyée par la mission d'évaluation de la politique de l'eau (Lesage, 2013) en 2013. Une liste de captages prioritaires a été établie et inscrite dans les SDAGE. Les masses d'eau souterraines constituent donc de manière indirecte des cibles privilégiées des actions visant à réduire les pollutions dues aux pesticides¹¹. **Ce sont les services de l'Etat et les Agences de l'Eau qui procèdent à l'identification des captages prioritaires, affectés par les pollutions diffuses (nitrate et pesticides).**

Cette orientation n'a pas été modifiée entre les deux cycles DCE. Toutefois les objectifs visés ont évolué. En effet, **la conférence environnementale de 2013 a donné l'objectif de doubler le nombre de captages prioritaires à l'échelle nationale.**

Des changements de type méthodologique sont intervenus à la fois pour la mise à jour de l'Etat des Lieux en 2013 et le choix des captages prioritaires. Les éléments communs utilisés pour le choix des zones d'intervention prioritaires sont présentés dans les paragraphes suivants.

2.2.1.1. Un cadre méthodologique commun d'évaluation du Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE) relatif aux pollutions diffuses par les pesticides, des applications diverses

L'évaluation du RNAOE des masses d'eau fait partie des Etats des Lieux (EDL) des bassins hydrographiques. Les Agences de l'Eau jouent un rôle central au sein du Secrétariat Technique de Bassin¹² (STB) dans la construction des EDL.

Le cadre conceptuel européen DPSIR¹³ est utilisé pour estimer le RNAOE. Ce cadre propose d'établir un lien entre l'état de la masse d'eau (à partir de l'impact sur la vie aquatique suite à une exposition à une contamination) et la pression issue d'une activité humaine. Cette pression doit ensuite être contrebalancée par des réponses ou actions permettant de faire diminuer son intensité et ainsi rétablir le bon état de la masse d'eau.

L'objectif de cette évaluation est de déterminer si la masse d'eau respectera ou non les objectifs environnementaux à l'issue du cycle DCE. Les évolutions qualitatives des masses d'eau sont donc estimées en considérant les évolutions des activités générant les pollutions et les capacités des pouvoirs publics à limiter les pressions sur les milieux aquatiques à l'échelle d'une période de 6 ans.

Ainsi, l'évaluation du RNAOE établie en 2013 devait permettre d'identifier les masses d'eau (ME) susceptibles de ne pas remplir en 2021 les objectifs fixés par la Directive Cadre sur l'Eau. Un cadre méthodologique a été proposé par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement en 2012 (DEB, 2012). Ce guide¹⁴ met en avant un certain nombre de recommandations pour l'évaluation de l'état et des pressions des masses d'eau de surface et souterraines. L'analyse croisée de ces évaluations aboutit finalement à l'estimation du RNAOE pour chaque masse d'eau.

¹¹ En France, 96 % des captages utilisés pour l'alimentation en eau potable puisent dans les eaux souterraines, ce qui représente les deux tiers des volumes exploités.

¹² Instance technique regroupant la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement du territoire et du logement (DREAL) déléguée de bassin, l'Agence de l'Eau et l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA). Le STB est chargé de proposer le contenu technique du projet de SDAGE au comité de bassin et d'élaborer les projets de programme de mesures et de programme de surveillance pour le compte du préfet coordonnateur de bassin, tous ces documents étant élaborés en application de la DCE.

¹³ Le cadre DPSIR (D : forces motrices, au sens des « activités humaines », P : pressions générées par les forces motrices, S : état des eaux, I : impacts sur les milieux aquatiques et les services ou fonctions rendus pour certains usages (ex. : AEP, loisirs, conchyliculture), R : réponses apportées par la société pour réduire ou supprimer les impacts) est aussi appelé plus brièvement « pressions-état ».

¹⁴ Ce guide va être prochainement remplacé par une édition de 2017 pour la réalisation de l'EDL 2019.

❖ *Les pesticides sont pris en compte pour l'évaluation de l'état des masses d'eau :*

Il est important de noter que les règles d'évaluation de l'état des masses d'eau sont différentes selon le type de la masse d'eau (de surface ou souterraine), comme l'indique le Tableau 2.

Tableau 2 : Normes et nombres de pesticides à prendre en compte pour la caractérisation de l'état des masses d'eau lors du second cycle DCE

Type de ME	Type d'état	Nombre de pesticides	Norme de qualité à respecter	Résumé des règles d'évaluation
Masses d'eau de surface	Etat écologique	22 pesticides sur 31 polluants spécifiques (ce nombre varie en fonction des bassins hydrographiques et bassins versants d'outre-mer)	Normes de Qualité Environnementale (NQE) qui portent sur les concentrations moyennes annuelles (NQE-MA) et sur les concentrations maximales admissibles (NQE-CMA).	L'élément de qualité « polluant spécifique » est mauvais si au moins une substance dépasse sa NQE. Lorsqu'au moins un élément de qualité biologique est en état moyen, médiocre ou mauvais, les éléments de qualité physico-chimiques (auxquels appartiennent les polluants spécifiques) n'ont pas d'incidence sur le classement de l'état écologique.
	Etat chimique	23 pesticides sur 53 substances, dont certains interdits		La concentration moyenne annuelle est calculée en faisant la moyenne des concentrations obtenues sur une année et est comparée à la norme. L'état est mauvais si au moins une substance dépasse la NQE. Lorsqu'il y a plusieurs stations pour une même masse d'eau c'est l'état de la station la plus « déclassante » qui est retenu.

Masses d'eau souterraine	Etat chimique	<p>Pas de listes, dépend principalement des coûts des analyses et des capacités des laboratoires locaux.</p> <p>En 2014, 265 pesticides ont été quantifiés dans les eaux souterraines¹⁵</p>	<p>0,1 µg/l/substance sauf quatre pesticides (aldrine, dieldrine, heptachlorépoxyde, heptachlore) pour lesquels la norme a été abaissée à 0,03 µg/l (0,5 µg/l pour le total des pesticides¹⁶)</p>	<p>Pour tous les paramètres et sur tous les points de surveillance calcul de Mma (moyenne des moyennes annuelles) et Freq (fréquence de dépassement de la norme ou valeur seuil). Si aucun dépassement n'est constaté, la masse d'eau est à classer en bon état chimique. Si au moins 1 point où Mma > norme ou Freq > 20% alors il revient de réaliser un ensemble des tests.</p>
--------------------------	---------------	--	--	--

Cette évaluation implique une surveillance des concentrations de substances dans les masses d'eau. Il existe plusieurs types de surveillance, comme le montre le Tableau 3.

Tableau 3 : Les différentes listes de substances chimiques de la surveillance de la qualité de l'eau

Surveillance réglementaire DCE pour évaluation de l'état		Surveillance prospective		
Substances de l'état chimique (dites substances prioritaires et dangereuses prioritaires)	Polluants spécifiques de l'état écologique	Substances dites « pertinentes à surveiller »	Substances dites « émergentes »	Liste de vigilance
Liste révisée tous les 6 ans au niveau communautaire	Liste révisée tous les 6 ans au niveau national	Liste révisée tous les 6 ans au niveau national à partir des campagnes exploratoires	Listes définies au niveau national avant chaque campagne exploratoire	Liste fixée au niveau communautaire et révisée tous les deux ans
Directive « substances prioritaires » 2013/39/CE du 12/08/13	Arrêté du 07 août 2015	Arrêté du 07 août 2015	Campagne exploratoire régulières (2011-2012, 2018-2019)	Directive 2013/39/CE Note technique du 20 janvier 2015

Un certain nombre de substances ont été inscrites dans les listes communautaires au titre de l'évaluation de l'état chimique : ce sont les substances dites prioritaires. Ces listes s'appliquent à l'ensemble des Etats membres. Chaque pays a également la possibilité et le devoir de définir une liste complémentaire pour l'évaluation de l'état écologique : ce sont les polluants spécifiques de l'état écologique. En France, ces polluants sont définis par bassins hydrographiques dans l'arrêté du

¹⁵ D'après les chiffres actualisés le 20/06/2017 du service de la donnée et des études statistiques (SDES), consultés sur la page Web suivante : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/246/0/surveillance-pesticides-eaux-francaises.html>

¹⁶ Ces limites correspondent aux normes que doit respecter l'eau distribuée (voir arrêté du 11 janvier 2007) et les eaux souterraines (voir arrêté de 2 juillet 2012). Les limites concernant les eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine sont : 2 µg/l/substance et 5 µg/l pour le total des pesticides.

25 janvier 2010 modifié établissant le programme de surveillance de l'état des eaux. Cet arrêté fixe en complément des listes de substances dites « pertinentes à surveiller ». Ces substances n'entrent pas dans l'évaluation de l'état mais doivent faire l'objet d'un suivi régulier dans les eaux et les sédiments afin d'en estimer le niveau de contamination et la nécessité d'engager des mesures de gestion. Des Valeurs Guides Environnementales (VGE) sont proposées par l'institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) pour un maximum de substances¹⁷. Enfin, la Commission européenne établit une liste de vigilance pour la surveillance de polluants émergents. Leur surveillance pourra conduire à les inclure ultérieurement dans la liste des substances prioritaires.

❖ ***L'évaluation des « pressions » dues aux pesticides n'est pas cadrée réglementairement :***

Dans l'ensemble des bassins hydrographiques chaque type de pression est analysé séparément. Ainsi la question des usages et des rejets de pesticides sont traités dans l'évaluation des pressions diffuses d'origine agricole. Seul le bassin Loire-Bretagne a inclus dans cette évaluation les pressions dues aux pesticides d'origine non-agricole (issus des zones urbaines).

Pour leur évaluation, certains STB ont développé leurs propres méthodes, d'autres ont directement utilisé les résultats fournis par les outils développés par l'office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA, aujourd'hui AFB) en 2013. En effet, durant la période 2011-2013, l'ONEMA a financé la conception des outils ARPEGES et MERCAT'EAU destinés à évaluer les pressions par les pesticides.

❖ ***La confrontation des évaluations de l'état et de la pression permet de déterminer si la masse d'eau doit être déclarée en RNAOE :***

Chaque STB utilise une méthodologie différente. Le contenu de ces méthodologies d'évaluation du RNAOE est décrit dans l'[Annexe 3](#). De manière générale, elles reposent grandement sur les éléments issus de l'évaluation de l'état des masses d'eau. Les mesures des concentrations des pesticides sont également utilisées pour la détermination du niveau de pression des masses d'eau de surface. Cependant, ces suivis sont difficilement exploitables car peu fréquents et peu nombreux. Pour cette raison les STB procèdent à des extrapolations. Les données d'occupation des sols sont largement employées pour déterminer les niveaux de pression (faible, moyen, fort).

En outre, l'évaluation des pressions diffuses dues aux pesticides n'a pas été prise en compte par tous les STB pour l'évaluation du RNAOE qualitatif des ME souterraines. Certains STB ont finalement eu recours à une expertise (parfois locale) pour établir le RNAOE ou valider l'estimation réalisée.

Les institutions en charge de l'évaluation du RNAOE reconnaissent qu'il existe des limites dans leurs méthodologies (cf. [paragraphe 2.3.1.](#)) En effet, d'un point de vue technique il est encore difficile d'associer des pressions diffuses à des effets quantifiés sur les milieux aquatiques. Par ailleurs, la participation d'acteurs locaux dans cette évaluation reste limitée. Les STB s'interrogent sur les modalités de participation qui pourraient être mises en place.

L'évaluation du RNAOE doit permettre de lister les mesures qui seront nécessaires au cours du cycle de gestion (2016-2021) pour atteindre ou maintenir le bon état. Cependant, nous avons observé qu'elle est complétée par l'identification de captages d'eau potable dits « sensibles » et « prioritaires » pour définir de manière plus précise les zones d'intervention et ainsi étaler dans le temps les efforts à fournir pour réduire les pollutions dues aux pesticides.

¹⁷ Se référer au site Web suivant pour obtenir les NQE et VGE des substances : <https://substances.ineris.fr/fr/page/9>

2.2.1.2. L'identification des captages prioritaires : une démarche impliquant des négociations entre les institutions publiques

Une première priorisation a été établie lors du Grenelle de l'Environnement en 2007 (MEDTL, 2012), visant les Aires d'Alimentation de Captages (AAC) d'eau potable pour lesquelles des plans d'actions de protection de la ressource devaient être mis en place. Un cadre méthodologique et des objectifs chiffrés avaient été définis par la suite à travers l'identification de ces captages¹⁸. L'objectif affiché par cette démarche était d'obtenir une qualité des eaux brutes suffisante pour limiter ou éviter tout traitement de l'eau avant sa distribution.

A l'occasion de l'élaboration du SDAGE 2010-2015, l'ensemble des bassins a établi une liste de plus de 2000 captages sensibles pour lesquels des actions préventives doivent être menées. Parmi ces captages, 532¹⁹ figuraient dans la liste nationale des captages dits « Grenelle ».

A l'issue de la conférence environnementale, qui s'est tenue en septembre 2013, le nombre de captages a été doublé et ils ont été inscrits sous la dénomination de « prioritaires » dans les SDAGE 2016-2021. Les captages ont été identifiés par les bassins sur la base des listes des captages dits « Grenelle » et dits « sensibles », présentant des teneurs en nitrates ou pesticides supérieures à 80 % de la norme de potabilité.

Les ministères chargés de l'environnement, de l'agriculture et de la santé ont ainsi fixé des règles pour assurer la mise à jour de la liste des captages dits « prioritaires » et « sensibles » dans chaque bassin hydrographique :

- ▶ La répartition du nombre minimal de captages prioritaires entre les bassins a été fixée par le Comité National de Pilotage pour la politique de l'eau (CNP) du 20 mars 2014 au prorata du nombre de points de prélèvement sensibles aux pollutions diffuses dans chaque bassin.
- ▶ Des critères de sélection²⁰ des captages ont été proposés dans la note de doctrine nationale du 30 janvier 2014, mais peuvent être complétés dans chaque bassin hydrographique par d'autres critères.

Les DREAL de bassin, assistées par les DREAL de Région et les Agences de l'Eau, ont procédé à cette identification. Cependant, les procédures ont varié d'un bassin hydrographique à l'autre. Les Missions Inter-Services de l'Eau et de la Nature²¹ (MISEN) à travers les Directions Départementales des Territoires et de la Mer (DDT-M) ont également été mobilisées pour établir les listes des captages prioritaires dans chaque Département. Pour faciliter leur travail plusieurs orientations ont été dictées par les DREAL et/ou l'Agence de l'Eau :

¹⁸ Les circulaires du 18 octobre 2007 et du 26 mai 2009 ont encadré la sélection de captages dits prioritaires pour lesquels une action volontariste de reconquête de la qualité de l'eau doit être menée.

¹⁹ Parmi les 532 captages, 29% ont été inclus pour une dégradation uniquement liée aux produits phytosanitaires et 47% pour une dégradation due aux produits phytosanitaires et nitrates.

²⁰ Des critères de sélection des captages ont été proposés dans la note de doctrine nationale du 30 janvier 2014. Pour les captages dits « sensibles » : points pour lesquels la moyenne des moyennes annuelles de la concentration d'un pesticide est supérieure à 0,08 µg/l ou 0,4 µg/l pour la somme des pesticides. Les captages dits « prioritaires » correspondent aux captages « Grenelle » et à des captages sensibles sélectionnés à partir des critères suivants : tendance de la qualité de l'eau couplée à la valeur absolue des concentrations observées, nature des pesticides rencontrés (pesticides interdits, etc.), le caractère stratégique de la ressource (absence de ressource de substitution, population desservie, etc.) et l'opportunité d'action (absence de plan d'action, capacité fédératrice des collectivités, etc.). Des critères additionnels peuvent être utilisés.

²¹ Pilotée par la DDT, la MISEN a un rôle de coordination des services de l'Etat dans le Département dans le but d'améliorer l'efficacité, la cohérence et la lisibilité de l'action publique. Elle est composée de représentants des DDT ou DDTM (plus particulièrement le service de police de l'eau et le service agricole), des délégations territoriales des Agences de l'Eau, des services d'inspection des ICPE (DREAL), de l'ARS départementale et du service départemental de l'ONEMA.

- ▶ Respect de la cible minimale par Département ;
- ▶ Les captages « Grenelle » de la liste nationale sont intégralement repris, sauf s'ils ont été abandonnés ou susceptibles de l'être ;
- ▶ Les captages prioritaires nouveaux sont choisis préférentiellement à partir de la liste des points déjà inscrits dans le SDAGE et des documents de déclinaisons (e.g. PAOT), et en prenant en compte les moyens humains disponibles pour la mise en œuvre des plans d'actions localement.

Les listes sont finalement validées par les DREAL de Région et l'Agence Régionale de Santé (ARS) et transmises au STB de bassin et à l'ARS de bassin. Une fois compilées, ces listes ont été inscrites dans les SDAGE.

Ce processus a donné lieu à des négociations entre les différentes entités publiques qui ont eu, d'un bassin à l'autre, une implication plus ou moins élevée. Ces négociations ont porté notamment sur la répartition du nombre minimal de captages prioritaires entre les bassins et entre les Départements d'un même bassin. D'autres échanges d'informations ont eu lieu entre certains gestionnaires de ressources en eau, tels que les syndicats d'eau potable, et les pouvoirs publics pour ajouter ou éliminer des captages dans ces listes.

Les Aires d'Alimentation de Captages constituent ainsi des territoires prioritaires pour la mise en œuvre d'actions pour réduire les pollutions par les pesticides. L'évaluation du RNAOE et la définition des listes des captages prioritaires sont donc les éléments essentiels qui vont permettre aux STB d'estimer le coût des mesures à mettre en œuvre pour maintenir ou restaurer le bon état des masses d'eau.

2.2.1.3. Le Programme de Mesures (PdM) permet d'estimer les moyens humains et financiers à mobiliser dans les sous-bassins versants

Les PdM²² sont élaborés par les STB et validés par les Comités de Bassin. Les PdM répertorient les mesures qui doivent contribuer directement à l'atteinte des objectifs fixés par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE).

Les PdM font partie des documents que doivent élaborer les Etats membres dans le cadre de l'application de la DCE selon un cycle de gestion de 6 ans. Ils répertorient et chiffrent les mesures qui permettront de diminuer les principales pressions et d'atteindre les objectifs fixés.

Contrairement au SDAGE, le PdM n'est pas opposable aux actes administratifs et, en matière d'orientation et de planification des actions, il laisse une très large part d'initiative aux instances de gestion locale. Le PdM n'a donc pas vocation à recenser toutes les actions à réaliser mais seulement celles qui contribuent directement à l'atteinte des objectifs. Néanmoins, il constitue une base d'évaluation des politiques françaises de l'eau par l'Union Européenne, notamment pour vérifier que des moyens sont déployés pour l'atteinte des objectifs environnementaux de la DCE.

Les mesures sont classées en deux groupes : les « mesures de base » et des « mesures complémentaires »²³ territorialisées. Elles sont organisées en plusieurs thématiques dont celle des

²² Dans tous les PdM 2016-2021 figure la définition suivante : « *Le programme de mesures, arrêté par le Préfet coordonnateur de bassin, recense les mesures dont la mise en œuvre est nécessaire à l'atteinte des objectifs environnementaux du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) pendant la période 2016-2021, deuxième cycle de la directive cadre sur l'eau (DCE). Avec les orientations fondamentales du SDAGE et leurs dispositions, ces mesures représentent les moyens d'action du bassin pour atteindre les objectifs de la DCE : non dégradation, atteinte du bon état, réduction ou suppression des émissions de substances, respect des objectifs des zones protégées.* »

²³ Les mesures des PdM sont de nature réglementaire, financière ou contractuelle. La DCE définit 2 types de mesures :

pollutions diffuses. Les mesures de cette thématique sont de différentes natures et visent à la fois les pollutions d'origine agricole et urbaines.

Le choix des mesures à mettre en œuvre sur le territoire des masses d'eau en RNAOE doit prendre en compte à la fois la nature des pressions les plus significatives et les « coûts-bénéfices » de la mise en œuvre de la mesure. L'estimation des coûts se fait en général à dire d'expert à partir de l'évaluation d'un coût moyen de la mesure qui est multiplié par le nombre de mises en œuvre.

Selon l'étude de Dworak et al. (2010), les Etats membres sont libres de définir leur propre approche pour le choix des mesures. Ainsi, au niveau européen deux approches se différencient : « *bottom up* » et « *top down* ». Pour les auteurs, la France se situerait plutôt sur une approche « *top down* » même si une étape de consultation est prévue dans la démarche à travers laquelle les acteurs du monde agricole et associatif peuvent donner leurs avis.

Bouchet et al. (2013) établissent quant à eux trois types de démarche d'élaboration des PdM en fonction du niveau d'implication des acteurs locaux :

- ▶ une première dans laquelle seulement le STB participe à l'élaboration d'un avant-projet qui est ensuite présenté aux acteurs du bassin hydrographique pour recueillir des avis sur son contenu. Elle correspond donc à la mise en place d'une procédure de consultation des organismes locaux, du Comité de Bassin et de ses assemblées. Ce sont généralement les Chambres d'Agriculture qui sont les plus impliquées sur la thématique des pollutions agricoles.
- ▶ une seconde qui consiste à associer l'ensemble des acteurs locaux à l'identification des pressions et au choix des mesures. L'analyse des données peut se faire au sein de groupes de travail sur la base d'informations apportées par les différents organismes impliqués dans la démarche, à l'échelle bassin comme à l'échelle locale.
- ▶ entre ces deux démarches, le choix a été fait sur certains bassins de solliciter des acteurs représentants des différentes échelles et des secteurs concernés par la thématique dans le cadre de groupes de travail plus restreints.

Au final, tous les documents « PdM 2016-2021 » comportent les informations suivantes :

- ▶ des fiches recensant les mesures complémentaires par unité de synthèse ou unité hydrographique²⁴. Ces unités sont différentes d'un bassin à l'autre ;
- ▶ des cartes par unité de synthèse avec différents types d'information ;
- ▶ des estimations économiques du coût des mesures, réparties en plusieurs domaines dont l'agriculture.

Les mesures visant à réduire les pollutions diffuses de pesticides inscrites dans le PdM concernent presque uniquement les masses d'eau accueillant des captages prioritaires. Cependant, la

-
- ▶ Les mesures dites « de base » sont des exigences minimales à respecter et qui correspondent à la mise en œuvre des directives, aux activités de police de l'eau et aux dispositifs de facturation de l'eau et de gestion des redevances des agences de l'eau, ainsi qu'à la mise en place et au fonctionnement des plans d'action sur les aires d'alimentation des captages dits « prioritaires ».
 - ▶ Les mesures « complémentaires », sont quant à elles des mesures à prévoir en sus des mesures de base. (cf. Article 11 de la DCE)

²⁴ « Les unités hydrographiques cohérentes correspondent à des regroupements de bassins versants de masses d'eau superficielles basés sur les territoires pouvant faire ou faisant déjà l'objet d'une démarche SAGE, tels que prévus dans le SDAGE. Dans quelques cas, des redécoupages ou regroupement de bassins versants de masse d'eau ont été appliqués pour ajuster ces périmètres au contexte local pour une meilleure homogénéité de ces UH en termes d'enjeux ou de pressions sur le milieu. » (Tiré du Programme de mesures du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2016-2021, consultable sur le site Web de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie : http://www.eau-seine-normandie.fr/sites/public_file/docutheque/2017-03/AESN_PDM2016_WEB_.pdf)

formulation des mesures dans les PdM n'est pas suffisamment précise pour définir des responsabilités précises. Des déclinaisons locales doivent donc être réalisées à la fois par les services déconcentrés de l'Etat et les maîtres d'ouvrages pressentis pour la mise en œuvre d'actions.

2.2.2. La traduction des « mesures » en « actions »

L'opérationnalisation des mesures du PdM se réalise à travers l'élaboration de documents propres aux territoires d'action. Les services de l'Etat, chargés de l'application et du suivi des mesures, de bases et complémentaires, établissent un Plan d'Action Opérationnel Territorialisé (PAOT) à l'échelle des Départements.

Les collectivités territoriales en charge de la gestion des captages dits « prioritaires » doivent mettre en œuvre une démarche de protection qui aboutit à l'élaboration d'un programme d'actions. Les actions visant à réduire les pollutions par les pesticides peuvent également être inscrites dans les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) si une telle démarche existe à l'échelle du bassin d'alimentation de la masse d'eau affectée. Les actions préconisées dans ces documents, programmes d'action et SAGE, correspondent presque essentiellement à celles définies dans les programmes de financement conçus au niveau national et régional (Ménard et al. 2014). Ainsi les Programmes Pluriannuels d'Intervention (PPI) des Agences de l'Eau et les Programmes de Développement Rural Régionaux (PDRR) influencent grandement le choix des actions à mener localement.

Dans les parties suivantes nous présentons le contenu de chacun de ces documents et leur procédure d'élaboration.

2.2.2.1. Les Plans d'Action Opérationnels Territorialisés (PAOT) sont les feuilles de route des services déconcentrés de l'Etat de l'échelle départementale

Ce sont les Missions Interservices de l'Eau et de la Nature (MISEN) qui élaborent le Plan d'Action Opérationnel Territorialisé (PAOT). Ces plans ont une durée d'application de trois ans et suivent le même calendrier d'exécution que le PdM. Parmi les membres de la MISEN ce sont les Directions Départementales des Territoires (DDT) et les Directions Départementales des Territoires et de la Mer (DDTM) qui pilotent leur élaboration appuyées par les DREAL de Région.

Les PAOT constituent « *une programmation adéquate en actions opérationnelles des priorités définies par les PdM. [...] La liste des actions du PAOT constitue la feuille de route de la MISEN en matière d'eau, et la référence pour ses acteurs associés pour la mise en œuvre du Programme de Mesures sur la période fixée par le PAOT. Pour que le PAOT soit pleinement opérationnel, il convient que cette liste soit correctement dimensionnée, c'est-à-dire réaliste, et que les actions y soient identifiées de manière précise.* » (MEDE, 2015).

Chaque mesure est ainsi traduite en action. Pour chaque action, des informations additionnelles figurent dans les PAOT, comme par exemple : le nom du maître d'ouvrage de l'action, le nom du « pilote » parmi les entités publiques membres de la MISEN, la référence de la masse d'eau concernée par l'action, l'échéance de la mise en œuvre de l'action, les sources de financement, etc. D'autres informations peuvent porter sur les leviers (d'ordre réglementaire, financier ou de gouvernance) à utiliser ou appuyer pour permettre la réalisation de l'action.

Le PAOT peut ainsi indiquer la modalité qui sera encouragée pour la mise en œuvre d'une action. Par exemple, la réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires en zone urbaine peut être traitée à travers :

- ▶ un contrat piloté par l'Agence de l'Eau ;
- ▶ une action globale réalisée dans le cadre d'un SAGE, ou ;
- ▶ une animation sur un territoire cohérent mise en place par une ou plusieurs collectivités.

Les PAOT sont donc des listes d'actions définies au niveau des masses d'eau et à partir des mesures prioritaires contenues dans le PdM. Les actions relatives à la thématique des pollutions diffuses par les pesticides sont associées à un périmètre (AAC) ou un groupe de masse d'eau.

En 2013, tous les Départements ne disposaient pas de PAOT (Bouchet et al. 2013). Le rapport public annuel de 2015 de la Cour des Comptes²⁵ confirme que leur élaboration est variable d'un bassin hydrographique à l'autre. Les représentants des STB des bassins Adour-Garonne et Rhône, Méditerranée & Corse souhaitent une plus forte intégration des PAOT dans la procédure de construction des PdM. Dans le bassin Rhin-Meuse il semblerait que l'Agence de l'Eau soit fortement impliquée dans l'accompagnement des services de l'Etat. Un processus de consultation des collectivités territoriales aurait également été entrepris dans ce bassin hydrographique dans le cadre de l'élaboration des PAOT.

Les démarches d'élaboration sont donc très variables d'un bassin à l'autre. Les gestionnaires et maîtres d'ouvrages locaux ne sont généralement pas impliqués dans la construction des PAOT. **Ces documents constituent donc un exercice de coordination des services déconcentrés de l'Etat à l'échelle départementale qui doivent assumer la mise en œuvre de certaines actions** (contrôles réglementaires, accompagnement des collectivités dans la mise en œuvre des démarches, etc.). Leur contenu doit tenir compte des capacités internes des services (financières et ressources humaines), de critères d'efficacité et des échéances fixés par le PdM. Il apparaît donc que les PAOT sont fortement cadrés par les décisions prises par les STB lors de la construction du PdM.

Les PAOT ne préjugent pas de la mise en œuvre effective d'actions de la part des acteurs locaux. C'est aux communes ou Etablissement Publics de Coopération Intercommunales (EPCI) (e.g. établissement public territorial de bassin, syndicat mixte, syndicat d'eau potable, communauté d'agglomération, etc.) en charge des captages ou masses d'eau désignés comme prioritaires que revient la responsabilité d'accompagner les acteurs du territoire. Elles doivent ainsi mettre en place une démarche de protection qui aboutit à l'élaboration d'un plan ou programme d'actions.

2.2.2.2. Les plans ou programmes d'actions locaux peuvent être portés par différents types de structures

Les actions visant à limiter les pollutions par les pesticides peuvent s'appliquer dans le cadre des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), de plans territoriaux²⁶ ou de protection de captages destinés à la consommation humaine. **L'élaboration de ces plans ou programmes d'actions incombe généralement aux communes et établissements publics de coopération intercommunale (EPCI).** Pour cela elles sont appuyées par les services déconcentrés de l'Etat.

Elles peuvent aussi faire appel à une mission d'animation. Cette animation peut être assurée en interne ou déléguée à une autre structure compétente. **Il existe donc différentes modalités d'animation.** Certaines Agences de l'Eau plaident pour que cette animation soit assumée par le gestionnaire de la ressource en eau contaminée par les pesticides. Cette stratégie vise notamment à inciter les élus à s'engager dans le portage politique du processus.

Les postes d'animateur sont en général financés par les Agences de l'Eau. Le rôle principal des animateurs est de fédérer les acteurs locaux autour d'une proposition de plan d'action.

²⁵ Consultable sur la page Web de la Cour des Comptes : <https://www.ccomptes.fr/fr/publications/rapport-public-annuel-2015>

²⁶ Pratiquement toutes les Agences de l'Eau ont établi leur propre cadre : les Opérations de Reconquête de la Qualité des Eaux (ORQUE) dans le bassin Artois-Picardie, les Plans d'Action Territoriaux (PAT) dans le bassin Adour-Garonne et les Contrats Territoriaux (CT) dans le bassin Loire-Bretagne.

Une démarche d'élaboration des programmes d'actions, spécifique aux Aires d'Alimentation de Captages (AAC), a été définie au niveau national afin de guider les structures porteuses. Elle est articulée autour de trois étapes :

1. **La délimitation de l'AAC** et parfois également de zones prioritaires d'intervention. Pour cela des diagnostics de la vulnérabilité du territoire et des utilisations de produits phytosanitaires (voire parfois des diagnostics de pressions et socio-économique) sont réalisés ;
2. **L'élaboration d'un programme d'action** et sa mise en œuvre ;
3. **Le suivi d'indicateurs** de mise en œuvre des actions et **l'évaluation du programme**.

La stratégie portée par l'animation territoriale est un élément crucial pour la mobilisation des acteurs concernés, de prêt ou de loin, par la pollution de l'eau par les produits phytosanitaires. **Il apparaît aussi que la volonté politique, portée par les élus locaux, a une grande importance pour la concrétisation d'actions sur le terrain.**

Les acteurs se mettent d'accord sur des objectifs chiffrés inscrits dans un programme d'action. Sa mise en œuvre repose sur le respect des engagements pris par les acteurs dans le cadre de négociations.

A travers l'analyse de plusieurs cas d'étude, Ménard et al. (2014) constatent que les logiques d'intervention sont basées sur « *des fondements très techniques et agronomiques. La gestion des captages est avant tout abordée comme une démarche d'évaluation du risque de transfert (délimitation AAC, vulnérabilité...) et la reconquête de la qualité de l'eau comme un enjeu « d'ajustement agronomique » sur le territoire de l'aire d'alimentation (diagnostic des pratiques, plan d'action, conseil et démonstrations, mesures agroenvironnementales).* »

La grande majorité des animations vise donc à faire évoluer les pratiques phytosanitaires. Pour les zones agricoles, cela peut être encouragé par des compensations économiques versées dans le cadre d'une contractualisation de Mesures AgroEnvironnementales et Climatiques (MAEC) ou des aides aux investissements via les Plans de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations agricoles (PCEA). Les MAEC sont des dispositifs prévus dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC). Leur contenu et leur montant ont été modifiés en 2015. L'Encadré 2 résume la procédure de contractualisation des MAEC sur des territoires affectés par des contaminations dues aux pesticides.

Encadré 2 : Les MAEC (d'après la fiche « Cap sur la PAC 2015 – 2020 » du Ministère chargé de l'agriculture)

Les MAEC sont définies dans un document de cadrage national et reprises dans le Programme de Développement Rural Régional (PDRR) de chaque Région. Pour l'ensemble des MAEC, un agriculteur peut s'engager dans une mesure s'il est situé dans un territoire concerné par un projet agroenvironnemental et climatique (PAEC) sélectionné par le conseil régional et les financeurs. Le PAEC doit être construit par les acteurs du territoire et animé par un opérateur (collectivité, syndicat de rivière, parc national ou naturel régional, chambre d'agriculture, etc.). Ce document détaille notamment les MAEC proposées aux agriculteurs et l'animation prévue pour les aider à souscrire une MAEC et à réussir leurs engagements.

Les MAEC à enjeu eau sont principalement financées par le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER) et les Agences de l'Eau.

« *Les MAE sont des engagements à adopter ou maintenir des pratiques favorables à l'environnement, pris volontairement par les agriculteurs. Elles comportent des exigences allant au-delà des prescriptions réglementaires (conditionnalité,...). Les pertes de revenus ou les dépenses supplémentaires calculées sont compensées par le versement d'une rémunération annuelle, l'exploitant s'engageant généralement selon ses coûts d'opportunité individuels (juste rémunération, effet d'aubaine, ..).* » (Tiré de Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt/CGAAER : Jean Gault, Jean-Marc Pringault, Yves Riou/Rapport n° 12079)

Exemples de MAEC à enjeu eau : réduction progressive de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) Herbicides ET HORS herbicides ; mise en place d'une stratégie de protection des cultures alternatives ; entretien des fossés pour la reconstitution de la trame verte, favorables à la faune et à la biodiversité et à l'épuration des eaux d'écoulement.

Les structures porteuses peuvent aussi faire usage de dispositifs, notamment réglementaires, prévus par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA). L'Encadré 3 apporte des éléments d'analyse sur l'application du dispositif Zones Soumises à Contrainte Environnementale (ZSCE) pouvant rendre obligatoires certains éléments des programmes d'actions locaux.

Encadré 3 : Le dispositif Zones Soumises à Contrainte Environnementale (ZSCE)

Le dispositif réglementaire Zones Soumises à Contrainte Environnementale (ZSCE) vise à encourager la mise en œuvre effective d'actions à travers la prise d'arrêtés préfectoraux pour (1) la délimitation d'une zone de protection spécifique, (2) la définition d'un programme d'action et (3) la possibilité de rendre tout ou partie du programme obligatoire. Les actions listées dans l'arrêté définissant le programme d'action sont de mise en œuvre volontaire dans un premier temps et peuvent être rendues obligatoires dans un délai de 1 à 3 ans (selon la situation)²⁷.

Selon la stratégie d'intervention de l'Agence, le premier arrêté de délimitation peut constituer une condition sine qua non pour l'obtention de subventions. Certains observateurs remarquent néanmoins que le dispositif ZSCE favorise la prise d'engagements peu contraignants de la part des acteurs du territoire, puisque ceux-ci peuvent devenir obligatoires suite à la décision du Préfet. L'arrêté visant à rendre tout ou partie d'un programme d'actions obligatoire est de fait très rarement mobilisé. Par ailleurs, Ménard et al. (2014) remarquent que les arrêtés qui ont été pris jusqu'à présent correspondent à des listes de mesures standardisées et des rappels réglementaires.

Comme le montre l'Encadré 1 (cf. page 15) d'autres types d'instrument d'action publique peuvent être mobilisés. Plusieurs documents les décrivent de manière approfondie, comme par exemple le guide méthodologique « *Protection d'aire d'alimentation de captage en eau potable contre les pollutions liées à l'utilisation de fertilisants et de pesticides* » (MEDE-MAAF, 2013) et le guide publié par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse « *Restauration pérenne de la qualité de l'eau des captages pollués par les pesticides et les nitrates* » (Saint-Pierre et al. 2015). Ces documents insistent fortement sur l'importance de la mise en place d'une animation territoriale.

2.2.2.3. Le contenu des programmes d'actions locaux est dépendant des orientations financières définies aux échelles régionale et nationale

Le contenu des programmes d'action dans les zones d'intervention prioritaires dépend fortement des incitations financières fixées par les bailleurs potentiels et la réglementation. Ainsi les Programmes Pluriannuels d'Intervention (PPI) des Agences de l'Eau et les Programmes de Développement Rural Régionaux (PDRR) constituent des documents cadres pour la mise en œuvre d'actions.

Chaque Agence de l'Eau établit un Programme Pluriannuel d'Intervention (PPI) selon l'article L213-9-1 du code de l'environnement. Ces documents déterminent les domaines et conditions d'intervention selon les orientations prioritaires définies par le SDAGE. Ils prévoient également le montant des dépenses et des recettes (taux de redevances) nécessaires à sa mise en œuvre. Les PPI sont exécutés par les Agences de l'Eau sur une durée de 6 ans. Le cycle d'élaboration de ces documents est décalé de 3 ans avec celui de la DCE. Les derniers PPI (le 10^{ième}) ont été élaborés en 2013 et s'achèveront en 2018.

C'est dans le cadre des PPI que les Agences de l'Eau apportent directement ou indirectement des aides financières sous forme de subventions, de primes de résultat ou d'avances remboursables

²⁷ Voir l'article L 211-3 du code de l'environnement.

aux personnes publiques ou privées pour la réalisation d'actions. Le PPI est donc le principal instrument financier pour atteindre les objectifs fixés par la DCE.

Dans le cas du bassin Seine-Normandie, il existe un document additionnel : les Plans Territoriaux d'Actions Prioritaires (PTAP). Ceux-ci sont rattachés au Programme Pluriannuel d'Intervention de l'Agence. Ils permettent une meilleure identification des actions prioritaires à mettre en place par les six commissions territoriales du bassin. « *Les PTAP et les PAOT sont désormais révisés selon le même calendrier, ce qui permet de s'assurer que les PTAP déclinent financièrement les priorités des PAOT, et les complètent pour les mesures non réglementaires.* » (tiré du rapport public annuel de 2015 de la Cour des Comptes).

Ainsi dans le cadre de la réduction des pollutions diffuses par les pesticides, des actions de différentes natures peuvent être engagées. **Toutes les agences semblent mettre l'accent sur le financement d'actions préventives.** Elles signalent cependant que des actions curatives peuvent aussi être soutenues au niveau des captages, sous condition d'engagement de la collectivité dans une démarche préventive de restauration de la qualité de la ressource.

Les conditions d'éligibilité sont indiquées dans tous les PPI ainsi que les taux d'aide des travaux qui peuvent être de différentes natures. Les Agences de l'Eau peuvent ainsi financer ou contribuer au financement :

- ▶ d'études ;
- ▶ de l'animation territoriale ;
- ▶ de l'assistance technique ;
- ▶ des Déclarations d'Utilité Publique (DUP) : études préalables, procédures administratives et travaux prescrits ;
- ▶ du conseil individuel dans un cadre collectif et du conseil collectif ;
- ▶ de l'acquisition foncière ;
- ▶ de la communication ;
- ▶ de la formation ;
- ▶ de l'achat de matériel (en zone non agricole) ;
- ▶ de dispositifs d'expérimentation ;
- ▶ d'aides à destination du monde agricole : MAE (indemnités pour changement de pratiques ou de système agricole), aides à la conversion ou au maintien en agriculture biologique et PCAE (investissement matériel).

Les taux d'aide peuvent être différents d'une agence à l'autre. De plus, certaines agences s'orientent vers de nouvelles actions comme par exemple : le développement et l'appui de filières agricoles innovantes, le financement de zones tampons, l'amélioration des exploitations des lycées agricoles ou le suivi de la qualité des eaux.

Concernant le volet agricole et le cadre d'application des MAEC, les Agences de l'Eau et structures porteuses des démarches doivent se contraindre aux orientations définies par les Programmes de Développement Rural Régionaux (PDRR). Ces documents sont établis dans le cadre de la politique de développement rural de l'UE financée par le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER).

Les Agences de l'Eau peuvent cependant sélectionner les engagements unitaires pour lesquels elles souhaitent participer au financement ou définir d'autres types de procédure pour encourager les changements des pratiques agricoles. L'Agence de l'Eau Artois-Picardie a par exemple conçu un dispositif d'allocation de contrats agro-environnementaux avec les agriculteurs au contenu souple en faisant appel à une procédure d'appel à projets (Kuhfuss et al. 2012).

Dans le bassin Rhin-Meuse, une démarche partenariale a été mise en place sous la forme d'une plateforme de dialogue. Elle vise à réunir l'État, l'Agence de l'Eau, les Régions et les Chambres régionales d'agriculture et à favoriser l'émergence de consensus sur les objectifs à atteindre dans le

secteur agricole. Cette plateforme n'a cependant pas abouti pour l'instant à la définition d'une stratégie commune.

2.2.3. Le suivi et l'évaluation des programmes

Deux évaluations sont réalisées au cours de chaque cycle de gestion pour assurer le suivi de la mise en œuvre de la DCE dans tous les pays membres :

- ▶ Un bilan à mi-parcours des PdM. Un premier exercice a été réalisé en 2013, une synthèse incluant des recommandations a été réalisée par le Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable (Lafitte et Lefebvre, 2013). Il est important de noter que ce bilan a porté sur les moyens déployés.
- ▶ Le rapportage sur les SDAGE et PdM portant sur les résultats relatifs à l'état des masses d'eau comparés aux objectifs établis en début de cycle. Le rapportage du cycle 2010-2015 a été réalisé en 2016.

La Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) du ministère en charge de l'environnement est responsable du rapportage à la Commission européenne. L'Agence Française pour la Biodiversité (AFB, anciennement ONEMA) coordonne la réalisation des rapports de chaque bassin hydrographique.

La mission en charge du bilan à mi-parcours de 2013 a mis l'accent sur la nécessité d'une normalisation des contenus des SDAGE et PdM afin de faciliter le suivi de la mise en œuvre des mesures à l'échelle nationale. Elle a ainsi recommandé que l'ensemble des services de l'Etat impliqués dans la mise en œuvre de la DCE utilise l'Outil de Suivi des Mesures Opérationnelles Sur l'Eau (OSMOSE). Dans cet outil chaque action est reliée à un type de mesure.

Dans l'outil OSMOSE plusieurs mesures peuvent être associées aux orientations des SDAGE en lien avec la reconquête de la qualité de l'eau potable et la réduction des pollutions diffuses. Les mesures sont rattachées à un code, un titre et une description synthétique comme indiqué dans le Tableau 4 :

Tableau 4 : Intitulés des mesures complémentaires en lien avec la diminution des pollutions diffuses d'origine agricole, tirés de l'outil OSMOSE

Code du sous-domaine OSMOSE	Intitulé du sous-domaine	Code du type d'action OSMOSE	Intitulé du type d'action
AGR03	Limitation des apports diffus	AGR0303	Limiter les apports en pesticides agricoles et/ou utiliser des pratiques alternatives au traitement phytosanitaire
AGR04	Pratiques pérennes	AGR0401	Mettre en place des pratiques pérennes (bio, surface en herbe, assolements, maîtrise foncière)
AGR05	Elaboration d'un programme d'action AAC	AGR0503	Elaborer un plan d'action sur une seule AAC

L'état d'avancement des actions est renseigné par les services de l'Etat dans l'outil OSMOSE. Chaque action est ainsi qualifiée comme étant à un stade prévisionnel, initié, engagé ou terminé. Les Agences de l'Eau ont également accès à ces informations.

Certaines mesures disposent d'une nomenclature plus précise pour indiquer l'étape de mise en œuvre dans laquelle elles se situent (cf. Encadré 4).

Encadré 4 : Les étapes de l'action « élaborer un plan d'action sur une seule AAC » selon l'outil OSMOSE

1. Mise en place d'une cellule d'animation ;
2. Délimitation de l'AAC ;
3. Réalisation du Diagnostic Territorial Multi-Pressions ;
4. Délimitation de la zone de protection ;
5. Arrêté « Délimitation de la zone de protection » ;
6. Définition du Programme d'action agricole (en ZSCE) ;
7. Définition du Plan d'action agricole (hors ZSCE) ;
8. Arrêté « Programme d'action agricole » ;
9. Programme d'action imposé réglementairement et arrêté ;
10. Plan de contrôle.

Les Agences de l'Eau élaborent également un tableau de bord du SDAGE pour réaliser le suivi de la mise en œuvre du SDAGE. Les tableaux de bord, édités en 2013, contiennent des indicateurs portant sur l'atteinte des objectifs d'état des masses d'eau, mais aussi des indicateurs représentatifs de l'évolution de l'utilisation des pesticides. Ces derniers sont différents d'un bassin à l'autre et portent la plupart du temps sur le suivi des ventes de produits phytosanitaires et des actions menées dans les territoires des captages prioritaires (surface ou montant engagé par une MAEC, surface en AB ou en conversion, etc.).

Les programmes d'actions des AAC et les SAGE sont aussi dotés de dispositifs de suivi et d'évaluation. Ces dispositifs sont différents d'un territoire à un autre. Les indicateurs préconisés par le Guide méthodologique (MAAP-MEEDM, 2010) pour la mise en œuvre de plans d'actions agricoles sur les aires d'alimentation de captages sont répartis en deux groupes : les « indicateurs de résultat » et les « indicateurs de réalisation ». Les indicateurs de résultat s'intéressent au suivi des activités agricoles (ex. : diminution de l'Indice de Fréquence de Traitement herbicide) ou de l'état du milieu (ex. : fréquence de dépassement d'une norme).

2.3. Plusieurs difficultés d'ordre méthodologique ont été identifiées par les gestionnaires de ressources en eau

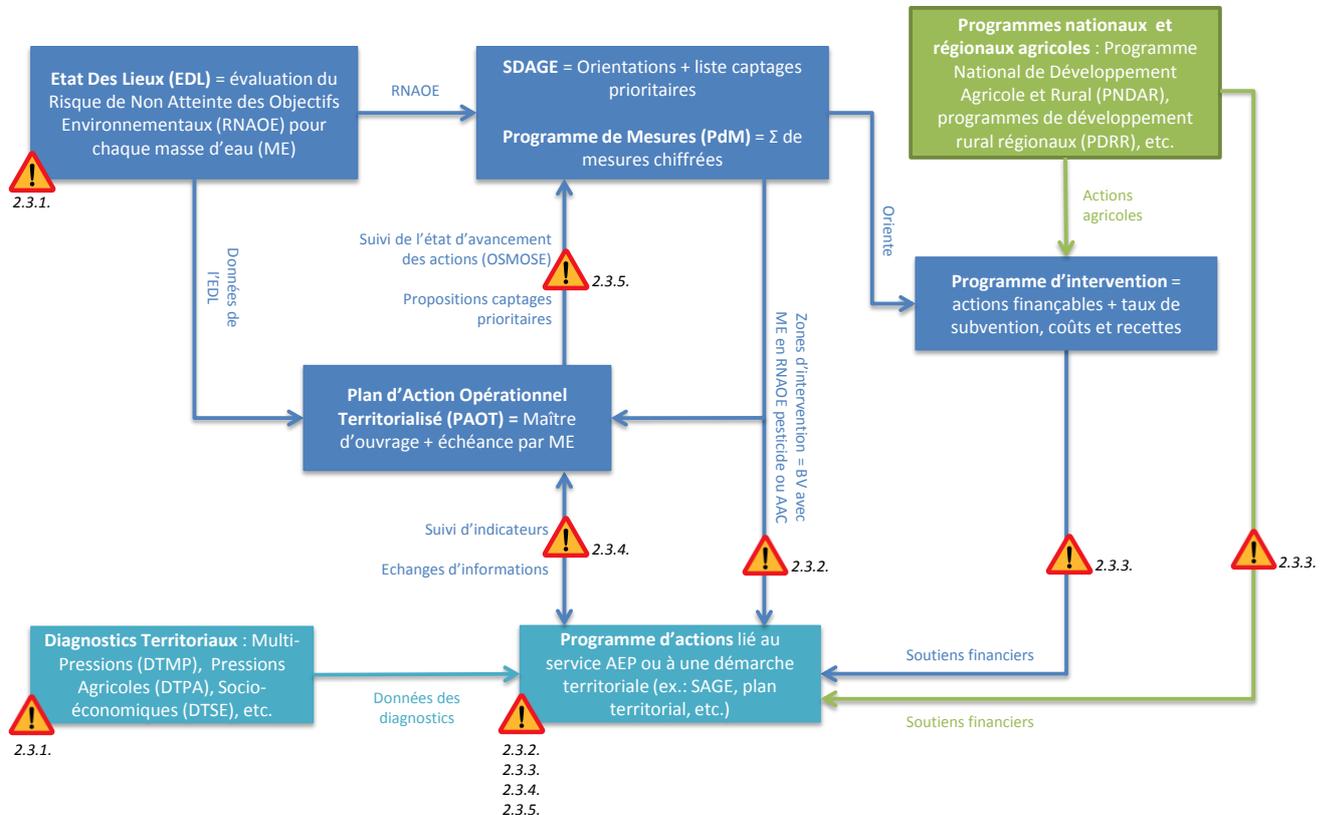
Au cours des entretiens réalisés auprès de représentants de Secrétariats Techniques de Bassin (STB) et d'animateurs, des difficultés pour la mise en œuvre de la DCE ont été évoquées. Ces difficultés sont de plusieurs natures : méthodologique, institutionnelle, réglementaire mais aussi politique.

En effet, la limitation des contaminations liées aux produits phytosanitaires dépend de l'application de politiques publiques agricoles et environnementales. Les gestionnaires de ressources en eau rencontrés estiment qu'il existe **un manque de cohérence entre ces politiques**. Sur un même territoire des actions sont mises en œuvre pour répondre à des objectifs qui peuvent paraître contradictoires : les unes visant à limiter les **risques** environnementaux, les autres à encourager la production agricole présentant des externalités négatives.

L'amélioration des instruments d'action publique et de leur applicabilité est du ressort de l'Etat. Plusieurs missions d'expertise ont ainsi été réalisées (Brun et Frey, 2011 ; Lesage, 2013 ; Bénézit et al. 2014) et des recommandations présentées auprès des ministères. Pour cette raison **nous avons décidé de ne traiter dans ce document que les difficultés méthodologiques** auxquelles sont confrontées les gestionnaires de ressources en eau qui interviennent dans la mise en œuvre de la DCE.

Elles sont signalées sur la Figure 3 et décrites dans les paragraphes suivants.

Figure 3 : Identification de points de blocage dans les différentes étapes de mise en œuvre des objectifs DCE concernant les pollutions diffuses dues aux produits phytosanitaires



N.B. : les numéros renvoient aux paragraphes correspondants dans le texte.

2.3.1. Comment peuvent être qualifiés les pressions dues aux pesticides en fonction des impacts qu'ils génèrent sur les milieux aquatiques ?

Dans le cas de pollutions diffuses, il est encore difficile d'associer des utilisations localisées de pesticides à des pressions (les flux de pesticides atteignant les masses d'eau). A partir de l'analyse des quantités de produits vendues, l'agriculture a été clairement identifiée comme le premier consommateur de pesticides. Cependant, la complexité des interactions entre les substances chimiques utilisées et le milieu rend très difficile la prédiction des flux de pesticides qui seront transférés vers les masses d'eau. Les pollutions sont dépendantes de l'utilisation des pesticides mais aussi de processus de transfert sous l'influence des caractéristiques du milieu, et notamment de celles du sol. De plus, les processus sont variables dans le temps en fonction du régime hydrologique et du climat.

Par ailleurs, les liens entre les pressions et des dégradations de l'état écologique doivent également être précisés. Or, il existe peu de références mobilisables pour réaliser cette analyse. Des travaux de recherche sont en cours pour améliorer les méthodologies actuelles d'estimation des impacts des pesticides sur les milieux aquatiques. Ces travaux portent notamment sur l'amélioration des méthodes de mesure de la contamination et de son effet sur le terrain, via le recours à de nouveaux outils d'échantillonnage ou d'analyse chimique des substances phytosanitaires (par

exemple : échantillonneurs passifs) et/ou via la mesure de paramètres d'effet biologique ou bioindicateurs pertinents (sur des gammarex par exemple)²⁸.

A l'échelle du bassin hydrographique, l'évaluation de la pression diffuse des pesticides intervient au moment de l'élaboration de l'Etat Des Lieux (EDL) et plus précisément pour l'estimation du Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE) à l'échelle des masses d'eau. Première difficulté, **les mesures de qualité de l'eau, fournies par les réseaux de surveillance, ne permettent pas toujours de mettre en évidence les fluctuations saisonnières des pollutions sur les masses d'eau suivies**. Les pics de pollution ne sont pas toujours connus. En effet, les calendriers des mesures et leur fréquence ne coïncideraient pas suffisamment avec le fonctionnement hydrologique et hydrogéologique du milieu et les propriétés des molécules. De plus, **le coût élevé des analyses limite fortement le nombre de relevés** qui peut être réalisé. Peu de masses d'eau de surface sont donc suivies. L'établissement d'un lien entre les quantités de pesticides utilisées et les niveaux de concentration de molécules dans les masses d'eau n'est donc pas aisé. **Des méthodes diverses ont été mobilisées pour évaluer les pressions dues aux rejets de pesticides** lors de l'établissement de l'EDL du deuxième cycle de gestion DCE (cf. [Annexe 3](#)).

Concernant les masses d'eau de surface, elles font intervenir généralement des données en lien avec l'occupation des sols et les mesures des concentrations de polluants des masses d'eau faisant l'objet d'un suivi. Les données sont utilisées pour calculer des indicateurs représentant soit des dépassements de normes de qualité soit un risque potentiel de contamination des masses d'eau. Ce risque de contamination, qualifié de fort, moyen ou faible, est considéré comme un niveau potentiel de toxicité du milieu (uniquement pour les masses d'eau de surface). Cependant, ces niveaux ne sont pas encore reliés à des impacts sur les écosystèmes.

Concernant les masses d'eau souterraine, l'évaluation des pressions pose les mêmes difficultés malgré l'existence d'un guide méthodologique national (MEDDE, 2012). A noter que dans certains bassins cette évaluation n'a pas été réalisée.

L'AFB a appuyé des projets de R&D pour construire des méthodes et outils nationaux. Nous avons constaté que ces méthodes ont été mobilisées de manière hétérogène d'un bassin à l'autre.

Certaines pistes ont été évoquées par des représentants d'Agences de l'Eau rencontrés pour améliorer les résultats des méthodologies appliquées. Elles sont néanmoins dépendantes de l'accès à des données plus précises et actualisées concernant à la fois les pratiques agricoles et l'occupation des sols. Jusqu'à maintenant **l'accès aux bases de données agricoles semble être entravé par le secret statistique**. D'autre part, il paraît important de renforcer les réseaux de surveillance actuels des masses d'eau.

Ces difficultés, liées à l'évaluation des pressions et à l'accès aux données, sont similaires à l'échelle des bassins d'alimentation des masses d'eau et des captages prioritaires.

2.3.2. Où doivent être priorisées les actions ?

De manière générale, c'est la procédure de sélection des captages prioritaires qui détermine le plus fortement le choix des zones d'intervention. Comme nous l'avons vu précédemment, plusieurs critères ont été établis pour aider les services de l'Etat à réaliser cette sélection (cf. Arrêté interministériel du 11/03/2014). A noter que la présence d'une volonté politique locale fait dorénavant partie de ces critères.

²⁸ Dans le cadre de ce document, nous nous concentrons essentiellement sur les outils d'évaluation des pressions sur le cours d'eau, basées soit sur une interprétation adéquate des données de contamination mesurées soit sur le croisement de facteurs explicatifs clés de la contamination (par exemple les usages et la vulnérabilité des milieux au transfert des substances), les stratégies et méthodes de mesures de la contamination et de ses effets sur le terrain étant en dehors du champ traité.

Néanmoins, il a été constaté que la sélection des captages prioritaires n'implique que très peu les collectivités territoriales. Les décisions ainsi prises par les DREAL de bassin peuvent être perçues localement comme des décisions imposées. **Certaines collectivités remettent donc en question le choix des captages réalisé par les services de l'Etat.** Ces critiques sont d'autant plus fortes dans les territoires où les contaminations sont dues à des molécules aujourd'hui interdites mais qui continuent de transiter dans les nappes. De plus, en fonction des milieux les effets sur la qualité de l'eau peuvent être plus ou moins longs à se manifester. Dans certains cas ces temps de réponse peuvent apparaître comme incompatibles avec les délais des programmes définis par le Ministère.

A l'échelle de gestion locale des limites méthodologiques existent pour l'identification de zones prioritaires. Ces limites sont d'autant plus prégnantes lorsque le bassin d'alimentation de la masse d'eau est de grande taille ou le nombre d'exploitations élevé. Plusieurs guides méthodologiques ont été produits dans lesquels sont exposées des propositions. Elles reposent en général sur le croisement d'indicateurs spatialisés représentant la vulnérabilité intrinsèque du territoire au regard des transferts d'eau et des activités humaines. Ce croisement permet d'obtenir une estimation d'un risque de contamination. Cependant, **le manque de données est très souvent un obstacle pour le déploiement de ces méthodes. Le choix des indicateurs et l'établissement d'une hiérarchie de pressions sont également des étapes délicates pour l'obtention de résultats fiables et précis.**

Les études de vulnérabilité du territoire et le diagnostic des pressions sont le plus souvent réalisées par des bureaux d'études spécialisés. Ils emploient des méthodes qui leur sont propres, adaptées des recommandations des guides méthodologiques nationaux. Ces études reposent majoritairement sur une analyse technique du milieu et des activités agricoles. **Les situations socio-économiques des exploitations, les perceptions des acteurs locaux de la problématique, etc. sont autant d'éléments d'analyse absents de ces études.** Cela peut entraîner notamment des distorsions entre la priorisation des secteurs et la volonté des acteurs du territoire à mettre en œuvre des actions. Il convient donc de s'interroger sur les méthodes employées mais aussi sur les appels à projet établis par les collectivités locales, chargées de porter les démarches de réduction des pollutions par les pesticides. Même si les études basées sur la production de données locales ou visant à faire participer les acteurs locaux demandent plus de temps et de moyens, elles apparaissent comme étant nécessaires pour la mise en place d'une dynamique collective. La volonté des maîtres d'ouvrage d'intégrer cette dimension est très hétérogène d'un territoire à l'autre.

2.3.3. Quelles sont les actions permettant de rétablir à moindre coût le bon état des masses d'eau affectées par des pollutions dues aux pesticides ?

La grande majorité des études nécessaires pour l'élaboration des programmes d'action sont réalisées par des bureaux d'études. Selon la méthodologie de travail adoptée et le temps passé sur le terrain, les actions préconisées s'appuieront ou non sur une analyse des contraintes et atouts du territoire. Ménard et al. (2014) ont montré que les études produites fournissent en général peu d'éléments permettant de proposer des actions adaptées aux réalités du territoire. **Les programmes d'actions seraient donc standardisés et n'apportent pas toujours d'éléments pour guider la mise en œuvre effective d'actions.**

En parallèle, **il existe un manque de références sur l'efficacité des actions de remédiation ou de prévention qui sont préconisées et financées.** Cela limite aussi la mise en œuvre d'actions adaptées à la réalité du terrain. Le défaut de références sur l'efficacité des actions généralement recommandées tient du fait de la **difficulté à produire des résultats valables dans une large gamme de situations possibles.** De plus, il est **difficile de pouvoir établir *in situ* des liens directs entre une action particulière et des effets sur la qualité de l'eau d'un captage ou d'une masse d'eau.** A ce propos, Vernoux et Surdyk (2014) estiment que « *[L]es corrélations entre les actions et les réactions du milieu ne sont jamais directes. Les augmentations et les baisses des concentrations en substances dans un captage sont liées à des ensembles d'actions et de réactions complexes sur le milieu.* ».

Pour pouvoir estimer l'efficacité d'une action il est donc indispensable de réaliser des études permettant de lui attribuer des effets spécifiques. Ces études peuvent être réalisées sur des sites expérimentaux où les paramètres du milieu, le climat et les protocoles sont bien connus. Les résultats produits sont ainsi très dépendants de la localisation de l'expérimentation et peuvent être difficilement généralisables. Il existe en France quelques dispositifs orientés vers la constitution de références liées aux contaminations de l'eau dues aux pesticides (cf. [Chapitre 5](#) concernant les dispositifs de production de références).

Actuellement, il semblerait que la mise en place de Mesures Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC) soit l'activité la plus fortement déployée dans les territoires locaux. Ces dispositifs sont encouragés financièrement par les Agences de l'Eau et les Régions. Cependant, ils sont **jugés trop cadrés et parfois peu efficaces** par certains animateurs de terrain rencontrés. En effet, la mobilisation des MAEC implique le montage de nombreux dossiers et leur contenu est difficilement adaptable aux spécificités de chaque territoire. De plus, pour diverses raisons les agriculteurs ne pérennisent pas toujours les pratiques encouragées par les MAEC à la fin du contrat dont la durée est établie à cinq ans.

2.3.4. Comment peut-on mobiliser les acteurs locaux pour la mise en œuvre effective d'actions ?

La mise en œuvre effective d'actions dépend en partie de la capacité des animateurs de terrain à mobiliser les acteurs locaux ayant des intérêts différents concernant la pollution de l'eau par les pesticides. Pour cela il est nécessaire de bien comprendre les positions des acteurs locaux vis-à-vis de cette thématique. Ceci implique donc la réalisation d'études spécifiques et/ou l'organisation d'ateliers participatifs. Les personnes enquêtées font état d'un manque de retour d'expérience sur ce sujet.

Des études de cas ont montré que la construction de la démarche dépend aussi de l'organisation locale des différents acteurs du territoire c'est-à-dire de leurs relations et de leurs habitudes de travail (Barataud et al. 2014). Cette organisation est alors modifiée lors de la mise en place d'un nouveau projet visant à limiter les pollutions dues aux pesticides et doit être redéfinie. Pour cela, un dialogue doit s'instaurer à plusieurs niveaux, comme par exemple :

- ▶ entre les services déconcentrés de l'Etat, plus particulièrement les DDT-M, la délégation de l'Agence de l'Eau et la structure porteuse du projet (communes, EPCI, Chambres d'Agriculture, etc.) ;
- ▶ entre les représentants de la structure porteuse (par exemple entre les élus et les directeurs des services techniques de la collectivité) ;
- ▶ entre la structure porteuse et la profession agricole ou au sein d'une filière agricole.

Ces dialogues prennent des formes variées et aboutissent à des accords différents selon les territoires. Les représentants des gestionnaires de ressources en eau que nous avons rencontrés observent qu'il existe **des difficultés dans la mise en œuvre de ces dialogues**.

Ces difficultés se traduisent notamment par une **mauvaise coordination des actions des services de l'Etat et de la structure porteuse**. Plusieurs exemples ont été évoqués pour illustrer ce premier point : les collectivités territoriales ne participent pas à la construction des PAOT ; les missions de contrôle et sanction des services de l'Etat ne sont pas planifiées en fonction des actions mises en œuvre par la structure porteuse.

Dans le cas où la structure porteuse est une collectivité territoriale des difficultés peuvent exister dans la mise en cohérence de l'ensemble des actions portées par ces services techniques. En effet, l'action publique d'une collectivité peut être très morcelée entre différents secteurs ayant des objectifs différents, parfois discordants.

Les structures porteuses mettent en œuvre des actions pour mobiliser les agriculteurs. **Leur engagement est très souvent difficile à obtenir**, pour des raisons diverses et variées propres à chaque exploitant. Les dispositifs utilisés pour cela sont parfois jugés inefficaces (cf. paragraphe précédent). Ainsi certains gestionnaires de ressources en eau tentent de mobiliser les agriculteurs en utilisant d'autres moyens, notamment en s'appuyant sur les acteurs des filières. Il existe cependant peu de retours d'expérience sur ce sujet.

Les animateurs de terrain mettent en place une stratégie propre d'intervention. Ces stratégies ne sont pas toujours explicitées dans les programmes d'actions. Il en résulte un **manque de lisibilité des programmes d'actions qui préconisent en apparence les mêmes activités**.

Plus globalement, nous observons qu'il existe un **manque de coordination entre les acteurs responsables de la mise en œuvre des actions prévues par le plan Ecophyto et ceux de l'application de la DCE**. En effet, les territoires d'intervention de ces deux processus ne coïncident pas toujours. L'échange de données, notamment les références produites par le dispositif DEPHY, n'est pas jugé comme étant optimal par les porteurs de projets dans les territoires à enjeu eau.

2.3.5. Comment peuvent être évalués les résultats des programmes d'action ?

Pour évaluer les résultats de leur action les gestionnaires de ressources en eau mobilisent des indicateurs de différents types.

A l'échelle des bassins hydrographiques, les STB de chaque bassin hydrographique disposent notamment de tableaux de bord, correspondant à des recueils d'indicateurs. Ces indicateurs sont calculés afin de pouvoir suivre des évolutions de pratiques et de pressions. Pour réaliser le suivi de l'état d'avancement des mesures et le rapportage, les services publics utilisent l'outil OSMOSE. Certains responsables d'Agences de l'Eau jugent que l'outil **ne permet pas d'établir un bilan complet des actions menées**. Dans cet outil, les étapes doivent être mises à jour au fur et à mesure de l'avancement des plans d'actions sur les captages.

Pour évaluer les résultats d'un programme d'action local plusieurs documents ont été publiés afin de fournir des recommandations aux maîtres d'ouvrage. Par exemple, Vernoux et Surdyk (2014) recommandent « *d'utiliser un ensemble d'indicateurs, pris dans les trois catégories (pression, état, réponse) afin de pouvoir appréhender l'évolution du système sous l'ensemble des aspects. Il est possible de croiser des indicateurs simples issus de catégories similaires ou de catégories identiques pour obtenir des informations intéressantes sur l'évolution du système.* ».

Malgré tout, les gestionnaires peinent à **identifier des indicateurs pertinents pour le suivi et l'évaluation des programmes d'action**. Les indicateurs mobilisés peuvent être mal adaptés à l'objet d'évaluation ou techniquement complexes à calculer. En effet, il peut être **difficile d'imputer directement des effets sur les pratiques phytosanitaires ou la qualité de l'eau à la mise en œuvre d'actions** dans le cadre d'un SAGE ou d'un plan territorial. L'évolution de la qualité de l'eau ou du milieu peut être plus fortement dépendante de facteurs externes, non liés à la mise en œuvre d'actions de prévention sur le territoire. Ces analyses sont d'autant plus complexes lorsque les temps de réponse des milieux sont longs, plusieurs années voire décennies. Ce temps long implique un décalage entre les pollutions de la masse d'eau ayant une origine plus ou moins ancienne et les pratiques actuelles. **Il est donc difficile d'établir les impacts d'actions mise en œuvre sur un territoire**. Celle-ci ne pourra être jugée que dans un futur plus ou moins éloigné, qui peut se situer au-delà du délai normal d'un projet type (4 à 5 ans). D'autre part, **les composantes sociales sont très souvent absentes de ces évaluations**.

Ainsi, pour réaliser une évaluation des effets et impacts d'un programme, de portée régionale ou locale, la mise en place d'une méthodologie proche de celle employée pour l'évaluation de politiques publiques est nécessaire. Les dispositifs prévus à l'effet de cette évaluation doivent être pensés sur le long terme et en amont de la mise en œuvre des actions. Elle prévoit également la participation des

acteurs impliqués par la mise en œuvre des programmes. Cette méthodologie n'est que très rarement employée.

2.4. Synthèse de la partie

L'application de la DCE conduit à mettre en œuvre des actions pour rétablir ou préserver le bon état des eaux d'ici 2015. Face à l'ampleur des pollutions diffuses agricoles dues aux pesticides les autorités publiques ont fait le constat que les objectifs ne seraient pas atteints en 2015. Ce contexte contraint donc l'Etat à renforcer ses efforts.

Nous avons constaté que les responsables de la mise en œuvre de la DCE, principalement les Agences de l'Eau et DREAL de bassin, emploient des stratégies propres à chacun des territoires. Elles dépendent notamment des relations entre l'ensemble des acteurs impliqués et des connaissances disponibles. Néanmoins, des étapes similaires sont suivies : priorisation des zones d'intervention, définition des programmes d'actions et évaluation de leurs effets.

Les PdM recensent les mesures nécessaires à mettre en œuvre dans les zones d'action prioritaires pour atteindre les objectifs environnementaux fixés par la DCE. Cette étape implique les représentants des autorités publiques et les membres du Comité de Bassin. Les mesures visant à réduire les pollutions diffuses de pesticides qui seront inscrites dans le PdM concerneront les territoires où se situent ces zones d'action prioritaires.

Le PAOT permet aux services de l'Etat déconcentrés de se saisir des enjeux et de décliner les mesures inscrites dans le PdM en actions opérationnelles qu'ils devront mettre en place selon un calendrier tri-annuel. Cependant ces plans ne préjugent pas de la mise en œuvre d'actions de la part des acteurs locaux.

La mise en œuvre d'actions se réalise à l'échelle locale dans les AAC, principaux territoires d'action dépendant des communes ou de leurs regroupements (Syndicat d'eau potable, Communauté d'Agglomération, etc.). En effet, ce sont ces collectivités qui sont responsables de la gestion des milieux aquatiques (depuis la loi du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique) et des captages. Elles peuvent faire appel à des animateurs qu'elles recrutent ou aux Chambres d'Agriculture qui sont directement en relation avec les agriculteurs.

La grande majorité des animations dans le cadre des plans d'actions pour la protection des ressources en eau vise à faire évoluer les pratiques phytosanitaires. Pour les zones agricoles, les voies principalement suivies sont : la mise aux normes des appareils utilisés pour la pulvérisation et l'adoption volontaire de nouvelles pratiques agricoles, via des dispositifs de subventions et de compensations financés par le second pilier de la Politique Agricole Commune (PAC) et les Agences de l'Eau (Ménard et al. 2014). La manière dont est conçue l'animation territoriale influence la mise en œuvre effective de ces actions. Néanmoins, les pouvoirs publics se réservent la possibilité de rendre obligatoire l'adoption de toutes ou certaines actions du programme d'actions local.

Le suivi et l'évaluation de l'action publique se réalise à plusieurs niveaux. Des indicateurs différents sont mobilisés.

La mise en œuvre d'actions de protection des ressources en eau vis-à-vis des pollutions diffuses dues aux pesticides fait ainsi intervenir de nombreux acteurs. Interrogés sur leurs missions, il apparaît qu'ils interagissent sur deux échelles de gestion différentes : l'une régionale correspondant aux bassins hydrographiques ou aux Régions, l'autre locale correspondant aux bassins d'alimentation des masses d'eau ou des captages d'eau potable. Nous définissons l'échelle de gestion comme étant un maillage territorial opérationnel de gestion de l'eau dans lequel interagissent des acteurs.

Les points de blocage exprimés par les gestionnaires de ressources en eau sont différents selon l'échelle de gestion. Ils peuvent néanmoins être regroupés en quatre enjeux opérationnels communs :

Le diagnostic initial : Il s'appuie grandement sur les mesures de la qualité de l'eau. Cependant des études complémentaires sont menées afin de comprendre pourquoi et quand interviennent les contaminations. Une fois que les facteurs déterminants sont identifiés, il est souvent nécessaire de procéder à une priorisation des zones d'intervention. Cette étape fait intervenir une évaluation des risques de contamination liés aux usages des produits phytosanitaires et à la vulnérabilité du milieu. L'enquête a mis en évidence que cette évaluation n'est réalisée que partiellement la plupart du temps.

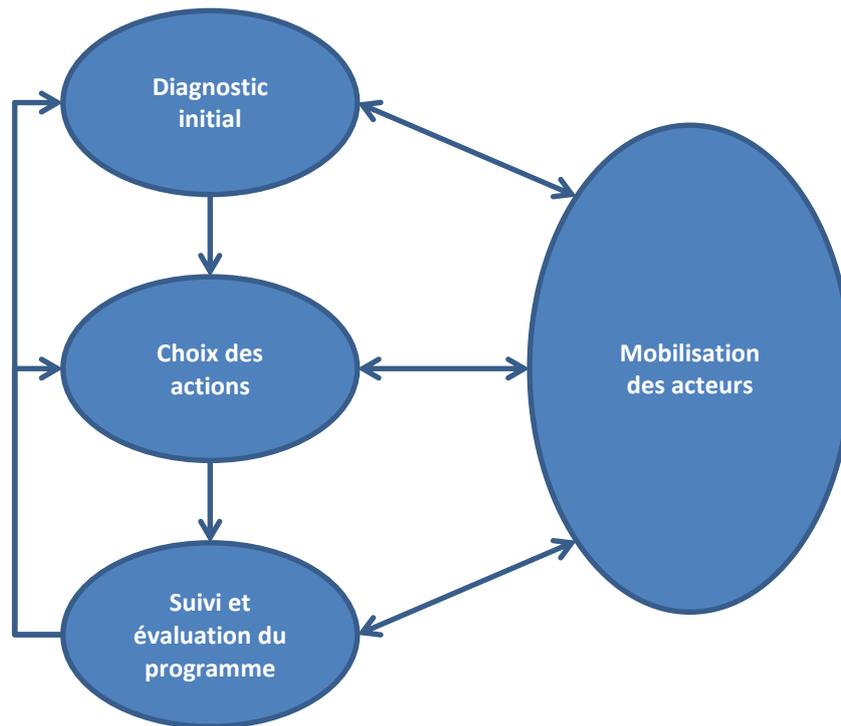
Le choix des actions agronomiques et paysagères : Cet enjeu implique l'identification des actions, compatibles avec le contexte local, à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs fixés. Deux grandes stratégies techniques sont en général mises en avant pour la prévention des pollutions diffuses dues aux pesticides : la réduction voire la suppression des usages et la limitation des transferts vers les ressources en eau. De nombreux leviers d'action existent pour la mise en place de ces stratégies. Tout l'enjeu réside dans le choix des actions les plus efficaces.

Le suivi et l'évaluation du programme : Cette phase est nécessaire pour évaluer l'action publique quelle que soit l'échelle de gestion. Des outils sont mobilisés pour à la fois suivre l'avancement de la mise en œuvre d'actions et estimer l'impact d'une politique sur la qualité des ressources en eau. Ces procédures sont définies dès le lancement d'une action puisqu'elles mobilisent des informations spécifiques qui doivent être recueillies de manière échelonnée dans le temps.

La mobilisation des acteurs : Elle peut et devrait intervenir pendant différentes étapes d'une démarche, en amont de la construction d'un plan d'action, durant sa mise en œuvre ou pour réaliser une évaluation. Elle peut viser par exemple à définir des marges de manœuvre collectivement acceptées ou accompagner la mise en œuvre d'actions préétablies. Une fois que les acteurs sont caractérisés, plusieurs types de méthode peuvent être adoptés pour les mobiliser.

Ces enjeux sont interdépendants. La Figure 4 représente les liens entre les différents enjeux opérationnels :

Figure 4 : Liens entre les quatre enjeux opérationnels



Il existe une relation linéaire entre les enjeux du diagnostic initial, le choix des actions, le suivi de leur mise en œuvre et l'évaluation de leur effet sur le territoire. Cette même évaluation apporte des éléments pour établir un nouveau diagnostic du territoire et une nouvelle programmation d'actions à réaliser. La mobilisation des acteurs est en revanche une thématique transversale qui peut se discuter et se mettre en place dans le cadre de tous les enjeux opérationnels.

Ces enjeux opérationnels font partie des critères utilisés pour les classifications des outils, méthodes et dispositifs de production de références qui sont présentées dans les Chapitres 4 et 5.

3. PRESENTATION DES CRITERES UTILISES POUR CARACTERISER ET CLASSER LES OUTILS, METHODES ET DISPOSITIFS DE PRODUCTION DE REFERENCES INVENTORIES

Dans ce chapitre sont présentés les différents critères qui ont été utilisés pour la caractérisation et classification des outils, méthodes et dispositifs de production de références. Un critère commun a été défini pour l'ensemble des supports de connaissances inventorié : l'objectif de gestion. Une grille d'analyse a été construite à partir de ce critère et des enjeux opérationnels déduits de l'analyse des points de blocage rencontrés par les gestionnaires de ressources en eau. Les autres critères sont spécifiques aux outils ou méthodes et aux dispositifs de production de références.

3.1. Un critère commun : l'objectif de gestion

D'après le cadre conceptuel de Hatchuel et Weil (1992) un outil peut être analysé à travers trois dimensions : le substrat technique, la philosophie gestionnaire ou dimension politique et la doctrine d'usage définie comme étant la façon dont l'outil doit être utilisé dans un contexte d'action. Elles sont liées au support matériel mais aussi à des éléments se référant aux postulats explicites et implicites assumés par les concepteurs.

Des chercheurs ont mobilisé récemment ce cadre conceptuel pour mettre en évidence les connaissances que les outils véhiculent et analyser leur rapport à l'action (Girard et al. 2015 ; Gross, 2011). Une grille d'analyse a ainsi établie dans le cadre de ces travaux comprenant de nombreux critères se référant aux trois dimensions.

Deux critères de cette grille sont utilisés dans le présent référentiel : l'objectif de gestion et l'objet étudié. L'objectif de gestion est utilisé pour à la fois caractériser les outils et méthodes mais aussi les dispositifs de production de références. **Ce critère se réfère à la philosophie gestionnaire de l'outil, définie comme étant le « système de concepts qui désigne les objets et les objectifs formant les cibles d'une rationalisation » (Hatchuel et Weil, 1992).** Les outils, méthodes et dispositifs inventoriés disposent d'un ou plusieurs objectifs de gestion. Leur attribution résulte de l'interprétation des résultats des enquêtes menés auprès des concepteurs et gestionnaires.

Huit **objectifs de gestion** ont ainsi été définis :

Caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages :

Visé à établir un état des lieux complet des différentes composantes de la problématique. Les données sont recueillies afin de diagnostiquer l'intensité et l'origine des contaminations.

Evaluer des risques de contamination et identifier des zones prioritaires :

Les risques de contamination sont liés à l'utilisation de produits phytosanitaires et à la vulnérabilité du milieu en termes de contamination de l'eau. Les risques évalués sont donc les risques de transfert pouvant induire une contamination et une dégradation de la qualité de l'eau. Ils permettent d'établir une priorisation des territoires d'intervention. D'autres critères peuvent néanmoins être considérés, comme par exemple ceux qui se réfèrent au contexte socio-économique.

Réduire ou supprimer le recours aux pesticides :

Du point de vue agronomique la réduction de l'utilisation de pesticides peut s'envisager de différentes manières : en améliorant l'efficacité des traitements, en substituant un ou l'ensemble des traitements phytosanitaires, en adaptant les objectifs de maîtrise des bioagresseurs ou aussi en concevant des systèmes de culture qui réduisent les risques de développement des bioagresseurs

(Aubertot et al. 2005). Plusieurs stratégies peuvent être mobilisées sur une même exploitation.

Limiter les transferts :

Correspond à la mise en œuvre d'actions correctives visant à adapter les usages de produits phytosanitaires aux conditions du milieu, adopter des pratiques permettant de limiter leur dispersion et augmenter la rétention des molécules par l'installation de zones tampons. Ces dernières sont des infrastructures paysagères maintenues ou expressément mises en place pour assurer une fonction d'interception et d'atténuation des transferts de contaminant d'origine agricole vers les milieux aquatiques. En fonction de leur efficacité, du type de transfert et des propriétés physico-chimiques des polluants, différents types de zones tampons peuvent être installés.

Suivre et analyser les actions menées :

Consiste à rendre compte des moyens mis en œuvre, de la modalité d'animation et de gouvernance et de l'avancement des actions initialement prévues. On entend par action les mesures concrètes (réunions avec les agriculteurs, animation, MAE contractualisées, etc.) mises en place par le gestionnaire.

Evaluer les effets :

Consiste à évaluer la pertinence, la cohérence, l'efficacité et l'efficience des actions proposées et mises en œuvre pour améliorer la qualité de l'eau. Cette évaluation intervient une fois terminée la mise en œuvre d'un programme ou d'un plan d'actions et consiste donc à analyser « *les liens de causalité entre les différentes composantes de la dynamique de projet : les objectifs sont-ils adaptés aux enjeux (pertinence), les moyens d'intervention – financiers, humains, techniques – sont-ils cohérents avec les objectifs et l'ambition affichée (cohérence interne), les résultats sont-ils à la hauteur des objectifs (efficacité)...?* » (Zakeossian et Mühlberger, 2012). L'évaluation doit notamment permettre de faire le lien entre l'ensemble des indicateurs de suivi des actions et d'évaluation d'impact, afin d'identifier les facteurs à l'origine de l'amélioration de la qualité de l'eau.

Faire dialoguer les acteurs pour arriver à une analyse partagée des enjeux :

Revient à engager une démarche collective favorisant la compréhension des points de vue des acteurs du territoire. Plusieurs techniques et outils d'animation peuvent être mobilisés pour faciliter les échanges, stimuler les idées ou favoriser la créativité.

Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions :

Les acteurs du territoire participent au processus de prise de décisions. Pour cela, la construction de scénarios peut être un moyen à mobiliser tout comme les instruments d'action publique, de nature économique ou non, pour inciter les acteurs à mettre en œuvre des actions. Cet objectif s'insère dans un processus transformatif.

Ces objectifs de gestion sont mobilisés pour construire une grille d'analyse qui permettra à la fois d'organiser les points de blocage, exprimés par les acteurs rencontrés et traduits en « besoins méthodologiques » et les outils, méthodes et dispositifs de production de références. Cette grille reprend également les quatre enjeux opérationnels, issus de l'analyse de la mise en œuvre des

démarches de protection des ressources en eau. Nous obtenons donc la grille d'analyse suivante (cf. Tableau 5) :

Tableau 5 : Association des enjeux opérationnels et des objectifs de gestion des outils et méthodes

Le diagnostic initial		Le choix des actions agronomiques et paysagères pour		Suivi et évaluation du programme		La mobilisation des acteurs	
Caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages	Evaluer des risques de contamination et identifier des zones prioritaires	Réduire ou supprimer le recours aux pesticides	Limiter les transferts	Suivre et analyser les actions menées	Evaluer les effets	Faire dialoguer les acteurs pour arriver à une analyse partagée des enjeux	Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions

3.2. Les critères relatifs aux outils et méthodes

Pour caractériser les outils et méthodes les critères suivants ont été utilisés :

- ▶ L'échelle de gestion ;
- ▶ L'objectif de gestion ;
- ▶ L'objet étudié, et ;
- ▶ L'état d'opérationnalité.

3.2.1. Un premier critère géographique : l'échelle de gestion

Ce critère correspond au maillage territorial opérationnel de gestion de l'eau (Ghiotti, 2006). Nous avons identifié deux types de territoire :

- ▶ Le **territoire régional** qui correspond aux bassins hydrographiques ou aux Régions.
- ▶ Le **territoire local** qui correspond aux bassins d'alimentation des masses d'eau ou des captages d'eau potable rencontrant des problèmes de pollutions dues aux pesticides.

Différents acteurs sont impliqués par la gestion de la qualité de l'eau. Leurs missions sont différentes selon ces deux échelles de gestion. Une synthèse des missions réglementaires est présentée dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Synthèse des missions des acteurs impliqués dans la gestion de la qualité de l'eau à l'échelle régionale et locale

Echelles de gestion :	Territoire régional	Territoire local
Principaux acteurs impliqués par la gestion de la qualité de l'eau :	Agence de l'Eau, DREAL de Bassin, Préfet coordonnateur de bassin, DREAL de Région, ONEMA, DRAAF, ARS, Conseils régionaux	DDT(M), ARS, Collectivités Territoriales (élus et services techniques), Etablissements Publics (Syndicats d'alimentation en eau potable, EPTB, Syndicats mixtes, ...), Conseils départementaux, Chambres d'Agriculture, Bureaux d'Etudes
Missions réglementaires :	<p>Etablir les orientations des politiques à mener localement</p> <p>Veiller aux respects des normes et des objectifs (engagements pris auprès de l'Union Européenne dans le cadre de la DCE)</p> <p>Accompagner les maîtres d'ouvrage dans la mise en œuvre d'actions</p>	<p>Protéger les ressources en eau (objectifs DCE et enjeu eau potable) et zones côtières</p> <p>Assurer un service d'eau potable de qualité (durable)</p> <p>Planifier la mise en œuvre des actions</p> <p>Accompagner les agriculteurs dans la mise aux normes environnementales ou de démarches volontaires plus exigeantes</p>

Du fait de ces différences, les outils et méthodes proposés par la recherche ne seront pas les mêmes. Certains outils peuvent néanmoins être mobilisés aux deux échelles.

3.2.2. L'objet étudié

Ce critère est issu de la grille d'analyse de Girard et al. (2015). L'objet étudié se réfère au substrat technique de l'outil. D'après Gross (2011) **il s'agit de l'objet sur lequel porte l'analyse**. L'objet étudié n'est pas forcément l'objet que vise à gérer l'outil. Il permet de différencier et regrouper les outils et méthodes ayant le même objectif de gestion. Ils apparaissent en gras dans les tableaux de classification.

Les objets étudiés peuvent être reliés à cinq grandes catégories, qui sont les suivantes :

L'hydrosystème : est constitué par l'ensemble des ressources en eau d'un territoire. « *Portion de l'espace où, dans les trois dimensions, sont superposés les milieux de l'atmosphère, de la surface du sol et du sous-sol, à travers lesquels les flux hydriques sont soumis à des modes particuliers de circulation. L'hydrosystème est le siège, sous l'effet de l'eau, de transformations car, en toutes ses phases, le cycle de l'eau a d'étroits rapports avec d'autres cycles physiques, géochimiques et biologiques de l'environnement terrestre.* » (réf. Encyclopédie AXIS, 1993 / M. Dacharry²⁹). Un hydrosystème est un écosystème interactif. Cette notion met donc l'accent sur l'échange et les flux entre les différents compartiments qui le compose et accorde une grande importance à l'espace et au temps (Bravard, 1998).

L'agrosystème : est défini comme l'ensemble des relations entre les cultures, les

²⁹ Définition tirée du dictionnaire français d'hydrologie en ligne : <http://hydrologie.org/glu/indexdic.htm>

techniques de production agricole et le milieu environnant. Dans notre cas l'accent est mis sur les deux premières composantes liées aux systèmes de culture, désignés comme « *l'ensemble cohérent et ordonné de techniques culturales mises en œuvre sur un lot de parcelles conduites de la même façon, selon les mêmes principes de gestion et avec les mêmes objectifs, et ceci sur plusieurs années* »³⁰.

Les bioagresseurs :	Organismes vivants s'attaquant aux plantes (insectes, microorganismes) ou pouvant causer des pertes économiques (plantes adventices). Ils font partie du milieu environnant de l'agrosystème.
Les infrastructures paysagères ou infrastructures agroécologiques :	Elles font référence aux « <i>haies, bosquets, arbres isolés et alignés, bandes tampons, prairies gérées de manière extensive, murets, banquettes, mares, vergers de haute tige et de tous les milieux et surfaces qui ne reçoivent aucun apport d'engrais et de pesticides.</i> » ³¹
Les acteurs :	Groupe de personnes appartenant à une même profession ou institution partageant les mêmes codes et les mêmes règles. Elles partagent les mêmes visées gestionnaires. Sur un territoire plusieurs acteurs peuvent être impliqués dans une démarche de gestion de la qualité de l'eau.

3.2.3. L'état d'opérationnalité, critère d'analyse de l'utilisation des outils et méthodes

L'état d'opérationnalité donne une information sur les utilisations en cours des outils et méthodes issus de travaux de recherche. Trois situations bien distinctes ont été identifiées :

- ▶ Les outils et méthodes utilisés dans le cadre d'études scientifiques.
- ▶ Les outils et méthodes utilisés par le concepteur ou l'expert scientifique dans le cadre d'une démarche de gestion de la qualité de ressources en eau.
- ▶ Les outils et méthodes utilisés par des utilisateurs, autres que des chercheurs, dans le cadre d'une démarche de gestion de la qualité de ressources en eau.

Pour évaluer l'état d'opérationnalité des outils et méthodes, les informations apportées par les concepteurs ont été mobilisées. Elles ont été recueillies à travers les enquêtes réalisées auprès des concepteurs et sont consultables sur les fiches de renseignement des outils. Ces informations se réfèrent aux questions et critères suivants :

- Exemple(s) d'application(s) ;
- Niveau de validation, qui est une note sur 5 attribuée à l'outil par le concepteur sur la base de critères de son choix et des moyens de validation mis en œuvre ;
- Utilisateurs actuels ;
- Nombre de mise en œuvre.

L'évaluation tient compte de ces différents critères. Elle a nécessité l'avis de l'ensemble des membres du COPIIL et a été soumise aux concepteurs. L'état d'opérationnalité accordé est indiqué à la suite du nom de l'outil ou de la méthode entre parenthèse par le code numérique correspondant (cf. Tableau 7).

Six états d'opérationnalité ont été définis comme le montre le Tableau 7 :

³⁰ Cette définition est celle utilisée par le réseau DEPHY, voir le site Web : <http://www.ecophytopic.fr/sites/default/files/D%27une%20idee%20C3%A0%203000%20agriculteurs.pdf>

³¹ Cette définition est accessible sur le site Web du ministère chargé de l'environnement : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/F-Infrastructures-agro-ecologiques.html>

Tableau 7 : Etat d'opérationnalité en fonction des situations d'utilisation des outils et méthodes issus de travaux de recherche

Situations d'utilisation :	Outil(s) développé(s) par le concepteur dans une situation de recherche		Outil(s) utilisé(s) dans une démarche de gestion de la qualité de l'eau par le concepteur ou un expert scientifique		Outil(s) utilisé(s) dans une démarche de gestion de la qualité de l'eau par un ou des acteurs de la DCE	
	Outil(s) en cours de conception	Outil(s) vérifié(s)	Mise en situation du ou des outils en cours	Applicabilité du ou des outils vérifiée	Mise en situation par un ou des acteurs de la DCE accompagné(s) par le concepteur ou un expert scientifique	Mise en situation en autonomie
Codification :	1	2	3	4	5	6

Les états d'opérationnalité sont donc les suivants :

- Etat 1 :** Le contenu technique de l'outil est en cours de conception. Les principes de fonctionnement de l'outil sont en cours de validation.
- Etat 2 :** Le contenu technique de l'outil a été validé par le concepteur. L'outil a été vérifié grâce à des expériences en laboratoire ou dans un environnement simulé ou contrôlé (exemples : parcelle pilote, bassin instrumenté). Le concepteur a pu en déduire un niveau de confiance élevé.
- Etat 3 :** Un ou plusieurs outils associés visant un même objectif de gestion sont mis en situation d'utilisation par le concepteur dans une première démarche de gestion de la qualité de l'eau.
- Etat 4 :** La mise en situation du ou des outils dans des contextes variés est vérifiée par le concepteur. Elle peut être reproduite sur d'autres territoires par le concepteur ou un expert scientifique. Les résultats issus de cette mise en situation du ou des outils sur un cas concret peuvent être directement exploités par les acteurs du territoire. Ce niveau correspond donc à une forme de partenariat.
- Etat 5 :** Le ou les outils associés visant un même objectif de gestion sont utilisés par des acteurs impliqués dans la gestion de la qualité de l'eau, accompagnés par le concepteur ou un expert scientifique. L'accompagnement peut prendre différentes formes : formation, appui technique et méthodologique, interprétation des résultats, etc. Cependant l'utilisateur est le principal responsable de la mise en situation.
- Etat 6 :** Le ou les outils associés visant un même objectif de gestion sont utilisés en autonomie par des acteurs impliqués dans la gestion de la qualité de l'eau. Dans ce cas le concepteur n'intervient pas dans l'utilisation et la mise en situation du ou des outils. Cela n'exclut pas cependant qu'il y ait eu une phase préalable d'apprentissage avec le concepteur, à travers par exemple une formation.

L'évaluation de l'état d'opérationnalité qui a été réalisée implique que l'outil remplisse les conditions des états précédents.

Remarque :

Dans la plupart des situations, le développement des outils semble respecter le passage de ces différents états à travers un processus supposé linéaire. Dans certains cas ce processus est itératif, avec des allers et retours entre les différentes étapes. Néanmoins, tous les outils n'ont pas vocation à aboutir à l'état 6. En effet, différentes formes d'utilisation et de collaboration sont possibles. Les outils des niveaux 4, 5 et 6 peuvent potentiellement ou ont déjà été mobilisés dans des démarches de gestion de la qualité de l'eau.

3.3. Les critères relatifs aux dispositifs de production de références

Pour caractériser les dispositifs de production de références les critères suivants ont été utilisés :

- ▶ L'objectif de gestion, et ;
- ▶ Le type de dispositif.

Les dispositifs de production de références sont définis comme étant un espace de partage de connaissances ou un ensemble de protocoles d'expérimentation et d'observation. Les références produites par ces dispositifs et présentant un intérêt pour les acteurs intervenant pour la réduction des pollutions dues aux pesticides sont de différentes natures. Elles portent également sur des objets d'étude différents : des itinéraires techniques, des systèmes de culture, des masses d'eau ou même des territoires. A partir des objets étudiés il a été possible d'établir quatre types de dispositifs de production de références :

- ▶ **Les observatoires de pratiques agricoles** : composés d'exploitations ou de parcelles sélectionnées à l'échelle de la France ou d'un territoire plus restreint dans lesquelles sont réalisées des enquêtes de pratiques selon un calendrier prédéfini.
- ▶ **Les observatoires hydrologiques** : sont des dispositifs conçus pour mesurer et suivre l'évolution de grandeurs – « d'entrée » (pluie, traitements, etc.), « de sortie » (débit et concentration à l'exutoire) et caractérisant le territoire – et de tenter d'établir des liens entre eux afin de comprendre et décrire les mécanismes en jeu. L'échelle bassin versant est une « échelle qui s'adapte bien aux objectifs concrets relatifs à l'évolution et à la maîtrise de la pollution des eaux ou à la gestion de territoires sensibles » selon Gril et Dorioz (2004).
- ▶ **Les réseaux de dispositifs expérimentaux** : un dispositif expérimental peut être d'après la définition de Reau et al. (2009) « une expérimentation factorielle avec des répétitions, une expérimentation système (comparaison d'itinéraires techniques ou de systèmes de culture), des comparaisons d'itinéraires techniques en grandes parcelles de producteurs souvent organisées en réseau pour augmenter la puissance statistique (technique des couples, etc.) [...] ». D'après l'inventaire réalisé en 2009 dans le cadre du projet Ecophyto R&D la plupart de ces dispositifs sont construits à une échelle parcellaire. Les auteurs remarquent également que les moyens de gestion des données produites sont très variables. La réalisation de synthèse de résultats pour en tirer des références est donc peu aisée. Pour cette raison, cette section se référera uniquement aux dispositifs expérimentaux organisés en réseau.
- ▶ **Les plateformes de partage de connaissances** : sont des groupes d'experts en lien avec des centres de recherche chargés de produire des références ou des dispositifs d'échange de connaissances et de données.

Les informations fournies par les questionnaires des dispositifs ont permis de les classer selon les quatre enjeux opérationnels et huit objectifs de gestion définis.

4. OUTILS ET METHODES ISSUS DE TRAVAUX DE RECHERCHE MOBILISABLES DANS UNE DEMARCHE DE GESTION DE LA QUALITE DE RESSOURCES EN EAU CONTAMINEES PAR DES PESTICIDES

Ce chapitre présente les outils et méthodes développés dans le cadre de travaux de recherche et mobilisables pour la mise en œuvre d'une démarche de gestion de qualité de ressources en eau lorsque celles-ci sont affectées par des pollutions dues aux pesticides.

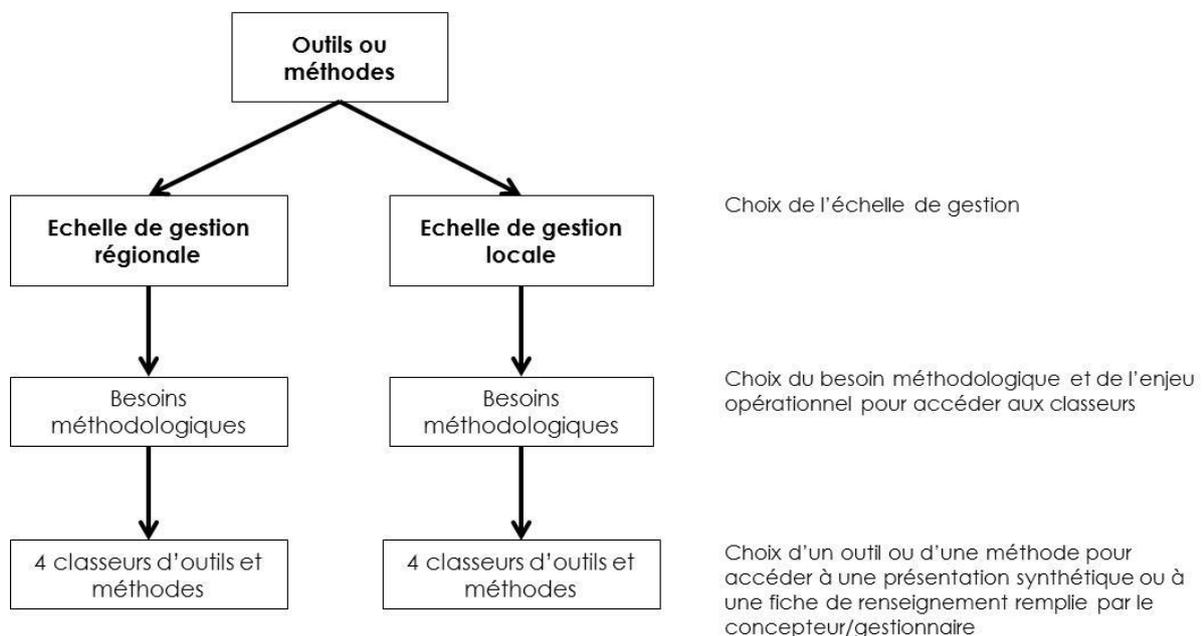
Dans un premier temps la procédure d'identification des outils et méthodes est présentée.

Par la suite un tableau synthétise les besoins méthodologiques des acteurs intervenant dans la gestion de la qualité de ressources en eau. Ces besoins ont été déduits des points de blocage qui ont été soulevés par des représentants de gestionnaires (cf. [partie 2.3.](#)). Ces éléments ont été recueillis au moyen d'entretiens individuels et lors d'un atelier de travail collectif qui s'est tenu le 15 décembre 2015.

La dernière section correspond aux résultats de la classification des outils et méthodes inventoriés d'après les critères choisis. Elle comporte les classeurs correspondant à chaque enjeu opérationnel ainsi que des synthèses des outils et méthodes disponibles.

4.1. Présentation de la procédure d'identification d'outils ou de méthodes

Elle est divisée en plusieurs étapes comme le schéma ci-dessous :



1. Choix de l'échelle de gestion

Le lecteur doit pour commencer se positionner sur l'une des deux échelles territoriale au choix, en fonction des missions réglementaires (cf. Tableau 6) ou des besoins méthodologiques de son intérêt. Pour cela le lecteur doit se rapporter aux tableaux 8 et 9 présentant les besoins méthodologiques déduits des enquêtes qui

ont été réalisées auprès des acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE, aux échelles de gestion régionale et locale. Ces besoins sont regroupés en fonction des visées gestionnaires et des objectifs de gestion.

2. Choix de l'enjeu opérationnel

Une fois que le lecteur a identifié un besoin méthodologique à l'échelle de gestion de son choix, celui-ci peut se rapporter au classeur des outils et méthodes ***en cliquant sur l'enjeu opérationnel correspondant ou en se rapportant directement au classeur.***

3. Choix d'un outil ou d'une méthode

Le tableau des outils et méthodes ainsi sélectionné le lecteur peut identifier un ou des outils et méthodes mobilisables pour répondre à son besoin méthodologique. Pour obtenir des informations il suffit de ***cliquer sur le nom de l'outil ou la méthode ou se référer à l'Annexe 1 où les outils sont classés par ordre alphabétique.*** Un descriptif résumé apparaît apportant des informations générales sur sa nature et son fonctionnement. Dans certains cas il est également possible d'accéder à un retour d'expérience élaboré à partir du témoignage d'un utilisateur.

4. Fiches de renseignement des outils et méthodes

Une fiche de renseignement apportant des informations détaillées peut finalement être consultée en se rapportant au document annexe dans lequel les fiches sont classées par ordre alphabétique.

Pour rappel, des liens hypertextes facilitent la navigation entre les tableaux des besoins méthodologiques, les tableaux des outils et méthodes et les descriptifs résumés.

4.2. Choix de l'échelle de gestion et d'un enjeu opérationnel

Les deux tableaux suivants présentent une synthèse des éléments recueillis durant les enquêtes réalisées auprès de représentants de gestionnaires de ressources en eau. Il s'agit plus d'une interprétation des auteurs des missions et besoins exprimés que d'un recensement exhaustif des besoins théoriques des acteurs.

Ces deux tableaux visent à aider le lecteur à se positionner sur l'une des deux échelles de gestion identifiées. Il peut par la suite cliquer sur un des quatre enjeux opérationnel pour obtenir la liste organisée des outils mobilisables à cette échelle et correspondant au même objectif de gestion.

Tableau 8 : Identification des enjeux opérationnels à partir des visées gestionnaires et besoins méthodologiques déduits des enquêtes réalisées auprès d'acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE à l'échelle territoriale régionale

Enjeux opérationnels :	Le diagnostic initial			Le choix des actions agronomiques et paysagères pour		Suivi et évaluation du programme		La mobilisation des acteurs	
	Caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages		Evaluer des risques de contamination et identifier des zones prioritaires	Réduire ou supprimer le recours aux pesticides	Limiter les transferts	Suivre et analyser les actions menées	Evaluer les effets	Faire dialoguer les acteurs pour arriver à une analyse partagée des enjeux	Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions
Objectifs de gestion :	Caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages		Evaluer des risques de contamination et identifier des zones prioritaires	Réduire ou supprimer le recours aux pesticides	Limiter les transferts	Suivre et analyser les actions menées	Evaluer les effets	Faire dialoguer les acteurs pour arriver à une analyse partagée des enjeux	Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions
Visées gestionnaires :	Concevoir les réseaux de surveillance de la contamination Caractériser l'état des masses d'eau	Caractériser la pression et la vulnérabilité du milieu	Evaluer le Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE) Identifier des zones prioritaires d'intervention	Formuler des orientations stratégiques Identifier des actions efficaces à moindre coût adaptées au contexte régional	Suivre l'avancement de la mise en œuvre des actions (et donc des financements dépensés) pour le rapportage à l'UE	Evaluer les effets des programmes sur la qualité de l'eau et des milieux aquatiques	Favoriser la mise en œuvre d'actions par les maîtres d'ouvrage		
Besoins méthodologiques :	Méthode pour établir les listes de substances à suivre Méthodes d'analyse des données des réseaux de surveillance Outils pour l'évaluation de l'état des masses d'eau	Outils et méthodes pour la caractérisation des usages agricoles	Outils et méthodes pour l'évaluation des risques de contamination		Outils de suivi des actions et des démarches mises en œuvre	Outils de suivi de l'évolution des caractéristiques des territoires Outils et méthodes d'évaluation des programmes		Méthode de conception d'instruments d'action publique (subventions, filières valorisantes, etc.)	

Tableau 9 : Identification des enjeux opérationnels à partir des visées gestionnaires et besoins méthodologiques déduits des enquêtes réalisées auprès d'acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE à l'échelle territoriale locale

Enjeux opérationnels :	Le diagnostic initial			Le choix des actions agronomiques et paysagères pour		Suivi et évaluation des actions		La mobilisation des acteurs		
	Caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages		Evaluer des risques de contamination et identifier des zones prioritaires	Réduire ou supprimer le recours aux pesticides	Limiter les transferts	Suivre et analyser les actions menées	Mesurer les effets	Faire dialoguer les acteurs pour arriver à une analyse partagée des enjeux	Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions	
Visées gestionnaires :	Caractériser les masses d'eau et leur bassin d'alimentation	Identifier et caractériser les pratiques des acteurs	Identifier les zones les plus contributrices et les plus vulnérables	Définir des actions à mettre en œuvre		Suivre l'avancement de la mise en œuvre des actions	Evaluer les effets des plans d'action sur la qualité de l'eau et des milieux aquatiques	Susciter l'intérêt des acteurs	Faire émerger des propositions Créer une dynamique territoriale	Soutenir des acteurs dans la mise en œuvre d'actions
Besoins méthodologiques :	Outils et méthodes pour la caractérisation de la vulnérabilité du milieu	Outils et méthodes pour la caractérisation des usages agricoles Outils et méthodes de diagnostic des liens sociotechniques entre les acteurs locaux	Outils et méthodes pour l'évaluation des risques de contamination Outils pour établir des liens entre usages et contamination	Outils et méthodes pour sélectionner et optimiser les actions à mettre en œuvre à l'échelle d'un bassin d'alimentation Outils et méthodes pour la conception et mise en œuvre de pratiques agronomiques et d'infrastructures paysagères	Outils de suivi des actions et des démarches mises en œuvre	Outils de suivi de l'évolution des caractéristiques du territoire Outils et méthodes d'évaluation des plans d'actions	Outils et méthodes d'animation	Outils et méthodes de médiation et concertation	Méthode de conception d'instrument d'action publique (subventions, filières valorisantes, etc.) Outils de formation	

4.3. Identification d'un outil ou d'une méthode

Dans cette partie sont regroupés les outils et méthodes, issus de travaux de recherche, mobilisables à l'échelle de gestion régionale et locale, selon les quatre enjeux opérationnels identifiés. En cliquant sur l'intitulé des outils le lecteur peut accéder aux descriptifs résumés.

4.3.1. Les outils et méthodes mobilisables à l'échelle de gestion régionale

Dans cette section sont classés uniquement les outils et méthodes mobilisable à l'échelle de gestion régionale.

4.3.1.1. Pour la réalisation du diagnostic initial :

Le tableau suivant présente la liste organisée des outils et méthodes mobilisables à l'échelle régionale pour la réalisation du diagnostic initial. Les outils et méthodes sont classés en fonction de l'objectif de gestion et de l'objet étudié. L'état d'opérationnalité est indiqué entre parenthèse.

Tableau 10 : Identification d'un outil ou une méthode mobilisable à l'échelle régionale pour réaliser le diagnostic initial

Enjeu opérationnel :	Le diagnostic initial	
Objectifs de gestion :	Caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages	Evaluer des risques de contamination et identifier des zones prioritaires
	<p>Evaluation de l'état des masses d'eau :</p> <p><u>HYPE</u> (5)</p> <p><u>Méthode statistique d'analyse des données issues des réseaux de surveillance des eaux de surface</u> (4)</p> <p>Evaluation de la vulnérabilité du milieu :</p> <p><u>ARPEGES</u> (4)</p> <p><u>IDPR</u> (4)</p> <p>Description de l'usage agricole d'un territoire :</p> <p><u>Méthode de construction de rotations-types en fonction des types de sol</u> (3)</p> <p><u>Méthode de reconstitution des séquences de cultures à partir du RPG</u> (4)</p> <p><u>RPG Explorer</u> (4)</p> <p><u>Teruti-Miner / CarrotAge</u> (2)</p> <p>Analyse des pratiques phytosanitaires :</p> <p><u>IFT (régional)</u> (4)</p> <p><u>Méthode de spatialisation de la BNV-d</u> (2)</p> <p><u>SIRIS-Pesticides</u> (6)</p> <p>Analyse du comportement des molécules :</p> <p><u>TyPol</u> (2)</p>	<p>Evaluation de risque de transfert par modélisation hydrologique :</p> <p><u>PeSTICS-MODCOU</u> (1)</p> <p><u>SWAT</u> (4)</p> <p>Evaluation de risque de contamination par approche combinatoire qualitative :</p> <p><u>ARPEGES</u> (4)</p>

Synthèse des outils et méthodes disponibles :

Il existe différents outils et méthodes pouvant potentiellement être utilisés pour la réalisation du diagnostic initial à l'échelle de gestion régionale.

Pour la caractérisation du milieu, de l'état des masses d'eau et des usages, les outils et méthodes se distinguent d'abord selon les objets caractérisés. Etant donné que le diagnostic doit intégrer différents aspects allant de la connaissance du milieu physique, du suivi de la qualité de l'eau et de la prise en compte des pratiques agricoles dans l'évaluation des pressions, différentes approches ont été développées. Néanmoins peu d'entre elles vont jusqu'à l'évaluation de la pression, elles doivent donc être combinées pour réaliser un diagnostic initial pertinent.

- **Les outils d'évaluation de l'état des masses d'eau.** Une exploitation des bases de données nationales de surveillance de la qualité de l'eau peut être réalisée à partir de méthodes statistiques, lesquelles permettent de repérer les évolutions tendanciennes de pollution. Une méthode d'analyse a été conçue pour exploiter les données issues des réseaux de surveillance des eaux de surface. Elle peut être appliquée à l'échelle de grandes régions disposant de nombreuses chroniques. L'outil HYPE permet de traiter des données de qualité de l'eau d'une ou plusieurs masses d'eau souterraine. Les résultats de ces méthodes sont mis à disposition des gestionnaires de ressources en eau.
- **Les outils d'évaluation de la vulnérabilité du milieu.** La vulnérabilité intrinsèque d'un territoire aux pollutions diffuses peut être estimée à travers deux méthodes. La résolution des résultats fournis est le bassin versant. L'IDPR évalue l'importance de l'infiltration relative à celle du ruissellement sur un territoire. ARPEGES intègre cette même information à des données relatives à d'autres types de transferts (dérive, drainage, etc.). Les résultats de ces deux méthodes ont été exploités par les gestionnaires de ressources en eau.
- **Les méthodes de description de l'usage agricole d'un territoire.** Toutes les méthodes disponibles à cette échelle de gestion s'intéressent aux séquences de cultures d'un territoire. Les bases de données qui sont exploitées sont nationales : RPG (méthode de construction de rotations-types en fonction des types de sol, méthode de reconstitution des séquences de cultures et RPG Explorer) et Teruti-Lucas (les logiciels Teruti Miner et CarrotAge). L'outil RPG Explorer repose sur le même formalisme que la méthode de reconstitution des séquences de culture. C'est le type d'interface qui est différente. Ces outils ne sont pas encore tous mobilisés par des acteurs intervenants dans la mise en œuvre de la DCE (EO>3).
- **Les outils d'analyse des pratiques phytosanitaires.** Ils permettent d'analyser les possibles conséquences environnementales de l'activité agricole ou des types de culture à partir d'informations concernant l'utilisation de produits phytosanitaires. Ils mobilisent des bases de données nationales et s'appuient sur des jeux de données collectées localement. Appliqués à l'échelle d'un territoire des comparaisons entre systèmes de culture peuvent être réalisées. Cette analyse est basée sur les pratiques phytosanitaires (c'est le cas de l'IFT), les quantités de produits vendues (méthode de spatialisation de la BNV-d) et des quantités appliquées (SIRIS-Pesticides). Globalement ces outils et méthodes sont utilisés par les acteurs intervenant dans la gestion de qualité de l'eau. A titre d'exemples l'outil SIRIS-Pesticides a été mobilisé pour établir les listes de substances à rechercher des réseaux de surveillance. Un IFT de référence définis à l'échelle régionale et par système de production a été calculé par le réseau DEPHY du programme Ecophyto.
- **Outil d'analyse du comportement des molécules.** Un outil, TyPol, permet de réaliser des études sur le comportement probable des molécules utilisées sur un territoire à partir de leurs caractéristiques physico-chimiques. Il n'a cependant pas encore été diffusé.

Pour évaluer des risques et identifier des zones prioritaires peu d'outils sont identifiés. Ils se distinguent par les approches scientifiques utilisées et les processus décrits et les échelles considérées.

Deux modèles peuvent aussi être utilisés pour évaluer les risques de contamination à l'échelle d'un grand territoire. PeSTICS-MODCOU et SWAT décrivent tous deux des processus relatifs aux systèmes de culture. Ils peuvent simuler des chroniques de contamination à l'échelle de l'évènement, de la saison culturale ou de plusieurs années successives et être ainsi confrontés à des observations. SWAT a été conçu pour simuler les transferts et évaluer de manière spatialisée l'effet des usages agricoles. La résolution de ces outils est à *minima* celle du bassin d'alimentation de la masse d'eau. Seul SWAT a déjà été mobilisé dans des démarches de gestion de l'eau. PeSTICS-MODCOU est encore en cours de développement.

Un outil mobilisant une approche combinatoire qualitative est également disponible pour évaluer des risques de transfert. ARPEGES vise à identifier des zones prioritaires d'action à l'échelle d'un bassin hydrographique en croisant des données sur le milieu et les usages de pesticides. Il a été mobilisé pour évaluer le Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.

La méthode ARPEGES, le modèle SWAT, la méthode de spatialisation de la BNV-d, la méthode de reconstitution des séquences de cultures, RPG Explorer et l'IDPR ont la particularité de présenter des résultats spatialisés. Elles peuvent donc être utiles pour discriminer des territoires.

4.3.1.2. Pour faciliter le choix des actions à mettre en œuvre :

Le tableau suivant présente la liste organisée des outils et méthodes mobilisables à l'échelle régionale pour faciliter le choix des actions. Les outils et méthodes sont classés en fonction de l'objectif de gestion et de l'objet étudié. L'état d'opérationnalité est indiqué entre parenthèse.

Tableau 11 : Identification d'un outil ou une méthode mobilisable à l'échelle régionale pour faciliter le choix des actions

Enjeu opérationnel :	Le choix des actions agronomiques et paysagères pour	
Objectifs de gestion :	Réduire ou supprimer le recours aux pesticides	Limiter les transferts
	<p>Evaluation des performances agronomiques, environnementales et économiques de systèmes de culture :</p> <p><u>PERSYST</u> (1)</p>	<p>Identification et/ou évaluation de scénarios agronomiques et paysagers spatialisés en fonction du risque de transfert vers la masse d'eau :</p> <p><u>PeSTICS-MODCOU</u> (1)</p> <p><u>SWAT</u> (4)</p>

Synthèse des outils et méthodes disponibles :

Il existe peu d'outils pouvant potentiellement aider à concevoir ou choisir des actions agronomiques et paysagères à l'échelle de gestion régionale.

Pour limiter ou supprimer l'utilisation de pesticides un seul outil d'évaluation multicritères a été identifié pour aider à concevoir des systèmes de culture à bas niveau d'intrants. L'outil PERSYST évalue le rendement ainsi que les performances économiques et environnemental de systèmes de culture à partir du croisement d'effets observés sur le terrain et d'options techniques. Il n'est cependant pas encore opérationnel.

Pour l'identification d'actions pour limiter les transferts des approches de modélisation peuvent être mobilisées. A partir des connaissances des processus de transfert et de leur impact sur la qualité de l'eau, des outils sont conçus pour réaliser une évaluation des risques de contamination. Cette évaluation sert ensuite à orienter les propositions d'actions à mettre en œuvre. Des outils de modélisation ont ainsi été développés pour l'évaluation de scénarios de gestion de territoire. Un premier a été conçu à partir d'un chaînage entre le modèle agronomique PeSTICS et le modèle hydrologique MODCOU. Le modèle SWAT pourrait aussi potentiellement être utilisé à ces fins. Il n'existe cependant pas encore d'expériences probantes à cette échelle d'utilisation de modèles pour faciliter le choix d'actions à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de ressources en eau contaminées par les pesticides.

4.3.1.3. Pour faciliter le suivi et l'évaluation du programme :

Le tableau suivant présente la liste organisée des outils et méthodes mobilisables à l'échelle régionale pour faciliter le suivi et l'évaluation des actions. Les outils et méthodes sont classés en fonction de l'objectif de gestion et de l'objet étudié. L'état d'opérationnalité est indiqué entre parenthèse.

Tableau 12 : Identification d'un outil ou une méthode mobilisable à l'échelle régionale pour le suivi et l'évaluation des actions

Enjeu opérationnel :	Suivi et évaluation du programme	
Objectifs de gestion :	Suivre et analyser les actions menées	Evaluer les effets
		<p>Suivi de la qualité des masses d'eau :</p> <p><u>HYPE</u> (5)</p> <p><u>Méthode statistique d'analyse des données issues des réseaux de surveillance des eaux de surface</u> (4)</p> <p>Suivi de l'usage agricole du territoire :</p> <p><u>Méthode de reconstitution des séquences de cultures à partir du RPG</u> (4)</p> <p><u>RPG Explorer</u> (4)</p> <p><u>Teruti-Miner / CarrotAge</u> (2)</p> <p>Suivi des pratiques phytosanitaires :</p> <p><u>IFT (régional)</u> (4)</p> <p><u>Méthode de spatialisation de la BNV-d</u> (2)</p> <p>Evaluation des effets spécifiques :</p> <p><u>Méthode économétrique d'évaluation des effets propres MAE-phyto</u> (2)</p>

Synthèse des outils et méthodes disponibles :

Autant il existe plusieurs outils pour l'évaluation des effets des programmes d'actions mis en œuvre à l'échelle régionale, autant aucun outil issu de la recherche n'a été identifié pour suivre et analyser les actions menées à cette échelle de gestion.

Pour évaluer les effets de programmes d'actions, on peut distinguer deux grands types d'outils : ceux s'appuyant sur les observations de la qualité de l'eau et ceux analysant l'évolution des usages agricoles de produits phytosanitaires. Dans ce dernier cas, on peut distinguer les applications aux échelles régionales (évaluation de valeurs d'usage de référence par exemple) ou de territoires autres. Certains de ces outils ont été utilisés pour évaluer les effets propres de MAE.

- **Deux méthodes de suivi de la qualité de masses d'eau.** Elles permettent d'analyser l'évolution dans le temps de la qualité de l'eau, respectivement, d'un ensemble de masses d'eau de surface (méthode statistique d'analyse des données issues des réseaux de surveillance des eaux de surface) ou d'une masse d'eau souterraine (HYPE), à partir des mesures réalisées dans le cadre des réseaux de surveillance et de suivi. Les résultats peuvent donc être mis à jour à partir de nouvelles données de mesures de la qualité des eaux. Ces méthodes ont été mobilisées par les Agences de l'Eau.
- **Des outils de suivi de l'usage agricole d'un territoire.** Ils sont soit basés sur le RPG (Registre Parcellaire Graphique) : la méthode de reconstitution des séquences de cultures à partir du RPG et RPG Explorer, soit basés sur l'enquête Teruti/Teruti-Lucas du Ministère de l'Agriculture qui recense annuellement les occupations du sol et/ou les successions de cultures à partir d'une série fixe de

points à l'échelle du territoire national : les logiciels Teruti-Miner et CarrotAge. L'évolution des cultures peut être comparée à la mise en place de politiques publiques. La mobilisation de ces outils est cependant dépendante de l'accès aux bases de données nationales. Les règles de confidentialité qui ont été définies pourraient donc contraindre leur utilisation, comme c'est le cas pour le RPG.

- **Des outils de suivi des pratiques phytosanitaires.** L'évaluation environnementale des pratiques phytosanitaires peut être basée sur les quantités utilisées (c'est le cas de l'IFT) ou les quantités de produits vendues (méthode de spatialisation de la BNV-d). Ces deux outils sont mobilisés pour suivre les évolutions. Dans le cas de l'IFT, le réseau DEPHY procède à un calcul régional par filière qui doit servir de référence. Ce même réseau fournit les résultats d'autres indicateurs, comme le nombre de doses unités de pesticides (NODU) calculé à partir des données de ventes des distributeurs de produits phytopharmaceutiques (BNV-d).
- **Des outils d'évaluation des effets propres.** Une méthode économétrique a été utilisée pour évaluer les effets propres des MAE à l'échelle régionale sur l'utilisation des pesticides. L'IFT a été choisi pour mesurer les changements. La méthode a notamment été utilisée pour réaliser une évaluation *ex-post* de la contractualisation des MAET entre 2007 et 2012 sur toute la France pour la mesure réduction des herbicides.

4.3.1.4. Pour appuyer la mobilisation des acteurs :

Le tableau suivant présente la liste organisée des outils et méthodes mobilisables à l'échelle régionale pour appuyer la mobilisation des acteurs. Les outils et méthodes sont classés en fonction de l'objectif de gestion et de l'objet étudié. L'état d'opérationnalité est indiqué entre parenthèse.

Tableau 13 : Indentification d'un outil ou une méthode mobilisable à l'échelle régionale pour appuyer la mobilisation des acteurs

Enjeu opérationnel :	La mobilisation des acteurs	
Objectifs de gestion :	Faire dialoguer les acteurs pour arriver à une analyse partagée des enjeux	Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions
		Analyse des préférences des agriculteurs vis-à-vis de contrats agro-environnementaux : <u>Méthode de modélisation de choix (2)</u>

Synthèse des outils et méthodes disponibles :

Pour favoriser le dialogue entre les acteurs intervenant à une échelle de gestion régionale aucun outil n'a été identifié.

Pour engager les acteurs dans la mise en œuvre d'actions l'application de la méthode de modélisation de choix est possible. La méthode permet de comprendre les préférences des viticulteurs d'une région vis-à-vis de différentes formules de contrats agro-environnementaux et aide à construire une offre de contrats plus flexible et adaptée aux perceptions des agriculteurs. A noter que d'autres études sont en cours autour de la conception de dispositifs incitatifs mobilisant des instruments d'action publique volontaires ou informationnels. Un travail de recensement d'expériences innovantes a été réalisé par une équipe de chercheur du laboratoire LAMETA de l'INRA.

4.3.2. Les outils et méthodes mobilisables à l'échelle de gestion locale

Dans cette section sont classés uniquement les outils et méthodes mobilisables à l'échelle de gestion locale.

4.3.2.1. Pour réaliser le diagnostic initial :

Le tableau suivant présente la liste organisée des outils et méthodes mobilisables à l'échelle locale pour réaliser le diagnostic initial. Les outils et méthodes sont classés en fonction de l'objectif de gestion et de l'objet étudié. L'état d'opérationnalité est indiqué entre parenthèse.

Tableau 14 : Identification d'un outil ou une méthode mobilisable à l'échelle locale pour réaliser le diagnostic initial

Enjeu opérationnel :	Le diagnostic initial	
Objectifs de gestion :	Caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages	Evaluer des risques et identifier des zones prioritaires
	<p>Analyse de l'état des masses d'eau : <u>HYPE</u> (5)</p> <p>Evaluation de la vulnérabilité du milieu : <u>BV Service</u> (1) <u>Délimitation et cartographie de la vulnérabilité des AAC d'eau de surface</u> (5), <u>d'eau souterraine</u> (6) et <u>mixtes</u> (3) <u>IDPR</u> (4) <u>Méthode du diagnostic parcellaire du risque de contamination des eaux superficielles par les produits phytosanitaires (DPR)</u> (6)</p> <p>Description de l'usage agricole d'un territoire : <u>Co-Click'eau</u> (5) <u>IDEA</u> (6) <u>Méthode de construction de rotations-types en fonction des types de sol</u> (3) <u>Méthode de diagnostic agraire</u> (3) <u>Méthode de formalisation de types de pratiques des agriculteurs</u> (2) <u>Méthode de reconstitution des séquences de cultures à partir du RPG</u> (4) <u>Méthode de spatialisation de séquences à partir de facteurs déterminants</u> (2) <u>RPG Explorer</u> (4)</p> <p>Analyse des pratiques phytosanitaires : <u>IFT</u> (6) <u>Méthode d'évaluation des pratiques phytosanitaires à partir des carnets de plaine</u> (2) <u>Méthode de spatialisation de la BNV-d</u> (2)</p>	<p>Evaluation de risques de transfert par modélisation à l'échelle parcellaire : <u>MACRO</u> (2) <u>PASTIS</u> (2) <u>PEARL</u> (2) <u>PESTDRAIN</u> (1) <u>PeSTICS</u> (2) <u>STICS-MACRO</u> (1) <u>WATFAR</u> (2)</p> <p>Evaluation de risques de transfert par modélisation à l'échelle du bassin versant ou de la masse d'eau : <u>MACRO - MARTHE</u> (2) <u>MARTHE</u> (2) <u>Méthode d'évaluation du potentiel de contamination des eaux de surface</u> (1) <u>MHYDAS-pesticides</u> (3) <u>Outil de modélisation du transport de pesticides basé sur OpenLISEM</u> (1) <u>SACADEAU</u> (3) <u>SWAT</u> (4)</p> <p>Evaluation de risques de transfert par approche combinatoire à l'échelle de l'exploitation : <u>Diagnostic Agri-Environnemental Géographique</u> (6) <u>INDIGO</u> (6) <u>I-Phy</u> (6)</p> <p>Evaluation de risques de transfert par</p>

<p><u>SIRIS-Pesticides</u> (6)</p> <p>Analyse du comportement des molécules :</p> <p><u>TyPol</u> (2)</p> <p>Evaluation du pouvoir tampon d'infrastructures paysagères :</p> <p><u>Méthode de diagnostic de l'état des zones tampons rivulaires et mise en place à l'échelle du bassin versant</u> (6)</p> <p><u>Méthode de diagnostic et recommandations de gestion des réseaux de fossés agricoles infiltrants</u> (2)</p> <p>Caractérisation des positionnements et comportements des acteurs :</p> <p><u>METE'EAU</u> (6)</p> <p><u>Méthode d'analyse des réseaux de pairs</u> (3)</p> <p><u>Méthode d'analyse agro-anthropologique des pratiques phytosanitaires</u> (3)</p> <p><u>Outils d'analyse territorialisée des parcelles des exploitations agricoles concernées par une AAC</u> (4)</p>	<p>approche combinatoire à l'échelle du bassin versant ou de la masse d'eau :</p> <p><u>Diagnostic Territorial des Pressions et Emissions Agricoles</u> (3)</p> <p><u>Entrepôt de données spatiales pour l'aide à la décision</u> (3)</p> <p><u>Indicateur de risque potentiel de transfert de pesticides vers les eaux superficielles (RPTL)</u> (3)</p> <p><u>Méthode de diagnostic « Territ'eau »</u> (5)</p> <p><u>Méthode multicritère d'aide à la décision (ELECTRE Tri)</u> (3)</p> <p><u>PHYTOPIXAL</u> (3)</p>
--	--

Synthèse des outils et méthodes disponibles :

Il existe un grand nombre d'outils et de méthodes pouvant potentiellement être utilisés pour la réalisation du diagnostic initial à l'échelle locale. On notera qu'un certain nombre d'outils qui sont cités dans le tableau relatif aux outils aidant au choix d'actions (Tableau 16) intègrent aussi des fonctionnalités de diagnostic. Ils ne sont cités ici que si leurs fonctionnalités de diagnostic sont spécifiques et utilisables en tant que tel.

Pour la caractérisation du milieu, de l'état des masses d'eau et des usages, les outils et méthodes se distinguent d'abord selon les objets caractérisés. Etant donné que le diagnostic doit intégrer différents aspects allant de la connaissance du milieu physique, du suivi de la qualité de l'eau et de la prise en compte des pratiques agricoles dans l'évaluation des pressions, différentes approches ont été développées. Néanmoins peu d'entre elles vont jusqu'à l'évaluation de la pression, elles doivent donc être combinées pour réaliser un diagnostic initial pertinent.

- **Outil d'évaluation de l'état des masses d'eau.** HYPE permet de traiter des données de qualité de l'eau d'une ou plusieurs masses d'eau souterraine pour suivre des chroniques et repérer des évolutions tendanciennes. Cet outil est actuellement utilisé par des gestionnaires de ressources en eau. Il est important de noter que les données de qualité des masses d'eau de surface sont moins nombreuses, ce qui rend difficile la réalisation de chroniques.
- **Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité du milieu.** Ces méthodes évaluent la nature et l'importance des principales voies d'alimentation des masses d'eau pour en déduire une vulnérabilité à des contaminations.
 - ↪ Des méthodes permettent de délimiter les Aires d'Alimentation de Captages (AAC) et d'établir des cartes de vulnérabilité. Plusieurs critères liés aux propriétés des milieux sont mobilisés. Elles ont largement été diffusées et font l'objet de guides méthodologiques. Le choix de l'une de ces trois méthodes se réalise en fonction du type de transferts observés sur le territoire : guide des AAC d'eaux souterraines lorsque les infiltrations prédominent, guide des AAC d'eaux de surface lorsque le ruissellement prédomine et guides des AAC mixtes lorsque les deux phénomènes coexistent. L'utilisation de ces méthodes est cependant tributaire des données disponibles et de leur niveau de précision.
 - ↪ L'IDPR détermine la nature des transferts hydrologiques à l'échelle d'un territoire. La couche géographique obtenue par la méthode de l'IDPR est disponible et a été mobilisée par des

gestionnaires de ressources en eau. La différence entre ces deux outils réside dans l'échelle d'utilisation, plutôt des grands territoires pour l'IDPR et des petits bassins versants (< 10 km²) pour BV Service. Ce dernier est en cours de développement.

↗ La méthode du diagnostic parcellaire du risque de contamination des eaux superficielles par les produits phytosanitaires (DPR) et BV Service mobilisent des données liées aux caractéristiques des parcelles pour évaluer un risque de transfert. La méthode DPR est utilisée en Chambres d'Agriculture à l'échelle des exploitations alors que BV Service est en cours de développement.

- **Les méthodes de description de l'usage agricole d'un territoire.** Elles permettent de décrire les activités agricoles et d'obtenir indirectement des informations sur les usages phytosanitaires. Certaines d'entre elles proposent la construction d'une typologie, qui peut être spatialisée. Ces méthodes sont appliquées en préalable à l'évaluation des pratiques phytosanitaires proprement dite. Elles se différencient en fonction des objets étudiés :

↗ La méthode du diagnostic agricole vise à décrire les types de systèmes de production d'un territoire en fonction d'indicateurs agronomiques et économiques.

↗ La démarche Co-click'eau vise dans un premier temps à décrire l'ensemble des itinéraires culturaux (cultures, milieu et modes de production) du territoire et qualifier leurs performances à travers des ateliers participatifs.

↗ La méthode de formalisation de types de pratiques des agriculteurs vise à décrire les exploitations en fonction des pratiques agricoles en lien avec une problématique environnementale.

↗ La méthode IDEA qui permet de décrire et qualifier les exploitations agricoles en fonction d'indicateurs agronomiques, économiques et sociaux.

↗ Les méthodes de construction de rotations-types en fonction des types de sol, de reconstitution des séquences de cultures à partir du RPG, de spatialisation de séquences à partir de facteurs déterminants et l'outil RPG Explorer étudient l'évolution spatiale des cultures à l'échelle des parcelles.

L'état d'opérationnalité de ces outils indique que la plupart ont été utilisés dans des situations pratiques (EO>3) mais presque uniquement par des experts scientifiques.

- **Les outils d'analyse des pratiques phytosanitaires.** Ils permettent d'analyser les possibles conséquences environnementales de l'activité agricole ou des types de culture à partir d'informations concernant l'utilisation de produits phytosanitaires. Lorsque cette analyse est réalisée à l'échelle d'un territoire des comparaisons entre systèmes de culture ou types d'exploitations peuvent être obtenues. On distingue ainsi :

↗ Les outils qui mobilisent les quantités appliquées, comme l'IFT, la méthode d'évaluation des pratiques phytosanitaires à partir des carnets de plaine et SIRIS-Pesticides.

↗ Les outils qui mobilisent les quantités de produits phytosanitaires vendues comme la méthode de spatialisation de la BNV-d.

Globalement ces outils et méthodes sont utilisés par les acteurs intervenant dans la gestion de qualité de l'eau pour diagnostiquer et parfois aussi pour communiquer avec les agriculteurs.

- **Outil d'analyse du comportement des molécules.** Un outil, TyPol, permet de réaliser des études sur le comportement probable des molécules utilisées sur un territoire à partir de leurs caractéristiques physico-chimiques. Il n'a cependant pas encore été diffusé.
- **Les méthodes d'évaluation du pouvoir tampon d'infrastructures paysagères.** Elles visent à caractériser la capacité tampon initiale d'infrastructures paysagères présentes dans un milieu, telles que les bandes enherbées, les zones tampons rivulaires et les fossés, à l'échelle des bassins versants et les pratiques de gestion dédiées. L'utilisation de ces méthodes requiert une certaine expertise et des données provenant d'observations de terrain. La méthode de diagnostic de l'état des zones rivulaires est déjà utilisée par des acteurs de la gestion de la qualité de l'eau.
- **Les outils et méthodes de caractérisation des positionnements et comportements des acteurs.** Ils visent à mieux comprendre les perceptions et prises de décisions d'acteurs d'un territoire. METE'EAU vise à recueillir les points de vues de l'ensemble des acteurs d'un territoire face à une problématique. La méthode d'analyse des réseaux de pairs et la méthode d'analyse agro-anthropologique des pratiques phytosanitaires s'intéressent spécifiquement aux agriculteurs ou à leur réseau d'influence. Les outils d'analyse territorialisée des parcellaires des exploitations agricoles concernées par une AAC

visent à déterminer le degré d'implication des exploitations du point de vue de son implantation géographique.

METE'EAU et les outils d'analyse territorialisée des parcelles des exploitations sont en cours de transfert. En revanche les autres méthodes de cette catégorie n'ont pas encore été diffusées auprès des acteurs de terrain.

A noter qu'aucun outil n'a été identifié pour établir un diagnostic en lien avec les bioagresseurs.

Pour évaluer des risques et identifier des zones prioritaires plusieurs outils sont identifiés. Ils se distinguent par les approches scientifiques utilisées et les processus décrits et les échelles considérées.

- **Les outils d'évaluation des risques de transfert de pesticides par modélisation.** Des outils de modélisation permettent de simuler des processus dynamiques afin de caractériser les contaminations dans le temps et l'espace. MACRO (également mobilisé dans la méthode d'évaluation du potentiel de contamination des eaux de surface), PEARL, WATSFAR et PESTDRAIN prennent pas ou peu en compte l'impact des pratiques culturales sur les transferts dans le sol. A l'inverse le chaînage STICS-MACRO ou les modèles PASTIS et PeSTICS décrivent certains des processus relatifs aux impacts des systèmes de culture à l'échelle de la parcelle. Ils peuvent donc être mobilisés pour évaluer plus aisément l'effet des pratiques agricoles sur le risque de la contamination des eaux.

A l'échelle des bassins versants, des modèles comme MACRO-MARTHE, MHYDAS-pesticides, SACADEAU et SWAT ont été conçus pour simuler les transferts et évaluer de manière spatialisée l'effet des usages agricoles. Ils peuvent simuler des chroniques de contamination à l'échelle de l'évènement, de la saison culturale ou de plusieurs années successives et être ainsi confrontés à des observations. Les modèles MARTHE et OpenLISEM sont des modèles hydro(géo)logiques où la représentation spatiale des parcelles et pratiques agricoles n'est pas prise en charge. SWAT est le modèle le plus mobilisé au niveau international. L'état d'opérationnalité qui lui a été attribué prend en compte cette situation car en effet il n'existe pas d'exemples avérés de son utilisation en France dans une démarche de gestion de la qualité de l'eau.

Un point commun pour l'ensemble de ces outils reste que même si la plupart d'entre eux ont été validés expérimentalement, la fiabilité des résultats ne peut être entièrement assurée par les concepteurs. Cette fiabilité est en effet très dépendante de la difficulté de calibrer ces modèles dans des situations moins bien connues et maîtrisées. L'utilisation de modèles, en dehors d'un environnement contrôlé, dépend donc fortement de la disponibilité des données nécessaires à son fonctionnement mais aussi à son paramétrage. Leur diffusion et leur généralisation semble donc être limitée par ces éléments.

- **Les outils d'évaluation des risques de transfert de pesticides par des approches combinatoires.** Des outils mobilisant des approches combinatoires sont également disponibles pour évaluer des risques de transfert. Elles visent à identifier des zones prioritaires d'action à l'échelle d'une exploitation agricole (INDIGO incluant l'indicateur I-Phy, Diagnostic Agri-Environnemental Géographique) ou d'un bassin versant (Diagnostic Territ'eau, PHYTOPIXAL, méthode multicritère d'aide à la décision et RPTL). Les critères mobilisés dans ces méthodes sont généralement liés au climat, à la pédologie, la topographie et aux quantités de pesticides utilisées. Mais contrairement aux modèles ces approches prennent en compte les caractéristiques physiques locales (hydrologie, pédologie) de façon simplifiée.

Un guide apporte des recommandations à l'attention des opérateurs de terrain pour réaliser un diagnostic territorial des pressions et émissions agricoles (DTPEA). La démarche proposée mobilise ainsi les outils cités ci-dessus. Elle est en cours de mise en œuvre opérationnelle sur plusieurs territoires pilotes.

Finalement, les entrepôts de données sont des outils permettant de combiner des informations relatives aux milieux et aux usages. Ils ont été mobilisés par des chercheurs pour évaluer des risques de contaminations.

Tous ces outils ont déjà été utilisés dans le cadre de démarches de gestion de la qualité de l'eau (EO>3).

4.3.2.2. Pour faciliter le choix des actions à mettre en œuvre :

Le tableau suivant présente la liste organisée des outils et méthodes mobilisables à l'échelle locale pour faciliter le choix des actions. Les outils et méthodes sont classés en fonction de l'objectif de gestion et de l'objet étudié. L'état d'opérationnalité est indiqué entre parenthèse.

Tableau 15 : Identification d'un outil ou une méthode mobilisable à l'échelle locale pour faciliter le choix des actions

Enjeu opérationnel :	Le choix des actions agronomiques et paysagères pour	
Objectifs de gestion :	Réduire ou supprimer le recours aux pesticides	Limiter les transferts
	<p>Evaluation des performances agronomiques, environnementales, économiques et/ou sociales de pratiques agricoles ou de systèmes de culture :</p> <p><u>Co-Click'Eau</u> (5) <u>DECID'Herb</u> (2) <u>DEXiPM</u> (2) <u>EToPhy</u> (3) <u>FlorSys</u> (3) <u>IPSiM</u> (1) <u>MASC</u> (4) <u>OdERA-Systèmes</u> (4) <u>PERSYST</u> (1)</p> <p>Conception de systèmes de culture à bas intrants :</p> <p><u>Méthodes de co-conception de SDC entre agriculteurs</u> (3) <u>Méthode STEPHY</u> (6)</p> <p>Gestion tactique de la protection phytosanitaire :</p> <p><u>POD Mildium</u> (3)</p>	<p>Evaluation de systèmes de culture et/ou de pratiques en fonction du risque de transfert à la parcelle :</p> <p><u>PASTIS</u> (2) <u>PeSTICS</u> (2) <u>STICS - MACRO</u> (2) <u>Outil d'évaluation de la contamination locale des eaux de surface par les pesticides par voie gazeuse (Volt'Air - FIDES)</u> (2)</p> <p>Identification et/ou évaluation de scénarios agronomiques et paysagers spatialisés en fonction du risque de transfert vers la masse d'eau :</p> <p><u>Méthode de modélisation intégrée de trajectoires agricoles (IMAS)</u> (3) <u>Outil d'évaluation de stratégies de désherbage en viticulture (MHYDAS - DHIVINE)</u> (3) <u>Méthode d'évaluation du potentiel de contamination des eaux de surface</u> (1) <u>SACADEAU</u> (3)</p> <p>Implantation et aménagement d'infrastructures paysagères :</p> <p><u>BV Service</u> (1) <u>Méthode de diagnostic et recommandations de gestion des réseaux de fossés agricoles infiltrants</u> (2) <u>Méthode de diagnostic de l'état des zones tampons rivulaires et mise en place à l'échelle du bassin versant</u> (6) <u>Outil d'aménagement de Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA)</u> (3) <u>Outil d'implantation de Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA)</u> (3) <u>Outil de dimensionnement des bandes tampons végétalisées</u> (3)</p>

Synthèse des outils et méthodes disponibles :

Il existe un grand nombre d'outils pouvant potentiellement aider à concevoir ou choisir des actions agronomiques et paysagères.

Pour réduire ou supprimer l'utilisation de pesticides la majorité des outils et méthodes développés et répertoriés s'inscrivent dans une démarche d'identification et de conception de nouveaux systèmes de culture. Ils s'adressent selon le cas aux agriculteurs, aux collectifs d'agriculteurs, aux conseillers agricoles, aux agronomes et aux animateurs territoriaux. Ils peuvent être classés en 3 catégories :

- **Les outils d'évaluation multicritères de pratiques agricoles et/ou de systèmes de culture.** Ils permettent de comparer différentes pratiques ou systèmes de culture et d'identifier ceux à faible utilisation de pesticides et/ou au moindre impact environnemental. Ces outils se différencient entre eux selon la nature et le format des critères considérés, les types de systèmes de culture qu'ils prennent en compte et leur mode de mise en œuvre. Deux sous-groupes d'outils se distinguent selon que l'évaluation est limitée à certaines performances du système de culture ou cherche à appréhender de manière plus systémique l'ensemble des performances de systèmes de culture. Ainsi, les évaluations peuvent se limiter à un seul type de performance, agronomique ou environnementale. Ils ont vocation à être utilisés en complémentarité d'autres outils d'évaluation de performances. Il s'agit de :
 - ✦ FlorSys et OdERA Systèmes qui évaluent les pratiques culturales selon les risques de développement d'adventices ;
 - ✦ d'IPSIM qui vise à évaluer l'impact des pratiques culturales sur le développement de bioagresseurs majeurs du blé, et ;
 - ✦ d'EToPhy qui évalue les risques d'impact environnemental et sur la santé de l'applicateur et du voisinage des produits phytosanitaires.

Le second sous-groupe d'outils développe une évaluation plus exhaustive des performances des systèmes de culture à l'échelle de l'exploitation agricole :

- ✦ Co-Click'Eau permet d'évaluer différentes combinaisons d'assolements et de modes de conduites en fonction d'indicateurs de performance (environnementaux, agronomiques, économiques) choisis par les acteurs du territoire.
- ✦ Les outils DEXiPM et MASC intègrent dans l'évaluation des systèmes de culture ou de production les dimensions agronomiques, environnementales, économiques et sociales.
- ✦ DECID'Herb évalue des programmes de désherbage selon des critères agronomiques, environnementaux et économiques.
- ✦ L'outil PERSYST évalue le rendement ainsi que les performances économiques et environnemental de systèmes de culture à partir du croisement d'effets observés sur le terrain d'options techniques.

Les outils MASC, DEXiPM, IPSIM et PERSYST ont été construits à partir du logiciel DEXi (Bohanec, 2015). Ce logiciel est utilisé pour créer des modèles d'évaluation s'appuyant sur un processus d'agrégation spécifique permettant de synthétiser progressivement l'information des critères basiques jusqu'à un critère agrégé unique.

L'état d'opérationnalité indique que la plupart de ces outils sont encore en cours de mise en situation.

- **Les outils de conception de systèmes de culture à bas niveau d'intrants.** Ils visent à concevoir conjointement avec un ensemble d'acteurs de terrain, agriculteurs en particulier, des systèmes de culture économes en pesticides adaptés aux objectifs et conditions spécifiques d'un territoire et de ses acteurs. Deux méthodes sont actuellement répertoriées dans cette catégorie. Il s'agit de la méthode STEPHY et la méthode de co-conception de SDC. Elles ont pour intérêts majeurs de concevoir des systèmes de culture réalistes et appropriables par les acteurs locaux. Elles sont déjà utilisées dans des démarches de gestion (EO≥3). Bien évidemment, certains outils d'évaluation multicritères cités ci-dessus peuvent également servir à la conception participative, comme par exemple l'outil MASC.
- **Les outils d'aide à la gestion tactique de la protection phytosanitaire.** Ils ont pour objectif de limiter l'usage de produits phytosanitaires dans le cadre d'un système de culture donné en aidant l'agriculteur à décider de l'opportunité d'application en fonction du risque phytosanitaire. L'outil cité, POD Mildium, concerne le raisonnement des traitements anti-mildiou et oïdium en culture de vigne. Il est en phase de test en situation de gestion (EO=3).

Pour l'identification d'actions pour limiter les transferts diverses approches sont également développées. A partir des connaissances des processus de transfert et de leur impact sur la qualité de l'eau, de nombreux outils sont conçus pour réaliser une évaluation des risques de contamination. Cette évaluation sert ensuite à orienter les propositions d'actions à mettre en œuvre. Ils se différencient selon les approches scientifiques suivies, les types de transfert étudiés et les échelles géographiques considérées. Afin d'aider à la formulation de recommandations, les outils considèrent souvent un seul type de levier, agronomique ou paysager, mais certains d'entre eux prennent en compte les deux aspects.

- **Les outils d'évaluation de pratiques agricoles et/ou de systèmes de culture.** Des outils de modélisation ont été développés pour reproduire les flux de transfert de pesticides à l'échelle de la parcelle. Quand ils permettent de prendre en compte l'influence des systèmes de culture sur les transferts, ils peuvent servir à étudier ces derniers en termes de risques de contamination des eaux. C'est le cas pour PASTIS, PeSTICS et le chaînage STICS-MACRO. Les abaques établis à partir des résultats de modélisations du chaînage Volt'Air-FIDES permettent quant à eux d'établir des recommandations d'utilisation des pesticides en limite de parcelle.
Ces outils sont pour le moment réservés à des utilisations expertes. En effet, il est important de préciser que la manipulation des modèles précédemment cités nécessite un niveau d'expertise élevé. Le paramétrage d'un modèle et l'interprétation des résultats sont des opérations sensibles. Même si les équations d'un modèle ont été validées expérimentalement, la fiabilité des résultats qu'il peut fournir dans d'autres contextes ne peut être entièrement assurée. L'utilisation de modèles, en dehors d'observatoires bien instrumentés, dépend donc fortement de la disponibilité des données nécessaires à son fonctionnement mais aussi à son paramétrage.
- **Les outils d'identification et/ou d'évaluation de scénarios agronomiques et paysagers.** Ils visent à estimer des risques de contamination à l'échelle d'un territoire et de construire des scénarios de changements de pratiques et d'aménagement pour en étudier les effets. Des outils de modélisation ont été développés pour l'évaluation de scénarios de gestion de territoire à partir de chaînages de modèles hydrologiques (SWAT, MHYDAS et TOPMODEL) avec soit un modèle décisionnel (comme par exemple DHIVINE), soit un modèle économique. SWAT et MHYDAS peuvent être utilisés seuls pour évaluer les risques de transfert depuis des regroupements de parcelles ou des parcelles.
Une autre démarche consiste à agréger les flux de phytosanitaires modélisés à l'échelle de la parcelle (avec MACRO), en intégrant l'influence des éléments du paysage et les pratiques agricoles.
Pour l'instant ces outils et méthodes sont en cours de test sur des observatoires ou des territoires d'application. Comme pour les outils précédents ils restent réservés à des utilisateurs expérimentés.
- **Les outils et méthodes pour l'implantation ou l'aménagement d'infrastructures paysagères.** Ils visent à aider au raisonnement de la mise en place de zones tampons pour limiter les transferts directs de pesticides vers les masses d'eau. Ils ont été conçus pour fonctionner à l'échelle d'un bassin versant, d'un ensemble de parcelles ou d'une parcelle. Les données nécessaires pour leur fonctionnement sont soit géographiques ou issues d'observations de terrain.
 - ↪ Les outils d'implantation de Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA) et BV Service évaluent sur le plan hydrologique des scénarios d'implantation spatialisés d'infrastructures (ZTHA, talus, bandes enherbées) à partir d'un SIG.
BV Service est encore en cours de conception tandis que l'outil d'implantation de ZTHA est en phase de test dans plusieurs territoires pilotes.
 - ↪ L'arbre d'aide à la décision présent dans la méthode de diagnostic de l'état des zones tampons rivulaires et mise en place à l'échelle du bassin versant guide l'utilisateur à partir de données de terrain dans la localisation d'aménagements et de zones tampons.
Cette méthode a déjà été mobilisée par des gestionnaires de ressources en eau.
 - ↪ Les outils de dimensionnement ou d'aménagement de zones tampons comme les bandes enherbées, les ZTHA ou les fossés infiltrants assistent les utilisateurs dans la conception (dimensions, caractéristiques) et la gestion de ces éléments paysagers.
Ces outils sont en voie d'être mobilisés dans les démarches opérationnelles.

4.3.2.3. Pour faciliter le suivi et l'évaluation du programme :

Le tableau suivant présente la liste organisée des outils et méthodes mobilisables à l'échelle locale pour faciliter le suivi et l'évaluation des actions. Les outils et méthodes sont classés en fonction de l'objectif de gestion et de l'objet étudié. L'état d'opérationnalité est indiqué entre parenthèse.

Tableau 16 : Identification d'un outil ou une méthode mobilisable à l'échelle locale pour le suivi et l'évaluation des actions

Enjeu opérationnel :	Suivi et évaluation du programme	
Objectifs de gestion :	Suivre et analyser les actions menées	Evaluer les effets
	<p>Suivi des réalisations agronomiques et des transferts :</p> <p><u>Construction d'un tableau de bord in</u></p> <p><u>Méthode de co-conception de SDC entre agriculteurs</u> (3)</p>	<p>Suivi de la qualité des masses d'eau :</p> <p><u>HYPE</u> (5)</p> <p>Suivi de l'usage agricole du territoire :</p> <p><u>RPG Explorer</u> (4)</p> <p><u>Méthode de reconstitution des séquences de cultures à partir du RPG</u> (4)</p> <p>Suivi des pratiques agricoles :</p> <p><u>Entrepôt de données spatiales pour l'aide à la décision</u> (3)</p> <p><u>IDEA</u> (6)</p> <p><u>IFT</u> (6)</p> <p><u>Méthode d'évaluation des pratiques phytosanitaires à partir des carnets de plaine</u> (2)</p> <p><u>Méthode de spatialisation de la BNV-d</u> (2)</p> <p>Suivi des risques de transfert :</p> <p><u>I-Phy</u> (6)</p> <p><u>Indicateur de risque potentiel de transfert de pesticides localisé vers les eaux superficielles (RPTL)</u> (3)</p>

Synthèse des outils et méthodes disponibles :

Plusieurs outils peuvent être mobilisés pour le suivi et l'évaluation d'un programme d'action à l'échelle locale. Ces outils doivent être faciles à mettre en œuvre par les acteurs de terrain, donc ne sont pas cités les outils nécessitant trop d'investissement dans la collecte des données et le temps de réalisation. On ne citera donc pas ici par exemple les outils de modélisation des transferts.

Pour suivre et analyser les actions mises en œuvre. La méthode mobilisée à Briennon dans le cadre de la conception de systèmes de culture (Ravier et al. 2015) propose la conception d'un outil de suivi des actions mises en œuvre. Il s'agit d'un tableau de bord, permettant « d'assurer le suivi et l'analyse des moyens, des actions mises en œuvre et des résultats obtenus. Ce tableau de bord tient un rôle central dans l'apprentissage de tous les acteurs et ainsi que dans l'aide à la décision du projet par le Comité de pilotage. » (Reau et al. 2013). Le principe de ce tableau de bord doit pouvoir à terme s'appliquer au cas de la contamination par les pesticides mais n'a été appliqué pour l'instant que pour la réduction des pollutions dues aux nitrates.

Pour évaluer les effets d'un programme d'actions plusieurs outils peuvent potentiellement être utilisés.

- **Pour le suivi de la qualité de l'eau**, l'outil HYPE peut être mobilisé à cette échelle. Il vise à reconstituer l'évolution de la qualité de l'eau de masse d'eau souterraine. Les graphes ainsi produits peuvent permettre de repérer les ruptures de tendances et les resituer par rapport à la mise en œuvre du programme.
- **Pour le suivi de l'usage agricole d'un territoire**, les méthodes de reconstitution des séquences de cultures à partir du RPG sont disponibles mais pas encore utilisées dans le cadre d'une démarche d'évaluation.
- **Pour le suivi des pratiques agricoles**. Les mêmes outils utilisés pour établir le diagnostic initial peuvent être mobilisés pour suivre des changements de pratique. Ce suivi peut apporter des éléments de réflexion pour l'évaluation d'un programme d'actions. Néanmoins d'autres analyses doivent être réalisées pour établir un lien entre les actions mises en œuvre par le gestionnaire et les changements de pratique. Les outils de suivi mettent en lumière des évolutions :
 - ↳ des quantités appliquées : IFT et la méthode d'évaluation des pratiques phytosanitaires à partir des carnets de plaine.
 - ↳ des quantités de produits vendues : méthode de spatialisation de la BNV-d.
 - ↳ de la durabilité d'une ou des exploitations d'un territoire : méthode IDEA.

L'entrepôt de données peut également être utilisé pour faciliter la réalisation de ce suivi.

- **Pour le suivi des risques de transfert**, des outils mobilisant des approches combinatoires, tels que les indicateurs I-Phy et RPTL, peuvent être utilisés.
Du point de vue de l'opérationnalité (voir tableau ci-dessous) les indicateurs IFT et I-Phy sont utilisés en autonomie par les acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE. D'autres outils et méthodes sont encore en cours de conception, comme par exemple l'indicateur RPTL qui a été mobilisé pour mesurer l'efficacité de scénarios spatialisés de mise en œuvre de contrats agro-environnementaux dans le cadre d'un projet de recherche.

Aucune méthode n'a été identifiée pour mesurer l'efficacité des actions sur le contrôle des bioagresseurs ou de l'impact de l'animation territoriale sur la mobilisation des acteurs et leur propension à agir.

4.3.2.4. Pour appuyer la mobilisation des acteurs :

Le tableau suivant présente la liste organisée des outils et méthodes identifiés mobilisables à l'échelle locale pour appuyer la mobilisation des acteurs. Les outils et méthodes sont classés en fonction de l'objectif de gestion et de l'objet étudié. L'état d'opérationnalité est indiqué entre parenthèse.

Tableau 17 : Identification d'un outil ou une méthode mobilisable à l'échelle locale pour appuyer la mobilisation des acteurs

Enjeu opérationnel :	La mobilisation des acteurs	
Objectifs de gestion :	Faire dialoguer les acteurs pour arriver à une analyse partagée des enjeux	Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions
	Partage et représentation de points de vue différents : <u>Jeu de rôles Rés-Eau-lutions diffuses</u> (2) <u>Jeu de rôles SimPhy</u> (2) <u>Jeu de rôles "L'eau en tête"</u> (1) <u>METE'EAU</u> (6)	Identification collective de pratiques agricoles à mettre en œuvre sur un territoire : <u>Co-Click'Eau</u> (5) <u>Méthodes de co-conception de SDC entre agriculteurs</u> (3) Mise en œuvre d'une concertation : <u>CoOPLAaGÉ</u> (2)

Synthèse des outils et méthodes disponibles :

Pour engager un processus réflexif avec les acteurs d'un territoire plusieurs outils ont été identifiés. Ils visent tous à faire exprimer les différents points de vue. Ils se différencient cependant en fonction des supports utilisés :

- ↪ Les cartes à pictogramme de METE'EAU visent à aider les acteurs enquêtés à présenter leur point de vue concernant une problématique d'un territoire. La méthode est utilisée actuellement par un bureau d'études pour l'évaluation de programmes d'actions.
- ↪ Trois jeux de rôles (Res-eau-lution diffuses, SimPhy et L'eau en Têt) ont également été identifiés. Ils ont été conçus pour animer un processus de dialogue entre différents acteurs autour des pratiques agricoles et l'organisation territoriale. Les joueurs sont invités à assumer leur véritable rôle sur un territoire type. Ces jeux de rôles pourraient aussi être utilisés pour définir des actions à mettre en œuvre pour limiter les pollutions diffuses de l'eau dues aux pesticides. Ce type d'utilisation requiert néanmoins des aptitudes en animation et concertation. Pour le moment, ces jeux de rôle n'ont pas été utilisés dans des situations de gestion de la qualité de la ressource en eau (EO≤2).

Pour engager un processus décisionnaire avec les acteurs d'un territoire plusieurs méthodes ont été identifiées.

- **Méthodes d'identification collective de pratiques agricoles.** Deux méthodes, Co-Click'Eau et la méthode de co-conception de SDC, proposent une marche à suivre afin de faciliter la participation des acteurs pour l'identification collective de systèmes de culture visant à améliorer la qualité de l'eau. Ces méthodes impliquent la mobilisation de techniques d'animation pour la conduite des ateliers. Ces techniques ne sont pas nécessairement prédéfinies dans ces méthodes, lesquelles ont été testées sur plusieurs terrains par des experts scientifiques.
- **Outils de concertation.** Pour accompagner les acteurs d'un territoire à construire de manière participative un plan d'actions des méthodes visant à faciliter la concertation ont été regroupées dans une boîte à outils, nommée CoOPLAaGE. Il n'y a cependant pas encore d'application à une démarche de gestion de la qualité de l'eau.

Il est également important de mentionner l'existence d'un guide visant à aider les acteurs dans leurs situations d'action et à élaborer des dispositifs d'ingénierie de la gouvernance territoriale (Rey-Valette et al. 2011), définie comme « l'ensemble des méthodes et outils permettant la coordination, la participation et l'apprentissage des acteurs ». Même si celui-ci ne contient pas d'exemples en lien avec la diminution des contaminations dues aux pesticides, il constitue un référentiel utile pour les gestionnaires dans le pilotage de projets de territoires en général.

5. DISPOSITIFS DE PRODUCTION DE REFERENCES MOBILISABLES DANS UNE DEMARCHE DE GESTION DE LA QUALITE DE RESSOURCES EN EAU CONTAMINEES PAR DES PESTICIDES

Au cours du travail d'inventaire il est apparu utile d'identifier les dispositifs pérennes à partir desquels des équipes de recherche, associés ou non à d'autres structure, produisent des connaissances et des références portant sur l'utilisation des pesticides dans l'agriculture et la contamination de l'eau par ces substances. En effet, plusieurs représentants de gestionnaires de ressources en eau ayant participé à l'atelier de travail du 15 décembre 2015 (cf. [Annexe 2](#)) ont exprimé leur intérêt vis-à-vis de plusieurs types de références. Une enquête complémentaire a donc été menée auprès des responsables de ces dispositifs. Elle a été limitée aux dispositifs dans lesquels des instituts de recherche sont directement impliqués dans leur gestion ou dans leur fonctionnement.

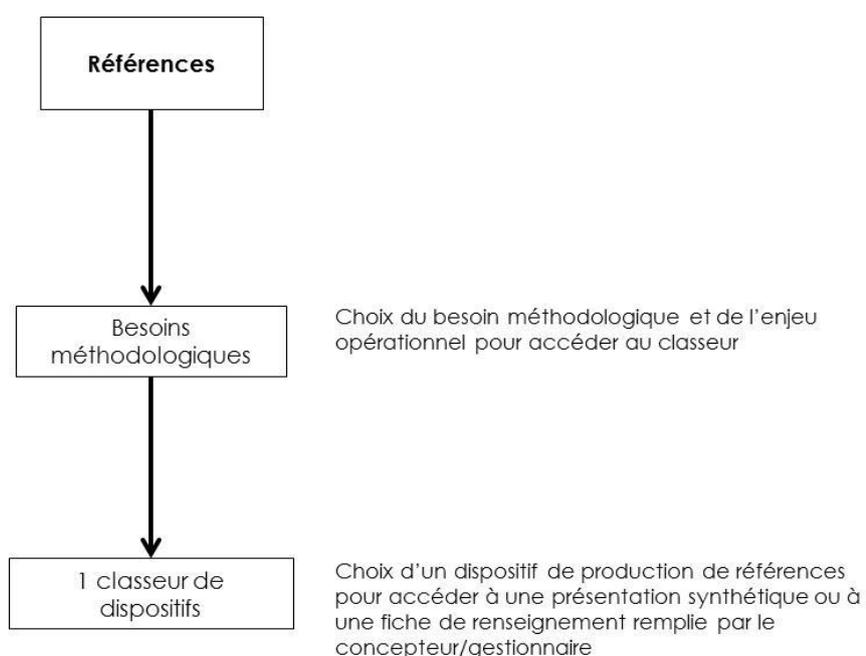
Dans un premier temps la procédure d'identification des dispositifs est présentée.

Par la suite un tableau synthétise les besoins en références exprimés par les acteurs intervenant dans la gestion de la qualité de ressources en eau, classés en fonction des enjeux opérationnels et des objectifs de gestion précédemment définis.

La dernière section correspond aux résultats de la classification des dispositifs inventoriés d'après les critères choisis. Elle comporte un classeur ainsi qu'une synthèse des dispositifs disponibles.

5.1. Présentation de la procédure d'identification des dispositifs de production de références

Elle est divisée en plusieurs étapes comme l'indique le schéma ci-dessous :



1. Identification d'un enjeu opérationnel

Le lecteur doit, pour commencer, rechercher le besoin correspondant à son intérêt à l'aide du Tableau 18. Ce tableau présente les besoins de références déduits des enquêtes qui ont été réalisées auprès des acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE, aux échelles de gestion régionale et locale. En effet, les besoins des acteurs intervenant à ces deux échelles sont similaires.

Une fois que le lecteur a identifié un besoin faisant écho à sa recherche, celui-ci doit se rapporter à l'objectif de gestion et l'enjeu méthodologique correspondant. Le lecteur peut ainsi **cliquer sur l'intitulé de l'enjeu pour faire apparaître le Tableau 19 d'identification des dispositifs de recherche ou se rapporter directement au tableau.**

2. Choix d'un dispositif de recherche

Le tableau ainsi sélectionné le lecteur peut identifier un ou des dispositifs de références répondant à son besoin. Pour obtenir des informations il suffit de **cliquer sur le nom du dispositif ou se référer à l'Annexe 1 où les dispositifs sont classés par ordre alphabétique.** Un descriptif résumé apparaît apportant des informations générales sur sa nature et son fonctionnement.

3. Fiches de renseignement des dispositifs

Une fiche de renseignement apportant des informations détaillées peut finalement être consultée en se rapportant au document annexe dans lequel les fiches sont classées par ordre alphabétique.

Pour rappel, des liens hypertextes facilitent la navigation entre le tableau des besoins méthodologiques, le tableau des dispositifs de références et les descriptifs résumés.

5.2. Choix d'un enjeu opérationnel

Le tableau suivant présente une synthèse des éléments recueillis auprès de représentants de gestionnaires de ressources en eau. Il s'agit plus d'une interprétation des auteurs des besoins de références exprimés que d'un recensement exhaustif des besoins théoriques des acteurs.

Ce tableau vise à aider le lecteur à se positionner sur un des quatre enjeux opérationnels pour obtenir la liste organisée des dispositifs de références mobilisables par les acteurs intervenant dans la gestion de la qualité de l'eau.

Tableau 18 : Identification des enjeux opérationnels à partir des besoins de références déduits des enquêtes réalisées auprès d'acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE à l'échelle territoriale régionale et locale

Enjeux opérationnels :	Le diagnostic initial		Le choix des actions agronomiques et paysagères pour		Suivi et évaluation du programme		La mobilisation des acteurs	
Objectifs de gestion :	Caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages	Evaluer des risques de contamination et identifier des zones prioritaires	Réduire ou supprimer le recours aux pesticides	Limiter les transferts	Suivre et analyser les actions menées	Evaluer les effets	Faire dialoguer les acteurs pour arriver à une analyse partagée des enjeux	Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions
Besoins méthodologiques :	<p>Connaissances sur la composition des produits phytosanitaires</p> <p>Références sur les impacts sur les milieux aquatiques</p> <p>Références sur la vulnérabilité des milieux</p> <p>Références sur le comportement des substances dans l'environnement</p> <p>Références sur les pratiques phytosanitaires</p> <p>Références sur les dynamiques institutionnelles</p>	<p>Connaissances sur les mécanismes de transfert des pesticides</p>	<p>Références coût-bénéfice sur les pratiques agronomiques qui limitent les usages</p>	<p>Références coût-bénéfice sur les pratiques agronomiques qui limitent les usages et les transferts</p> <p>Références coût-bénéfice sur les infrastructures paysagères qui limitent les transferts</p>		<p>Références sur le « coût-efficacité » des actions mises en œuvre</p>	<p>Références (ou retours d'expérience) sur la mise en place de démarches locales de protection des ressources en eau</p> <p>Références sur les méthodes d'animation ou les pratiques de conseil les plus adaptées</p>	

5.3. Identification d'un dispositif de production de références

Dans cette partie sont regroupés les dispositifs de production de références selon les quatre enjeux opérationnels identifiés. Contrairement aux outils et méthodes, les dispositifs ne sont pas répartis entre les deux échelles de gestion. En effet, il a été considéré que les références capitalisées peuvent présenter un intérêt pour les acteurs interagissant dans les deux échelles de gestion. En cliquant sur l'intitulé des dispositifs le lecteur peut accéder aux descriptifs résumés.

Tableau 19 : Classification des dispositifs de production de références identifiés

Enjeux opérationnels :	Le diagnostic initial		Le choix des actions pour		Suivi et évaluation du programme		La mobilisation des acteurs	
Objectifs de gestion :	Caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages	Evaluer des risques et identifier des zones prioritaires	Réduire ou supprimer le recours aux pesticides	Limiter les transferts	Suivre et analyser les actions menées	Evaluer les effets	Faire dialoguer les acteurs pour arriver à une analyse partagée des enjeux	Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions
Observatoires de pratiques agricoles :	<u>Observatoire du Développement Rural (ODR)</u> <u>OBSERVOX</u> <u>Zone Atelier Plaine & Val de Sèvre</u>				<u>OBSERVOX</u>	<u>Observatoire du Développement Rural (ODR)</u>		
Observatoires hydrologiques :	<u>Bassin versant expérimental d'Auradé</u> <u>Bassin versant expérimental de Rouffach</u> <u>Observatoire de Roujan</u> <u>OPALE</u> <u>ORACLE (PIREN</u>	<u>Bassin versant expérimental d'Auradé</u> <u>Bassin versant expérimental de Rouffach</u> <u>Observatoire de Roujan</u> <u>OPALE</u> <u>ORACLE (PIREN</u>		<u>Bassin versant expérimental d'Auradé</u> <u>Bassin versant expérimental de Rouffach</u> <u>Observatoire de Roujan</u> <u>ORACLE (PIREN Seine)</u> <u>Site atelier</u>				

	<u>Seine)</u> <u>REPAR</u> <u>Site atelier</u> <u>Ardières-Morcille</u> <u>(Zone Atelier</u> <u>Bassin du Rhône)</u> <u>Zone Atelier de la</u> <u>Moselle</u>	<u>Seine)</u> <u>REPAR</u> <u>Site atelier</u> <u>Ardières-</u> <u>Morcille (Zone</u> <u>Atelier Bassin</u> <u>du Rhône)</u> <u>Zone Atelier de</u> <u>la Moselle</u>		<u>Ardières-</u> <u>Morcille (Zone</u> <u>Atelier Bassin</u> <u>du Rhône)</u>				
Dispositifs expérimentaux :	<u>DEPHY FERME</u>		<u>DEPHY EXPE</u> <u>DEPHY FERME</u> <u>Réseau Mixte</u> <u>Technologique</u> <u>Systèmes de</u> <u>Culture</u> <u>innovants</u>					
Plateformes de partage de connaissances :	<u>DEAUMIN'EAU</u>	<u>PLAGE</u> <u>GUIDE</u>	<u>Agro-PEPS</u> <u>Réseau Mixte</u> <u>Technologique</u> <u>Florad</u> <u>Réseau Mixte</u> <u>Technologique</u> <u>Systèmes de</u> <u>Culture</u> <u>innovants</u>	<u>Groupe</u> <u>Technique</u> <u>Zones Tampons</u>	<u>DEAUMIN'EAU</u>			

Synthèse des dispositifs de production de références disponibles :

Trois **observatoires de pratiques agricoles** s'intéressant aux dynamiques d'utilisation de produits phytosanitaires ont été identifiés. Ils visent à quantifier les usages et comprendre leur évolution sur des périodes longues. Ces observatoires fonctionnent à l'échelle de la France (ODR), d'une petite région agricole (plaine céréalière dans le cas de la Zone Atelier « Plaine & Val de Sèvre») ou d'un bassin versant (OBSERVOX). L'Observatoire du Développement Rural (ODR) ambitionne, en plus, de relier des indicateurs agro-environnementaux à la mise en place de politiques publiques nationales. La Zone Atelier « Plaine & Val de Sèvre» recueille également des données afin d'établir un suivi écologique des espèces vivantes. L'observatoire OBSERVOX dispose quant à lui de données des concentrations de pesticides dans les cours d'eau du bassin versant. L'ensemble des données alimente un tableau de bord qui permet de suivre un certain nombre d'indicateurs agro-environnementaux et d'informer le gestionnaire des ressources en eau.

Les **observatoires hydrologiques** identifiés visent à fournir des connaissances, des outils et des méthodes « transposables » à des territoires similaires, mais qui ne sont pas instrumentés. Les connaissances qu'ils sont en capacité de fournir concernent les processus de transfert de molécules dans un contexte pédoclimatique et agricole particulier. Les outils produits peuvent être utilisés pour la réalisation du diagnostic initial. La grande majorité de ces observatoires étudie également les effets d'infrastructures paysagères sur les flux de transfert et/ou leur capacité à limiter les pollutions des masses d'eau. Ils sont nombreux et très souvent rattachés à des réseaux d'observatoires ou des zones ateliers. Ils se différencient en fonction de leur superficie et des contextes agropédologiques comme le montre le Tableau 20 :

Tableau 20 : Principales caractéristiques des observatoires hydrologiques identifiés

Nom du dispositif	Localisation	Superficie (km ²)	Animation scientifique (laboratoire)	Mesures pesticides	Climat	Filière agricole principale	Type(s) de sol(s)
Bassin expérimental de Rouffach	Rouffach (68)	0,43	CNRS (LHYGES)	Depuis 2002	Continental	Viticulture	Sol brun calcaire sur loëss (limono-argileux)
Observatoire Auradé	BV du Montoussé (32)	3,3	CNRS (EcoLab)	1995-2009	Océanique tempéré	Grandes cultures	Sols argilo-calcaires "Terreforts"
OPALE	Guadeloupe et Martinique	25 et 40	BRGM, CIRAD, INRA	Depuis 2013	Tropical	Cultures tropicales	Andosols et nitisols
ORACLE - PIREN Seine	BV Grand Morin et Petit Morin (dont Orgeval) (77, 51)	Orgeval = 104	IRSTEA (GIS ORACLE)	Depuis 2008	Océanique tempéré	Grandes cultures	Calcaires de Brie recouvert d'un dépôt limoneux-sableux
ORE OMERE	Roujan (34)	0,91	INRA (UMR LISAH)	Depuis 1995	Méditerranéen sub-humide	Viticulture	Sols sablo-limoneux reposant sur un substrat géologique miocène
Réseau de surveillance REPAR	Bassin d'Arcachon (33)	3008	IRSTEA (ETBX) IFREMER	Depuis 2010	Océanique	Grandes cultures Ostréiculture	Dunes côtières, sols alluvionnaires, podzols, etc.
Site atelier de la Zone atelier du bassin du Rhône (ZABR)	Ardières-Morcille (69)	4,8	IRSTEA (MALY)	1989-2001 et depuis 2004	Continental	Viticulture	Sols peu profonds propices aux écoulements rapides et à l'érosion

Les **dispositifs expérimentaux** visent à mettre au point des systèmes de culture permettant de limiter l'utilisation de pesticides. Ils produisent ainsi des références sur l'effet de différents leviers relevant de l'efficacité, de la substitution ou de la conception de systèmes de culture. Les expérimentateurs appartiennent à des réseaux chargés de produire des références à partir des résultats obtenus.

Dans le cadre du programme EcoPhyto les réseaux DEPHY FERME et EXPE ont été créés. Ils sont composés, pour l'un, d'exploitations engagées dans la réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires et, pour l'autre, de parcelles expérimentales. Le réseau DEPHY FERME apporte également des informations concernant les pratiques initiales des exploitations engagées. Les expérimentations réalisées dans le réseau DEPHY se différencient en fonction des filières végétales. Elles doivent être menées sur plusieurs années avant de pouvoir aboutir à un système transférable auprès des agriculteurs. Le réseau expérimental du RMT Systèmes de Culture Innovants vise les mêmes objectifs. Pour le moment des résultats ont été compilés de manière partielle, c'est-à-dire à l'échelle des systèmes de culture expérimentés.

Les **plateformes de partage de connaissances** visent à produire et rendre accessible des informations utiles dans les démarches de gestion de la qualité de l'eau. Elles se différencient en fonction des personnes impliquées dans ces dispositifs. On distingue les plateformes collaboratives et les groupes d'expertise :

- La plateforme collaborative DEAMIN'EAU a vocation à faciliter le partage de données entre les acteurs d'un même territoire. AGRO-PEPS dispose d'un espace de connaissance permettant à des professionnels agricoles de partager leurs expériences et points de vue. Ces apports peuvent devenir des références une fois validés par la communauté d'utilisateurs. Les utilisateurs de l'ensemble de ces plateformes contribuent directement à leur fonctionnement.
- Les Réseaux Mixtes Technologiques et les Groupes Techniques réunissent des experts scientifiques. Ils construisent des synthèses de connaissances scientifiques et des guides pratiques à l'attention des acteurs de terrain. Ces références produites concernent par exemple des pratiques agricoles, le fonctionnement d'infrastructures paysagères ou la mobilisation des agriculteurs dans des processus de changements. Les plateformes PLAGE et GUIDE sont issues du travail de synthèse réalisé par le RMT ERYTAGE. Elles offrent une analyse concernant les outils mobilisables pour la réalisation de diagnostics agro-environnementaux.

6. BILAN

Ce dernier chapitre propose plusieurs réflexions autour du processus qui a conduit à la construction de ce référentiel. Dans un premier temps nous reviendrons sur les limites de cet exercice. Plusieurs résultats sont ensuite présentés pour vérifier si les besoins méthodologiques exprimés par les acteurs intervenant dans les démarches de gestion qualitative de l'eau peuvent être résolus par les outils, méthodes et références proposés par la recherche. Nous verrons finalement que plusieurs formes de partenariat sont établies pour concevoir les outils et ainsi assurer leur transfert vers des utilisateurs potentiels.

6.1. Les limites du référentiel

6.1.1. Inventaire limité aux travaux menés par la recherche publique

Les éléments méthodologiques qui ont été analysés sont uniquement issus de travaux de recherche puisque l'objectif du référentiel était d'inventorier des travaux en cours dans les laboratoires de recherche, pour pouvoir en informer les gestionnaires de l'eau. Ainsi des enquêtes ont été menées auprès de chercheurs d'une trentaine de laboratoires et d'unités mixtes de recherche (UMR) des instituts suivants : l'INRA, l'IRSTEA, le BRGM et dans une moindre mesure le CNRS, l'INERIS, le CIRAD. L'organisation centralisée de ces institutions a permis d'identifier assez aisément les principaux laboratoires produisant des outils dans le domaine de la gestion des contaminations de l'eau par les pesticides. Par contre, dans la limite du temps de l'étude, les équipes universitaires n'ont pu être enquêtées de manière systématique du fait de la difficulté d'identification de toutes les équipes actives dans le domaine scientifique concerné. L'inventaire constituant le référentiel serait donc à compléter de ce point de vue dans le futur.

On soulignera enfin que d'autres structures, tels que les instituts techniques agricoles, les organisations professionnelles agricoles, les associations et les coopératives, construisent leurs propres outils. L'inventaire ne présente donc qu'une partie des outils disponibles au plan français pour aider à la mise en œuvre de la DCE.

6.1.2. Limite thématique de l'inventaire

Dans un premier temps, les équipes de recherche travaillant sur les outils et dispositifs mobilisés pour l'échantillonnage et l'évaluation des effets écotoxicologiques n'ont pas été enquêtées. En effet, il a été décidé de mettre la priorité sur les outils permettant l'analyse des pressions et de l'évolution des pratiques, qui correspondent aux demandes les plus fortes émanant de l'enquête. Toutefois dans un second temps le référentiel gagnera à être enrichi par les outils issus de l'écotoxicologie.

6.1.3. Limites de la méthodologie d'enquête

Le nombre élevé d'outils conçus par les équipes de recherche contactées, réparties dans toute la France, a rendu difficile le travail d'inventaire d'un point de vue logistique. C'est pour cette raison qu'une fiche d'enquête a été construite puis transmise à l'ensemble des chercheurs ayant travaillé sur la conception d'outils ou de méthodes. De la même manière une fiche a été conçue pour caractériser les dispositifs de recherche produisant des références. Cependant de nombreuses fiches ont été retournées par les concepteurs de manière incomplète. Les informations manquantes ont donc été une limite dans la réalisation des analyses.

6.1.4. Limites de la classification des outils et dispositifs de production de références

Les éléments inventoriés sont très différents les uns des autres, tant du point de vue des approches mobilisées que de leur finalité. Pour permettre aux utilisateurs du référentiel de s'orienter et d'avoir des informations sur les outils répondant potentiellement à leurs besoins, il est apparu nécessaire d'établir des critères afin de réaliser une classification des outils.

De nombreux auteurs en science de gestion s'intéressent aux outils et à leur utilisation. Une grille d'analyse a été établie afin d'analyser le contenu explicite mais aussi implicite des outils (Girard et al. 2015). Comme on l'aura noté, plusieurs critères issus de cette grille ont été mobilisés pour différencier les outils entre eux. L'objectif de gestion est apparu comme étant le critère le plus discriminant et pertinent pour décrire les outils et les dispositifs de production de références. Le classement qui en résulte reste toutefois indicatif. Les auteurs des outils dans leurs retours sur le classement proposé nous ont parfois d'ailleurs fait part d'avis différents. On notera que certains outils font l'objet d'un classement dans plusieurs catégories soit, dans le cas le plus fréquent, parce qu'ils répondent à plusieurs objectifs, mais aussi parfois parce que leur classement était délicat.

6.1.5. Limites dans l'interprétation de l'état d'opérationnalité

L'état d'opérationnalité est un critère qualitatif, établi par le comité scientifique du projet. Ce critère ne juge en aucune manière ni la qualité du travail scientifique entrepris pour la conception de l'outil ou de la méthode, ni la performance opérationnelle de l'outil. Il renseigne uniquement de l'avancée des travaux visant à transférer des connaissances vers des professionnels agricoles ou des gestionnaires de ressources en eau, en l'occurrence à travers des outils ou des méthodes.

Il est important de signaler que tous les outils inventoriés n'ont pas vocation à être transférés jusqu'à un niveau d'opérationnalité maximale tel que défini par notre grille. En effet, certains outils du fait de leur complexité intrinsèque nécessitent l'accompagnement systématique d'un expert scientifique. Il est donc difficile de comparer des outils en se basant uniquement sur ce critère. Il doit être pris comme une indication complémentaire et non pas comme une évaluation.

L'état d'opérationnalité a été estimé au regard des informations et appréciations fournies par le concepteur aux membres du comité scientifique du projet.

Les résultats de ces analyses ont été soumis aux concepteurs afin d'obtenir leurs avis. Ces échanges ont abouti à des corrections. Leur point de vue a donc été entendu et pris en compte pour la caractérisation des outils et méthodes.

6.2. Bilan des outils et méthodes inventoriés

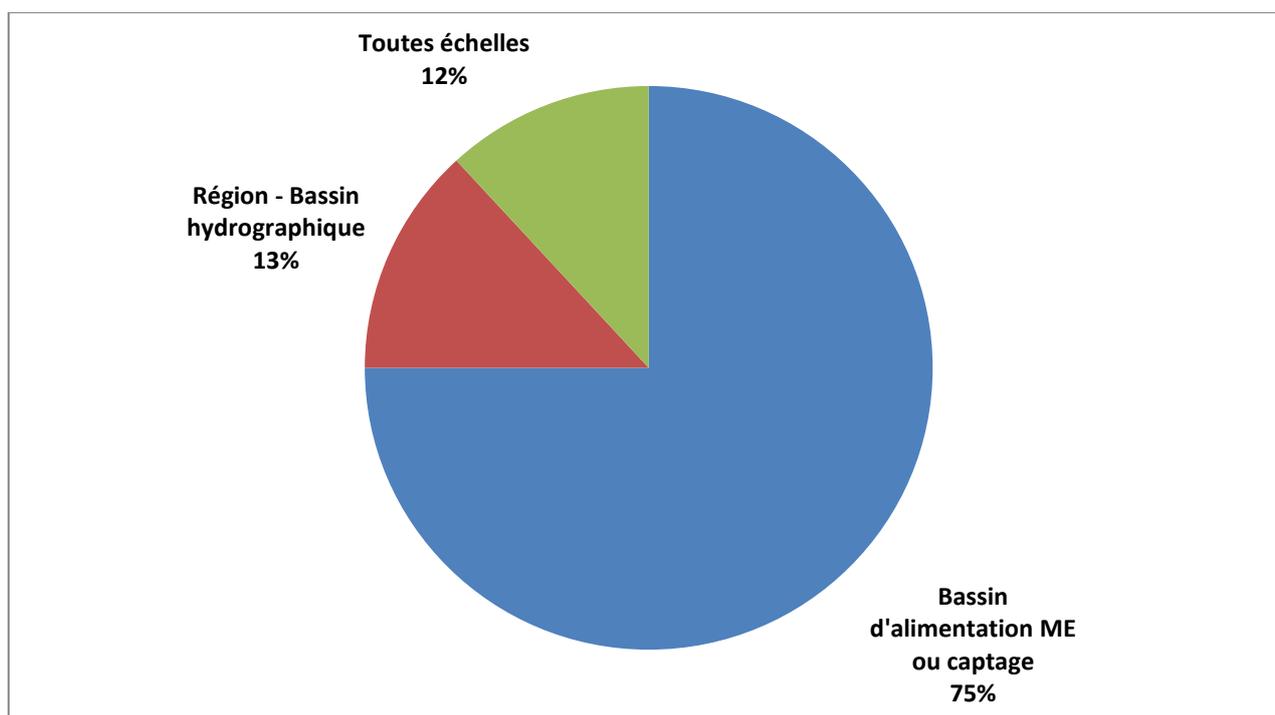
Dans cette section un bilan quantitatif ainsi qu'un bilan qualitatif des outils et méthodes inventoriés sont proposés.

6.2.1. Bilan quantitatif

6.2.1.1. Des outils et méthodes foisonnants mais répartis de manière hétérogène entre les différents objectifs de gestion

L'inventaire réalisé montre qu'il existe 76 outils et méthodes pouvant potentiellement être mobilisés dans les démarches visant à réduire les contaminations de l'eau par les pesticides. Les outils et méthodes identifiés sont majoritairement mobilisables à l'échelle de gestion locale, à hauteur de 87% comme le montre la Figure 5. Certains outils peuvent être utilisés aux deux échelles.

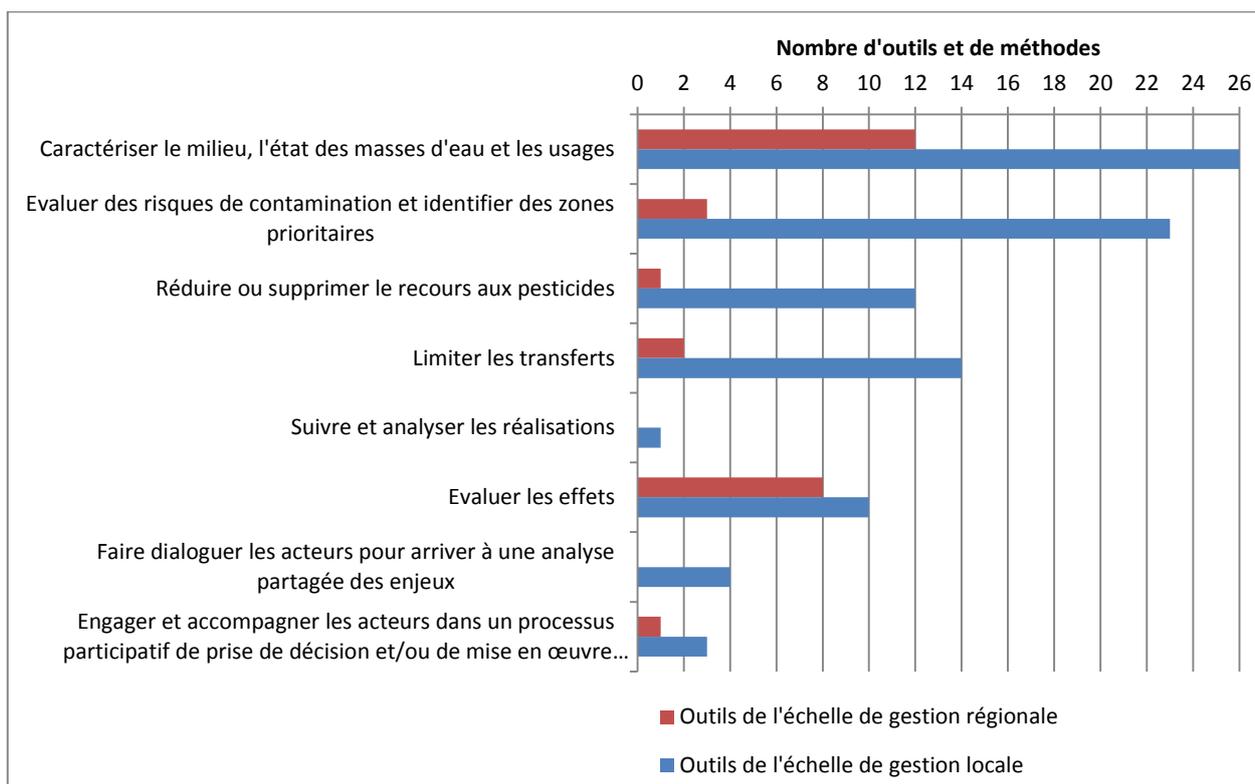
Figure 5 : Répartition des outils et méthodes inventoriés en fonction de l'échelle de gestion



La Figure 6 montre la répartition des outils et méthodes selon leurs objectifs de gestion. Plusieurs constats peuvent être faits :

- ▶ On observe un nombre élevé d'outils et de méthodes inventoriés aux deux échelles de gestion pour caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages.
- ▶ Les outils et méthodes permettant d'évaluer des risques et de concevoir les actions à mettre en œuvre sont également nombreux à l'échelle locale. En revanche, ils sont nettement moins abondants à l'échelle régionale.
- ▶ Le suivi des actions mises en œuvre bénéficie de peu de développement d'outils. La situation est meilleure en ce qui concerne l'évaluation des effets pour laquelle un nombre similaire d'outils existe aux deux échelles de gestion.
- ▶ Enfin on note le peu d'outils et de méthodes disponibles pour appuyer la mobilisation des acteurs. Ce constat est d'autant plus fort à l'échelle de gestion régionale puisqu'aucun outil n'a été recensé à cette échelle pour faciliter le dialogue entre les acteurs pour une définition partagée des enjeux.

Figure 6 : Nombre d'outils et méthodes inventoriés aux échelles de gestion régionale et locale par objectif de gestion

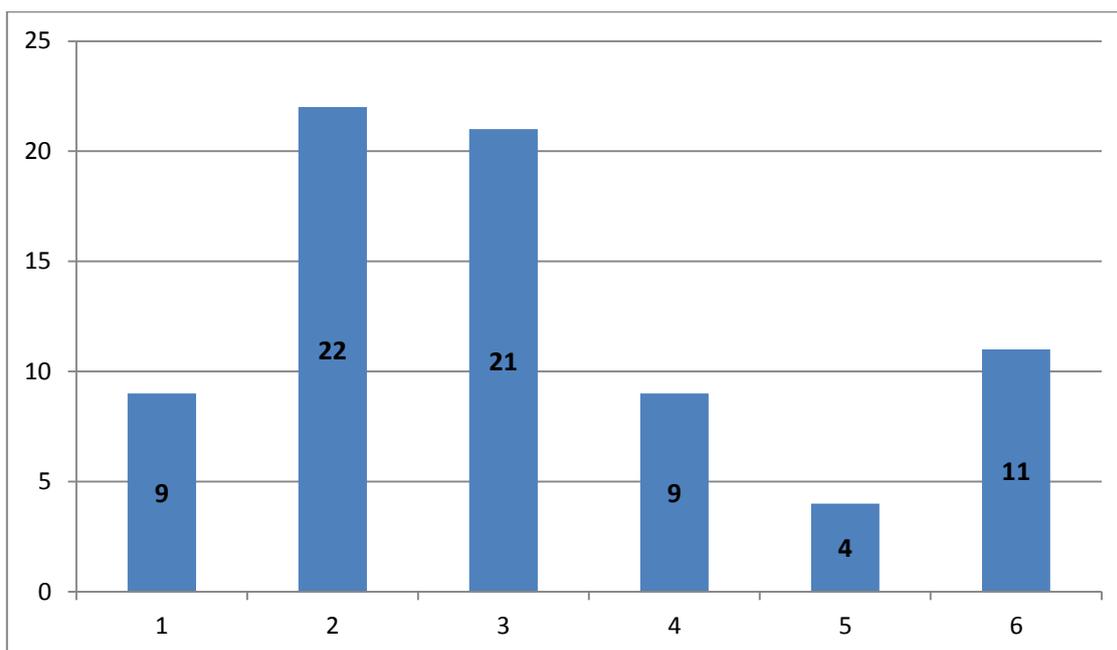


6.2.2. Variabilité du degré d'opérationnalité des outils et méthodes

L'analyse de l'état d'opérationnalité des outils et méthodes fournit deux types d'information :

- ▶ Sur l'opérationnalité : les outils ou les méthodes ayant un état d'opérationnalité supérieur à 2 ont dépassé le stade de l'expérimentation. Ces innovations sont donc en voie d'être opérationnelles (mise en œuvre d'une application en situation réelle conduite par le concepteur), opérationnelles (état d'opérationnalité égal à 4) ou ont été transférées (état d'opérationnalité supérieur ou égal à 5).
- ▶ Sur le type d'acteur qui utilise l'outil ou la méthode opérationnelle : le concepteur, l'utilisateur extérieur accompagné par un expert scientifique ou l'utilisateur extérieur seul.

Figure 7 : Nombres d'outils et méthodes en fonction de leur état d'opérationnalité



Concernant l'opérationnalité des outils et méthodes, la Figure 7 montre qu'au moment de l'enquête peu d'outils sont déjà à un stade avancé. Les outils à un état d'opérationnalité 5 et 6, c'est à dire des outils ayant été mobilisés par des utilisateurs dans le cadre d'une démarche de gestion de la qualité de l'eau, représentent uniquement 20% de l'ensemble des outils. Ce constat n'est pas surprenant puisque l'enquête avait pour objectif d'inventorier également les outils en phase de conception scientifique (état d'opérationnalité 1 et 2), qui représentent près de la moitié (41%) des outils et méthodes. Dans 68% des cas les équipes qui développent les outils déclarent vouloir poursuivre leurs efforts de conception et, dans une même proportion, expriment leur volonté d'aller à la mise en situation de leurs outils.

Les Figure 8 et

Figure 9 détaillent pour chaque objectif de gestion le degré d'opérationnalité des outils.

A l'échelle régionale, on observe que pour 4 objectifs sur 6, plus de la moitié des outils sont déjà à un état d'opérationnalité supérieur ou égal à 4. Par contre les objectifs de réduction des usages et de mobilisation des acteurs, qui bénéficient de moins de travaux de développement d'outils que les autres objectifs, sont également ceux dont les outils développés sont tous encore à des stades de conception amont. Comme indiqué précédemment, l'inventaire n'a pas repéré d'outil développé pour l'objectif de suivi des réalisations à l'échelle régionale.

A l'échelle locale, la situation est globalement similaire avec quelques nuances. La première est un nombre plus grand d'outils répertoriés, dont une forte proportion en cours de développement quel que soit l'objectif, indiquant ainsi la prise en compte par les équipes de recherche de la demande méthodologique existante des gestionnaires de masses d'eau. La seconde est l'existence, pour tous les objectifs, d'outils à des états d'opérationnalité avancés. Enfin, on peut noter que l'objectif de réduction des usages a suscité à l'échelle locale un grand nombre de travaux, dont une proportion significative est à un état d'opérationnalité supérieur ou égal à 4. Les outils mis en œuvre concernent notamment la conception de systèmes de culture à bas intrants. Il faut sans doute voir là un effet positif du plan EcoPhyto. De manière globale on soulignera à nouveau le manque très apparent d'outils dévolus à la mobilisation des acteurs locaux et au suivi des réalisations issues des programmes d'action.

Figure 8 : Nombres d'outils et méthodes mobilisables à l'échelle de gestion régionale répartis en fonction des objectifs de gestion et de l'état d'opérationnalité

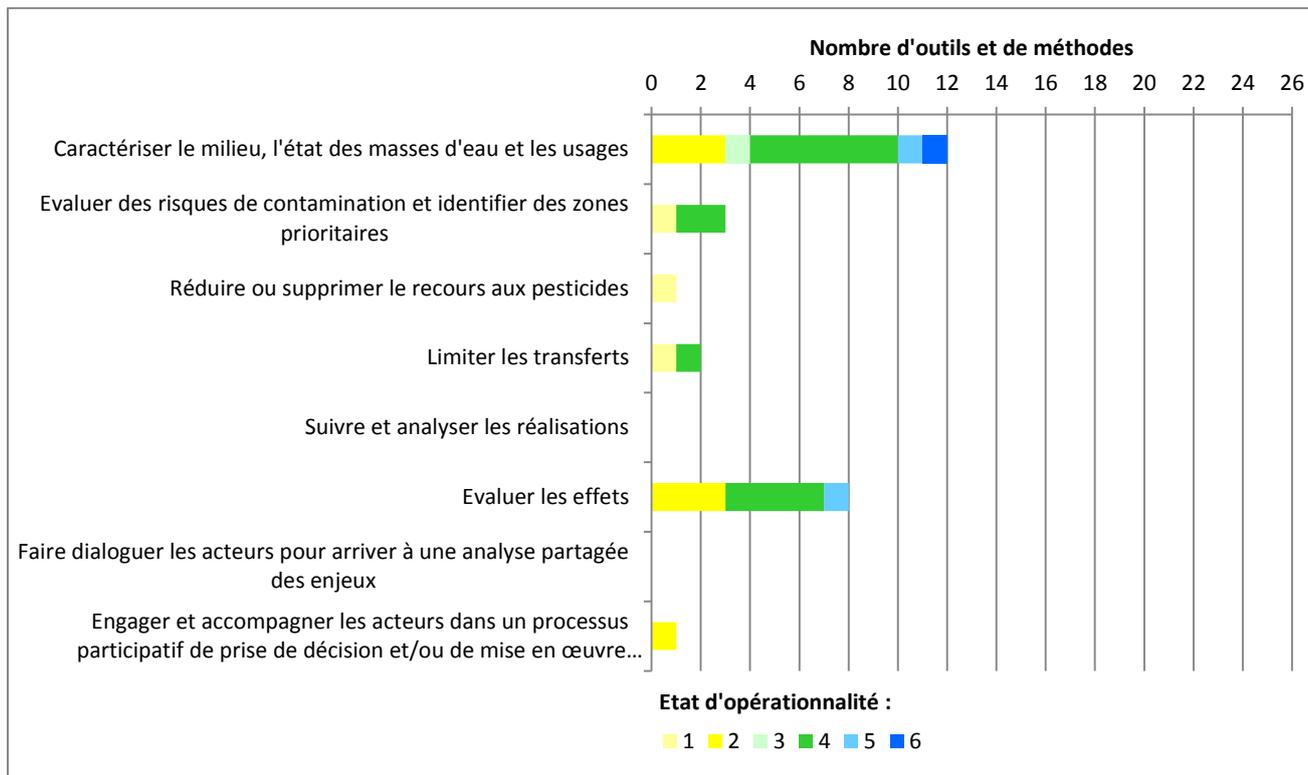
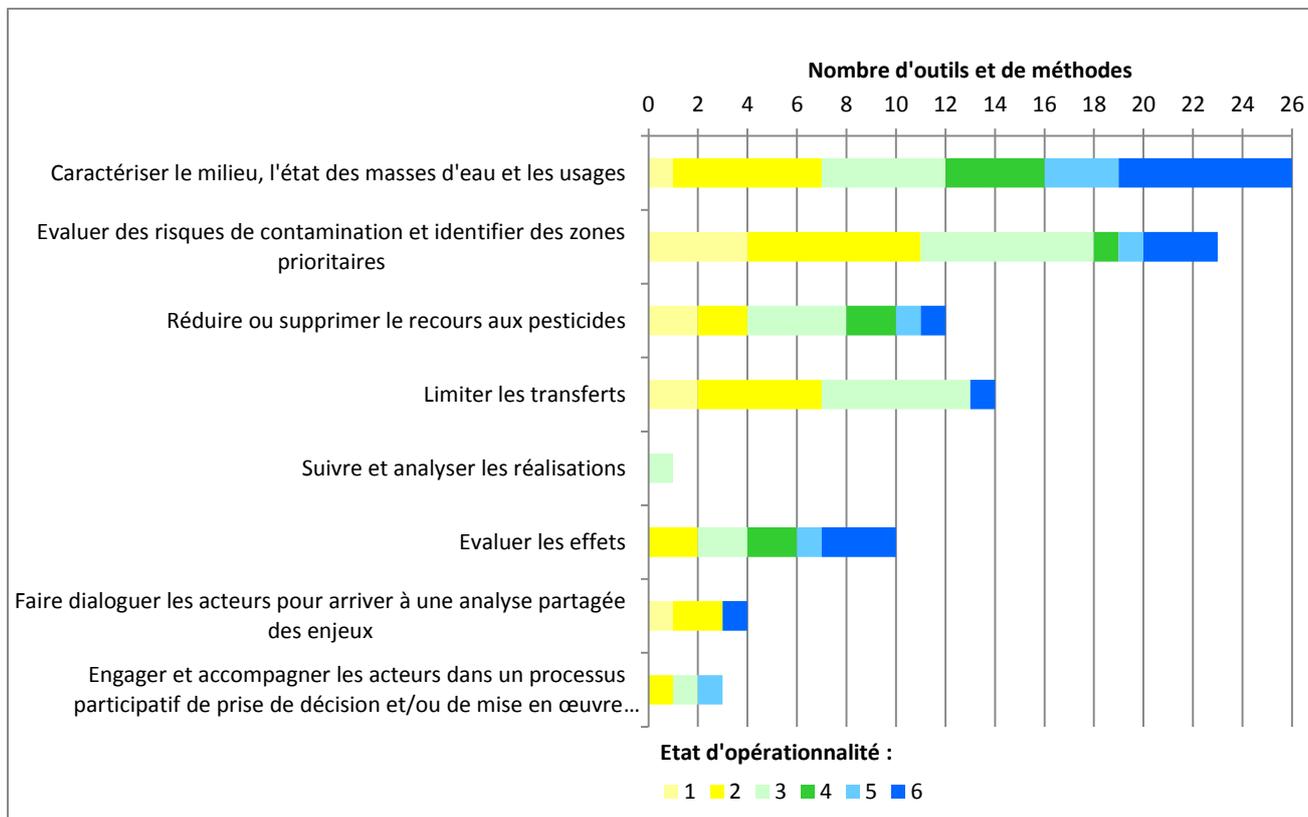


Figure 9 : Nombres d'outils et méthodes mobilisables à l'échelle de gestion locale répartis en fonction des objectifs de gestion et de l'état d'opérationnalité



6.2.3. Bilan qualitatif

Les analyses qui suivent, menées par le comité de pilotage d'élaboration du référentiel, font un point synthétique sur les avancées en cours et les manques éventuels dont témoigne l'inventaire des outils et méthodes. Elles complètent donc de manière plus qualitative le bilan quantitatif précédent. Elles sont effectuées selon les objectifs de gestion.

On peut toutefois en premier lieu revenir sur la différence numérique importante d'outils et de méthodes inventoriés entre les échelles de gestion régionale et locale. Cette différence est vérifiée de manière nette pour tous les objectifs sauf pour l'objectif d'évaluation des effets pour lequel le nombre d'outils développés aux deux échelles est d'ordre de grandeur similaire.

Une raison importante de la différence est sans doute liée à un décalage entre acteurs régionaux et locaux. Les premiers sont moins nombreux et ont des demandes assez similaires en développement d'outils tandis que les seconds, d'origine plus hétérogène, ont une plus grande diversité de besoins liée à l'hétérogénéité des conditions locales aux plans agronomique, hydrologique et socio-économique, qu'ils doivent aborder de manière spécifique. Mais une autre raison tient certainement également à la difficulté conceptuelle de simplification de représentation des processus et de la variabilité hydrologique et agronomique des territoires, qui est nécessaire pour les approches à l'échelle régionale. Il y a par exemple une difficulté majeure d'extrapoler les connaissances acquises à l'échelle locale sur le lien entre les pratiques phytosanitaires et les contaminations des ressources en eau (parcellaire ou masse d'eau) vers une échelle plus large de type régionale présentant une hétérogénéité forte de milieux et de systèmes de production agricole. Ainsi, on constate qu'à l'échelle régionale aucun outil n'est encore opérationnel pour aider à la réduction des usages comme à la limitation des transferts alors qu'à l'échelle locale des situations de mise en application de certains outils existent déjà.

6.2.3.1. Pour caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages

C'est l'objectif pour lequel le plus grand nombre d'outils et de méthodologies ont été inventoriés tant à l'échelle régionale que locale. Les outils abordent la plupart des thèmes : la caractérisation de l'hydrosystème et de l'agrosystème associé, son état, sa vulnérabilité intrinsèque, les pratiques agricoles, le positionnement des acteurs. Ils concernent aussi l'évaluation des pressions des produits phytosanitaires en fonction des pratiques agricoles identifiées.

Le panorama d'outils est donc assez complet. Mais, pour le praticien, il peut apparaître comme dispersé vu la diversité des outils et l'absence de démarche identifiée pour structurer et articuler l'application des différents outils de caractérisation disponibles. Un besoin futur prioritaire serait sans doute d'élaborer une telle démarche afin qu'elle guide le praticien, par exemple le gestionnaire de masse d'eau, dans son diagnostic.

Par ailleurs, dans l'état actuel, les outils cités apportent certes des informations importantes sur l'état et la vulnérabilité de l'hydrosystème, mais renseignent peu sur ses capacités d'évolution au plan des usages. Or cette connaissance préalable serait certainement précieuse pour mieux analyser la pertinence et la faisabilité de certains choix d'actions agronomiques et paysagères à opérer. Pour aider à cela, sans être exhaustif, on peut noter notamment deux diagnostics complémentaires pour lesquels des outils ou démarches seraient nécessaires. L'un est d'ordre biologique, à savoir l'analyse de la pression réelle des bio-agresseurs des cultures sur les territoires spécifiques étudiés, afin d'évaluer l'adéquation et les possibilités d'évolution des pratiques phytosanitaires en cours. L'autre est d'ordre socio-économique et correspond à l'analyse des logiques territoriales en œuvre (e.g. relatives aux filières de production, à la propriété foncière, à l'organisation sociale, etc.) afin d'identifier les possibilités et leviers d'évolution socio-économiques. Sur ce dernier point, il faut toutefois noter que des éléments sont apportés par les outils de caractérisation du positionnement et comportement des acteurs. De plus, l'AFB travaille à l'élaboration d'un guide pour la réalisation d'un diagnostic territorial sociologique des enjeux et des acteurs.

On rappellera enfin que pour des raisons de temps et de moyens d'enquête disponibles, l'inventaire n'a pas abordé les outils de diagnostic écotoxicologique. Ils auraient toutefois toute leur place ici.

6.2.3.2. Pour évaluer des risques de contamination et identifier des zones prioritaires d'action

Une gamme importante d'outils pour l'évaluation des risques de contamination, par modélisation ou par approche combinatoire, est également disponible. Malgré cela on peut noter plusieurs manques et difficultés aux plans conceptuels et opérationnels :

- ▶ Les outils de modélisation du risque de contamination partent tous d'approches hydrologiques et hydrogéologiques et ne représentent que secondairement et partiellement les systèmes de cultures et leurs impacts hydrologiques. Un effort de modélisation conséquent doit encore être mené pour que la modélisation du risque de contamination des eaux en fonction des pratiques agricoles prenne bien en compte l'ensemble des effets directs (e.g. apports d'intrants polluants) et indirects (e.g. modification des propriétés hydrologiques du sol) (Mottes et al. 2014).
- ▶ Les modélisations hydrologiques disponibles à l'échelle du bassin versant considèrent peu, voire pas du tout, la contamination des masses d'eau de surface par la voie atmosphérique suite à la dérive lors de l'application ou à la volatilisation et l'érosion. Les modélisations du transfert atmosphérique restent à coupler avec les modélisations hydrologiques.
- ▶ Quel que soit le perfectionnement et la performance des outils d'évaluation du risque de contamination, ils sont très dépendants de l'existence de bases de données décrivant les hydrosystèmes et les agrosystèmes et fournissant des références de dynamiques de contamination des eaux en vue de paramétrer, calibrer les outils et en évaluer l'incertitude. Bien que des progrès très importants aient été réalisés en termes de constitution et de mise à disposition des bases de données (voir commentaires précédents) elles restent un frein majeur à la capacité d'évaluation de risques.
- ▶ Enfin on peut souligner que la plupart des outils d'évaluation de risques, en particulier les approches de modélisation, exigent un savoir-faire important tant pour leur mise en œuvre que pour l'analyse de leurs résultats. Leur application dans des cas concrets nécessite ainsi un temps d'apprentissage assez long ou un accompagnement d'expert, qu'il ne faut pas négliger.

6.2.3.3. Pour réduire ou supprimer l'utilisation de pesticides

La majorité des outils et méthodes développés et répertoriés s'inscrivent dans une démarche d'identification et de conception de nouveaux systèmes de culture. Ils s'inspirent de démarches d'évaluation multicritère permettant de comparer différentes pratiques ou systèmes de culture et d'identifier ceux à faible utilisation de pesticides et/ou au moindre impact environnemental. Certains outils se limitent à l'évaluation de certaines performances du système de culture, d'autres cherchent à appréhender de manière plus systémique l'ensemble des performances. La plupart de ces outils ne sont pas encore à un état d'opérationnalité avancé et peu d'outils intègrent une évaluation des impacts environnementaux attribuables aux effets des pratiques agricoles. La raison principale est sans doute le manque de connaissances génériques sur le lien entre usages et impacts sur la qualité des eaux.

A l'échelle régionale, la difficulté de représenter les pratiques agronomiques des territoires et leurs dynamiques spatio-temporelles reste un frein pour aller vers plus d'opérationnalité.

A l'échelle locale, deux méthodes de conception de systèmes de culture à bas niveau d'intrants incluent des outils visant à faire participer des acteurs de terrain, agriculteurs en particulier, au processus. Elles ont déjà été utilisées dans des situations de gestion de l'eau. On notera aussi l'existence d'un outil d'aide à la gestion tactique de la protection phytosanitaire qui est en voie d'être utilisé en situation de gestion. L'objectif est de limiter l'usage de produits phytosanitaires dans le cadre d'un système de culture donné en aidant l'agriculteur à décider de l'opportunité d'application en fonction du risque phytosanitaire dans le raisonnement des traitements anti-mildiou et oïdium en culture de vigne. Intégrer la dynamique des

bioagresseurs, les mécanismes de régulations biologiques et les stratégies de traitement dans ce type d'outil est une voie d'avenir pour des outils de gestion à l'échelle de petits territoires agricoles.

Il est finalement important de noter qu'aucun outil inventorié ne considère les dynamiques des filières d'un point de vue économique pour la conception de nouveaux systèmes de production.

6.2.3.4. Pour limiter les transferts

Les outils mobilisés à cet effet sont en partie les mêmes que ceux utilisés pour évaluer les risques de contamination. On y retrouve notamment les mêmes outils de modélisation qui cette fois ne sont pas appliqués aux situations en cours, mais sont appliqués pour évaluer les risques liés à de nouveaux scénarios de gestion du territoire ou à de nouvelles pratiques culturales. Ils visent ainsi à identifier les scénarios et pratiques limitant ou supprimant les risques de contamination. Ces outils présentent donc les mêmes manques et difficultés déjà évoquées dans la section 6.2.3.2, à savoir :

- ▶ insuffisante représentation des impacts réels des pratiques culturales sur les transferts des contaminants ;
- ▶ faible prise en compte des processus de transferts atmosphériques ;
- ▶ dépendance à l'existence de bases de données détaillées sur les agrosystèmes et hydrosystèmes étudiés, et ;
- ▶ besoin de savoir-faire important.

On notera de surcroît que l'utilisation de ces outils de modélisation pour l'évaluation de scénarios n'a été testée que dans un faible nombre de cas et ne permet donc pas d'évaluer leur performance opérationnelle.

Toutefois, en complément des outils de modélisation précédents, des outils spécifiques ont été développés pour aider au raisonnement de la mise en place, du dimensionnement ou de la gestion de zones tampons (par exemple bandes enherbées ou fossés végétalisés) afin de limiter les transferts directs de pesticides vers les masses d'eau. Ces outils ont été conçus pour fonctionner à l'échelle d'un bassin versant, d'un ensemble de parcelles ou d'une parcelle. Les données nécessaires pour leur fonctionnement sont soit géographiques ou issues d'observations de terrain. Ces outils s'appuient généralement sur des références acquises in situ qui leur assurent un certain réalisme pour des conditions proches. Leur généricité demande toutefois à être confirmée.

Par ailleurs, aucun outil permettant de raisonner une combinaison d'infrastructures tampons différentes n'est à ce jour en développement. Or ce type d'outil serait certainement très utile, car dans de beaucoup de situations, une combinaison d'approches serait sans doute à envisager pour faire face aux différentes voies de propagation des contaminants.

6.2.3.5. Pour suivre et analyser les actions menées

On constate tout d'abord qu'il n'existe que très peu d'outils pour suivre la mise en œuvre et analyser les actions menées pour limiter la contamination des masses d'eau par les pesticides. Aucun n'a été recensé à l'échelle de gestion régionale et un seul outil a été répertorié à l'échelle locale, ce dernier étant, par ailleurs, actuellement dédié à la contamination par les nitrates mais pouvant, a priori, être adapté, à terme, pour les pesticides. On peut se poser la question des raisons de cette absence d'investissement de la recherche dans le développement de tels outils.

Une explication pourrait être le fait que la mise en œuvre de programmes d'actions implique la participation d'acteurs diversifiés (agriculteurs, chambre d'agriculture, instituts techniques, syndicat de rivières, agence de l'eau, scientifiques, etc.) et, qu'en conséquence, le développement d'outils de suivi à portée opérationnelle implique une approche multi-acteurs et repose sur la qualité des interactions entre ces acteurs. De fait, la co-construction de ces outils avec les acteurs de terrain serait sans doute une démarche à privilégier pour en assurer la pertinence et en faciliter l'appropriation.

On constate, en particulier, que le seul outil de suivi des actions recensé dans cette étude a été constitué dans le cadre du développement d'une méthode participative associant agriculteurs, conseiller agricole, animateur d'AAC, avec un appui méthodologique et logistique de l'INRA, pour définir des stratégies de réduction de pollutions. La mise en place d'un tableau de bord des résultats obtenus au champ est une piste à étudier car cela permet des allers-retours rapides entre les acteurs sur les résultats obtenus et les pratiques mises en œuvre par les agriculteurs du bassin.

6.2.3.6. Pour évaluer les effets des actions

Pour évaluer les effets des actions menées, on distingue deux grands types d'outils de suivi : ceux s'appuyant sur des observations directes de la qualité de l'eau et ceux analysant l'évolution de descripteurs des activités humaines ayant une influence sur le milieu récepteur. On constate que les outils et méthodes disponibles sont bien plus nombreux dans la seconde catégorie.

Les outils de suivi basés sur l'observation tirent parti des données des réseaux de surveillance. Ils utilisent des approches statistiques. Compte tenu des échelles caractéristiques de la variabilité spatiale et temporelle des contaminations, notamment au sein des cours d'eaux, un regroupement spatial des résultats à l'échelle des hydro-éco-régions. Une analyse à maille plus fine est actuellement délicate, la densité d'échantillonnage dans les réseaux de surveillance étant un facteur limitant.

Les outils de suivi des usages ou des pratiques sont basés sur l'analyse des évolutions de l'occupation du sol (sur la base du RPG notamment), des quantités vendues (sur la base de la BNV-d notamment) ou des quantités appliqués (sur la base de l'IFT notamment, issu soit des réseaux DEPHY soit des carnets de plaine, selon l'échelle de gestion considérée). A l'échelle locale, une méthode permet de rendre compte également de la durabilité d'une ou plusieurs exploitations d'un territoire. On note que les outils de suivi des usages et des pratiques sont très dépendants de l'accès aux bases de données pertinentes. Au final, les données sont souvent limitantes pour pouvoir établir des évaluations de risques ou suivre l'avancement des changements de pratiques notamment à l'échelle régionale (contraintes d'accès au RPG, à la BNV-d, etc.).

Pour le suivi des risques de transfert, l'I-Phy est utilisé par des acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE. Des méthodes plus élaborées existent mais sont encore peu utilisables en dehors des projets de recherche qui ont permis leur développement.

Pour réaliser une évaluation des programmes d'actions une analyse croisée de l'ensemble de ces éléments doit être réalisée. Des liens de cause à effet doivent pour cela être établis entre les usages de produits phytosanitaires, la qualité de l'eau et les actions mise en œuvre par les gestionnaires. Pour cela, la réalisation d'enquêtes est nécessaire notamment auprès des bénéficiaires du programme. Un guide (Zakeossian et Mühlberger, 2012) a été produit par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et présente une proposition de démarche évaluative à suivre par les porteurs de projet. Nous n'avons pas trouvé de recommandations similaires provenant de la recherche.

On note enfin que les pas de temps pour évaluer l'effet des actions sont souvent longs, en lien avec le temps de mobilisation des acteurs sur un territoire, le temps de réponse des milieux et la variabilité interannuelle des conditions climatiques. La relation de cause à effet entre les actions mises en œuvre et leurs impacts sur le milieu aquatique n'est donc pas immédiate. Cette situation complique le développement et la validation terrain des outils visant à évaluer ces effets. En particulier, les pas de temps longs requis ne sont pas toujours compatibles avec le pas de temps des projets de recherche et de R&D (le plus souvent inférieure à 3 ans).

6.2.3.7. Pour mobiliser les acteurs

Les outils se fixant des objectifs de ce type semblent globalement peu nombreux (ou en tout cas moins nombreux que ceux des autres catégories). On note, en particulier, que les outils visant à atteindre une analyse partagée des enjeux n'ont été répertoriés qu'à une échelle locale. Un premier élément d'explication

réside sans doute dans les types d'organismes de recherche ayant été contactés et dont les contributions figurent dans ce référentiel. Il est possible qu'existent des travaux en sciences politiques, ou en sciences de gestion par exemple, dont nous n'ayons pas eu connaissance dans le cadre de cette étude.

Toutefois des besoins semblent bien subsister. Lors de l'atelier d'échange (cf. Annexe 2) des difficultés de coordination entre les acteurs existent. Elles concernent autant les acteurs intervenant à une même échelle que l'articulation des actions menées à des échelles différentes (voir exemple dans [partie 2.2.2.3.](#)).

De plus, certains gestionnaires de ressources en eau rencontrés regrettent un manque de cohérence entre les différentes politiques (agricoles et environnementales, spécifiques à l'eau).

Tous ces éléments indiquent qu'il manquerait bien des outils permettant des échanges entre les acteurs de ces différentes échelles et permettant d'ajuster les différents objectifs et cadres de contraintes auxquels ils sont soumis.

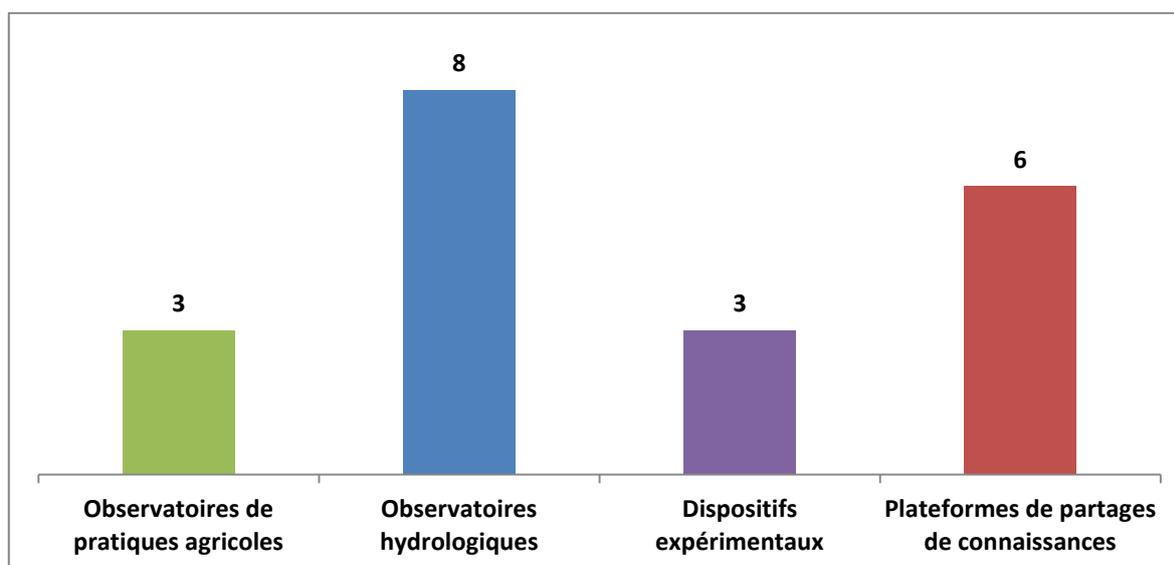
Nous n'avons relevé aucun dispositif (de type dispositif expérimental ou observatoire) pour « Engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions ». Dans le même temps sont exprimés des besoins en retours d'expérience sur la mise en place de démarches locales de protection des ressources en eau, ainsi qu'en références sur les méthodes d'animation ou les pratiques de conseil les plus adaptées. Ce qui est exprimé c'est donc un besoin de mutualisation des expériences (avec un suivi dans le temps de type « observatoire ») et avec un retour réflexif sur celles-ci.

Les notions de dispositifs d'expérimentation sociale, de démocratie participative, ou d'innovation ouverte, pourraient sans doute être utilement transposées au champ thématique qui nous occupe ici.

6.3. Bilan des dispositifs de production de références

L'enquête réalisée a mis en évidence un déséquilibre entre les différents types de dispositifs en capacité de fournir des références opérationnelles aux acteurs intervenant dans les démarches de réduction des contaminations des ressources en eau par les pesticides.

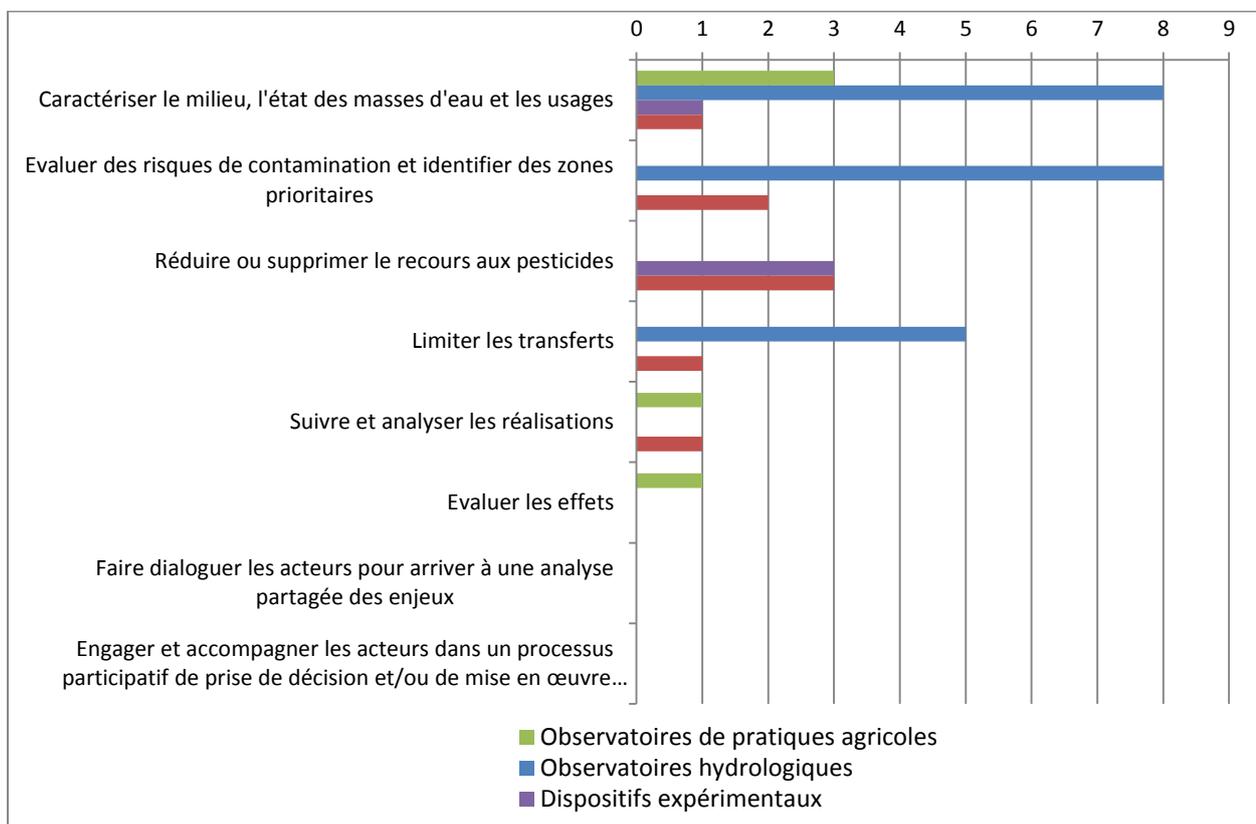
Figure 10 : Nombres de dispositifs de références répartis selon les types définis



Comme le montre la Figure 10, sur les 20 dispositifs identifiés ce sont les observatoires hydrologiques et les plateformes de partages de connaissances les plus nombreux.

Les références produites par ces dispositifs correspondent à des objectifs de gestion différents, comme le montre la Figure 11 :

Figure 11 : Nombres de types de dispositifs de références répartis en fonction des objectifs de gestion

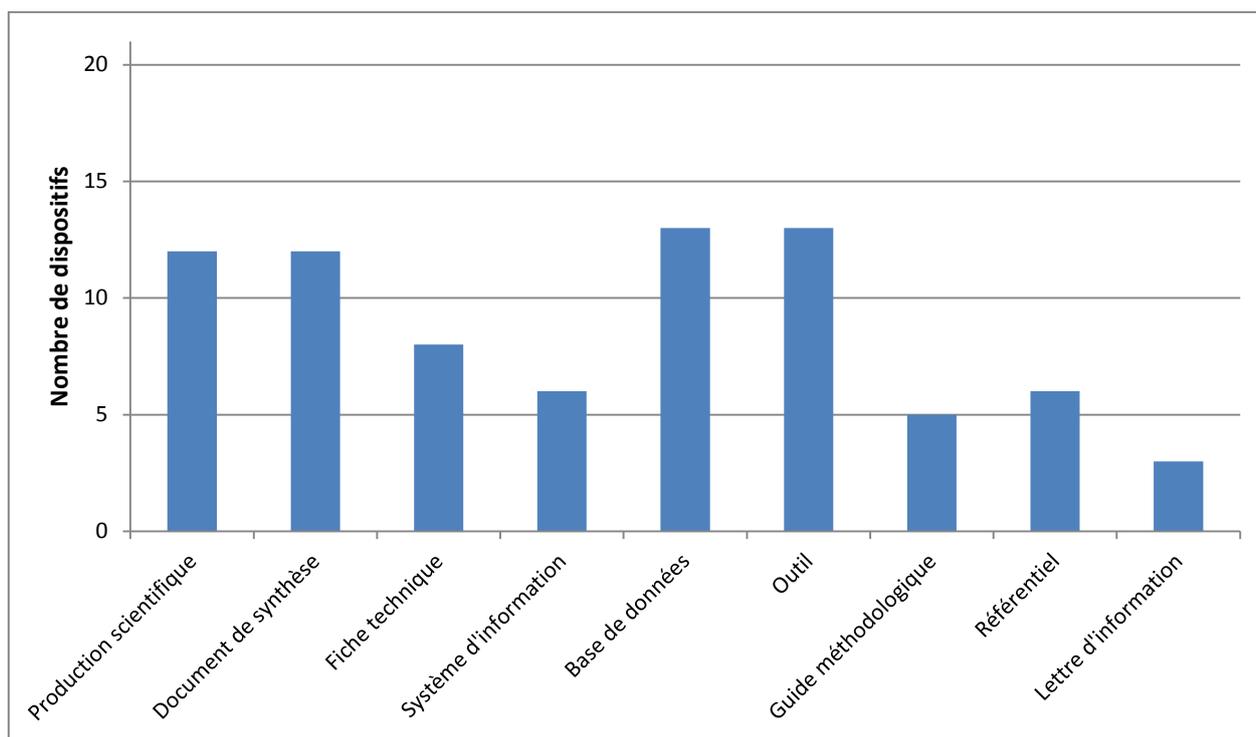


Globalement, les dispositifs de références répondent à plusieurs objectifs de gestion.

La grande majorité produit des références qui peuvent être mobilisées pour la construction du diagnostic initial et le choix des actions à mettre en œuvre. A noter que les références concernant les milieux, l'état des masses d'eau et les usages proviennent de dispositifs variés. Pour le suivi et l'évaluation de programmes d'actions, seulement un observatoire de pratiques agricoles et une plateforme produisent des références opérationnelles, relatives à l'évolution de l'occupation des sols agricoles. Il est également important de souligner qu'il n'existe pas de références, issues de dispositifs de recherche, pour faire dialoguer, engager et accompagner les acteurs dans un processus participatif de prise de décision et/ou de mise en œuvre d'actions.

La Figure 12 montre enfin que les formes de capitalisation des données et connaissances sont très variées et qu'aucune d'entre elles n'est utilisée de manière préférentielle.

Figure 12 : Nombre de dispositifs mobilisant les différents types de moyen de capitalisation des connaissances identifiés



6.4. Nature des partenariats mobilisés pour le développement des outils et méthodes inventoriés

Afin d'apporter des pistes de réflexion concernant les démarches suivies par les chercheurs pour concevoir et transférer des innovations, nous nous intéressons ici aux formes de partenariat mises en place et aux moyens employés pour leur diffusion. L'impact réel comparé des différentes démarches ne sera toutefois pas analysé faute d'éléments disponibles dans les enquêtes pour conduire une telle analyse.

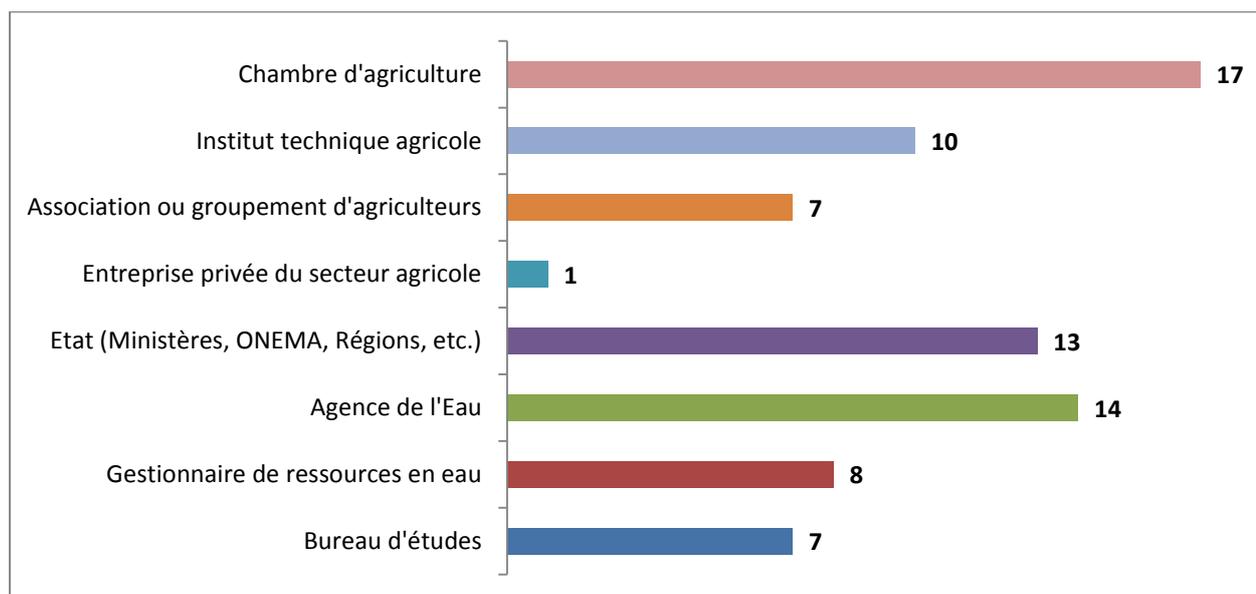
6.4.1. Analyse des stratégies partenariales des travaux de recherche portant sur la diminution de la contamination des ressources en eau par les pesticides

L'enquête réalisée auprès des concepteurs d'outils et de méthodes apporte un éclairage sur les stratégies partenariales suivies pour le développement d'innovations.

L'analyse porte uniquement sur les outils et méthodes développés par des équipes françaises et pour lesquels les fiches de renseignement ont été retournées, soit 74 sur 76.

Comme l'indique la Figure 13 les acteurs du monde agricole et les gestionnaires de ressources en eau sont à parts égales les partenaires les plus mobilisés dans les projets de recherche. On notera aussi l'intervention significative, bien qu'en moins grand nombre, de bureaux d'étude, qui semblent donc également investir dans le développement d'outils.

Figure 13 : Fréquence de l'implication des acteurs dans le développement des outils et méthodes



Parmi les acteurs du monde agricole ce sont les Chambres d'Agriculture qui sont les plus impliquées dans la conception des outils et méthodes pouvant intervenir dans les démarches de réduction des contaminations des ressources en eau dues aux pesticides. Les Agences de l'Eau sont également fortement citées tout comme l'Etat à travers ses ministères et l'AFB (anciennement ONEMA). Les acteurs privés (groupement d'agriculteurs, entreprises privées et bureaux d'études) sont aussi sollicités dans les projets de recherche portant sur les contaminations de l'eau par les pesticides. L'inventaire ne nous permet cependant pas de savoir quel est le rôle de ces acteurs dans le cadre de ces partenariats.

Il est important de noter que dans 39% des cas les concepteurs d'outils et méthodes n'ont pas déclaré de partenaires. Dans les cas où il existe un partenariat, dans 35% des cas celui-ci est bilatéral et dans 26% multilatéral.

Les partenariats bilatéraux sont mis en place avec :

- ▶ des bureaux d'études ou des start-ups. C'est le cas de 3 outils : Res-Eau-lutions diffuses, EToPhy et SimPhy.
- ▶ des instituts techniques agricoles. C'est le cas de 3 outils : DECID'Herb, DEXiPM et IDEA.
- ▶ l'Etat (ministères ou Régions) ou l'ONEMA dans le cadre de commandes publiques. Les outils ainsi développés sont destinés à être utilisés par les gestionnaires de ressources en eau. C'est le cas de 8 outils et méthodes comme par exemple ARPEGES, Co-Click'Eau, l'IFT et SIRIS-Pesticides.
- ▶ des Chambres d'Agriculture. C'est le cas de 5 outils : DAEG, DPR, Diagnostic Territ'eau, Méthode de formalisation d'une typologie de pratiques agricoles, Méthode de modélisation des choix.
- ▶ des Agences de l'Eau. C'est le cas de 6 outils : MACRO-MARTHE, Méthode d'évaluation des pratiques à partir des carnets de plaine, Outils d'aménagement et d'implantation de ZTHA, PeSTICS, PeSTICS-MODCOU.

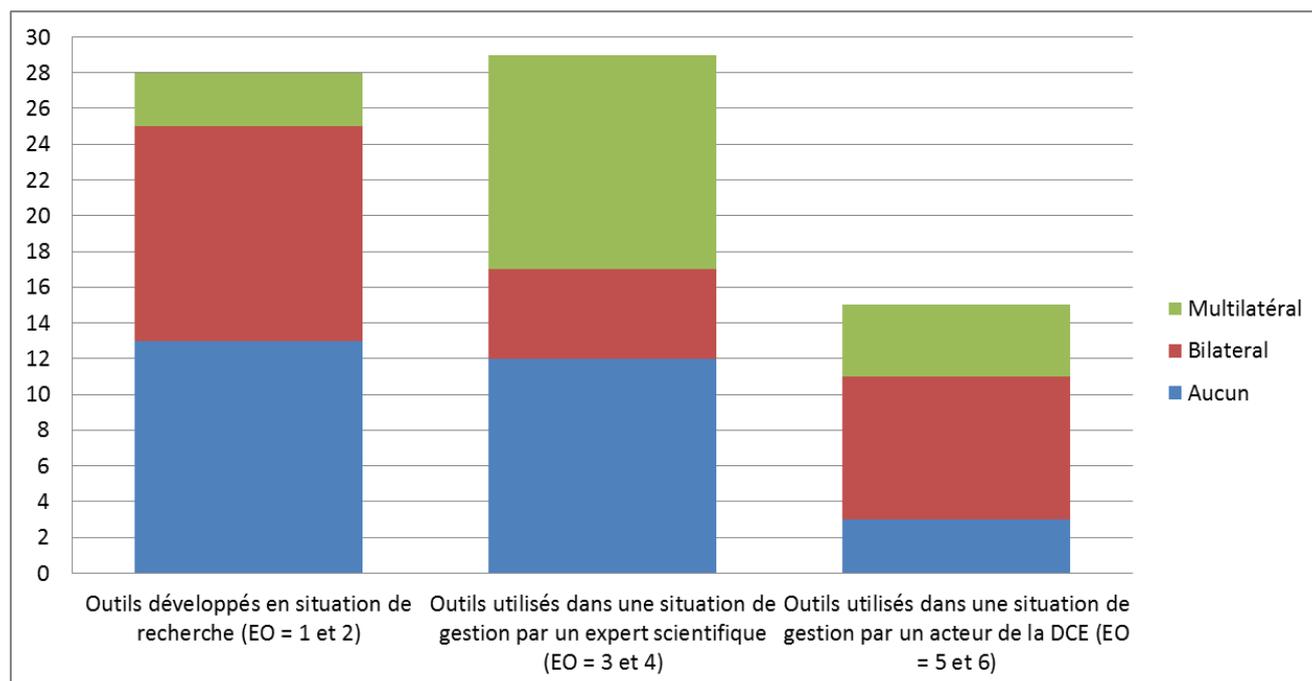
Les partenariats multilatéraux sont mis en place notamment entre des instituts de recherche et :

- ▶ des instituts techniques et des acteurs privés du secteur agricole (entreprises ou groupements d'agriculteurs). C'est le cas de 6 outils et méthodes : méthode STEPHY, INDIGO, IPSIM, Méthode d'évaluation du potentiel de contamination des ESU, PERSYST et POD Mildium.
- ▶ des acteurs du monde agricole et des gestionnaires des ressources en eau. C'est le cas de 5 outils et méthodes : la méthode de co-conception de systèmes de culture, l'entrepôt de données spatiales, la méthode IMAS, la méthode multicritère d'aide à la décision et SACADEAU.

- ▶ Des acteurs du monde agricole et une Agence de l'Eau. C'est le cas de 4 outils et méthodes : délimitation et cartographie de vulnérabilité des ACC d'ESO, méthode de construction et de distribution de rotations-types en fonction des types de sol, OdERA-Systèmes, PHYTOPIXAL et RPTL.

Nous remarquons que la proportion d'outils et méthodes développés sans partenariats tend à diminuer plus l'état d'opérationnalité est élevé. Comme le montre la Figure 14, elle est de 46% pour les outils en situation de recherche, puis de 41% pour les outils en situation de gestion avec l'appui d'un expert scientifique et finalement de 20% pour les outils actuellement utilisés par les acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE.

Figure 14 : Nombre de types de partenariat en fonction de l'état d'opérationnalité des outils et méthodes



6.4.2. Analyse des moyens mis en œuvre pour le transfert des outils et méthodes

Afin de mieux entrevoir les conditions d'utilisation d'un outil ou d'une méthode, les concepteurs ont été interrogés sur les durées moyennes de mise en œuvre et de prise en main (incluant le temps de formation). A partir des réponses obtenues pour 50 outils et méthodes, apparaissent trois groupes distincts, laissant entrevoir trois types de stratégies de transfert. Pour étayer leur description, les moyens de transfert employés sont également présentés. Les résultats sont visibles dans le Tableau 21 :

Tableau 21 : Caractéristiques des trois groupes d'outils identifiés

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Durée de mise en œuvre	Quelques jours à quelques semaines	Quelques mois	Quelques mois à supérieur à un an
Durée de prise en main	Quelques jours à quelques semaines	Quelques jours à quelques semaines	Quelques mois à supérieur à un an
Nombre d'outils inventoriés correspondants à la situation	38	9	3
Formation assurée	Majoritairement non (34%)	Variable (44%)	Majoritairement oui (66%)
Guide d'utilisation	Majoritairement oui (74%)	Variable (44%)	Majoritairement non (33%)
Assistance assurée	Variable (50%)	Majoritairement oui (78%)	Majoritairement non (33%)
Description de la situation	Outils dont la mise en œuvre est rapide et requiert peu d'accompagnement de la part d'un expert scientifique. La diffusion d'un guide d'utilisation est le moyen de diffusion privilégié.	Outils dont la mise en œuvre est relativement longue et requiert une assistance de la part d'un expert scientifique	Outils dont la mise en œuvre et la prise en main sont longues et requièrent une formation spécifique

Le groupe 1 correspond à des outils dont la durée de mise en œuvre tout comme la prise en main sont jugées rapide, de quelques jours à quelques semaines. Pour assurer le transfert aux utilisateurs il semblerait que les concepteurs aient choisi majoritairement d'élaborer des guides d'utilisation. En effet, pour la plupart d'entre eux il n'existe pas de formation spécifique. Les guides sont donc supposés suffisamment explicites pour assurer une prise en main rapide. L'accompagnement prévu pour assister les utilisateurs dans la mise en œuvre n'est pas toujours prévu, pour un outil sur deux seulement. Ceci peut signifier que ces outils sont simples d'utilisation et ne requièrent pas de compétences particulières du point de vue du concepteur. Pour certains outils il se peut cependant qu'il n'existe pas encore d'accompagnement car ceux-ci se trouvent encore en phase de développement.

Le groupe 2 correspond à des outils dont la durée de mise en œuvre est plus longue par rapport au groupe précédent. Ceci peut être notamment dû à la collecte de données d'entrée plus difficiles d'accès ou au besoin de mise en place préalable d'une dynamique collective. Il est important de noter que pour la grande majorité de ces outils (les trois quarts) un accompagnement est prévu par les concepteurs.

Finalement, le groupe 3 correspond à des outils dont la durée de mise en œuvre tout comme la prise en main sont jugées longues. La maîtrise de ces outils passe par une formation afin d'acquérir des compétences particulières. Il est cependant difficile de caractériser ce groupe du fait du faible nombre d'outils le composant.

Dans ces 3 situations les supports matériels et les approches scientifiques sont variés. Il n'est donc pas possible d'établir un parallèle entre la nature de l'outil (modèle, indicateur, etc.) et son niveau de difficulté pour le transférer. De plus, le transfert effectif d'un outil auprès d'utilisateurs peut aussi dépendre du niveau d'implication de ceux-ci dans la phase de conception et les moyens de diffusion mobilisés. Finalement, il est important de souligner que les moyens utilisés pour transférer les outils issus de travaux de recherche, et qui

ont été présentés dans cette analyse, ne sont pas nécessairement suffisant pour assurer une utilisation pérenne et effective hors recherche.

7. CONCLUSION

Afin d'améliorer la diffusion des résultats des travaux scientifiques récents vers les gestionnaires de ressources en eau contaminées par les pesticides, ce référentiel présente un ensemble d'outils, de méthodes et de dispositifs de production de références finalisés ou en cours de développement par des institutions de recherche.

Le référentiel a été construit sur la base d'une analyse préalable de la mise en œuvre de l'action publique visant à réduire les pollutions de l'eau par les pesticides. Cette analyse a été menée par enquête auprès d'un panel d'acteurs intervenant dans les démarches de protection des ressources en eau. Elle fournit une grille de classification des outils et méthodes inventoriées en fonction des besoins méthodologiques liés à l'application de la directive cadre sur l'eau au plan national pour la limitation de la contamination des eaux par les pesticides.

L'inventaire des outils, méthodes et dispositifs de production de références a été réalisé auprès des instituts de recherche travaillant sur la thématique de la pollution des eaux par les pesticides. Il fournit une vision prospective et un bilan analytique des outils et références qui seront, à moyen terme, opérationnels et à disposition des gestionnaires de l'eau. Il a pour vocation d'être enrichi et mis à jour de manière régulière.

L'inventaire a permis de constater l'existence d'un grand nombre d'outils ou méthodes pouvant aider au diagnostic de la contamination et de ses causes et au choix des actions à mettre en place, particulièrement à l'échelle des masses d'eau. Il a toutefois aussi révélé une certaine faiblesse numérique des travaux méthodologiques menés pour suivre et évaluer les programmes d'actions et pour mobiliser l'ensemble des acteurs concernés. Ce déficit fait écho aux réactions des gestionnaires de l'eau rencontrés, notamment animateurs de bassins ou de captages, qui expriment en premier comme difficultés et points de blocage majeurs la création de conditions favorables pour l'adhésion des acteurs locaux aux principes et/ou à la mise en œuvre des plans d'action, mais aussi l'articulation entre acteurs locaux et institutionnels. Ainsi, si l'effort de recherche futur doit être évidemment poursuivi et approfondi sur les méthodes de diagnostic, dont l'inventaire a permis de repérer plusieurs manques ou limites, il devrait également faire l'objet d'une intensification particulière en ce qui concerne les approches d'expérimentation sociale et d'innovation ouverte afin de répondre aux besoins méthodologiques forts en ce domaine.

On notera enfin que la plupart des outils inventoriés a fait l'objet de partenariats entre laboratoires de recherche, instituts techniques, gestionnaires de l'eau, entreprises des secteurs environnemental et agricole. L'enquête n'a pas été suffisamment précise pour définir le rôle exact des partenaires et évaluer leur niveau d'implication exact dans la conception ou la diffusion des outils et méthodes. Deux constats apparaissent néanmoins. Le premier est que les outils déjà utilisés de manière autonome par des utilisateurs gestionnaires sont aussi ceux dont la conception ou le développement ont le plus souvent fait l'objet d'un partenariat amont non académique. Ceci vient en appui de l'hypothèse souvent émise de l'intérêt d'un co-développement associant concepteurs et utilisateurs pour favoriser l'adoption d'une innovation. Le second est qu'il manque, pour beaucoup d'outils et de méthodes, l'identification d'un opérateur assurant dans la durée la maintenance et la diffusion des outils auprès des acteurs de terrain. En effet, de nombreux outils inventoriés nécessitent pour leur mise en œuvre une expertise que les utilisateurs potentiels ne peuvent acquérir en général en raison du temps restreint qu'il leur est possible de consacrer à l'appropriation d'une méthode particulière.

Au total, ce référentiel propose au lecteur la possibilité d'avoir une vision panoramique d'outils et méthodes développés dans un contexte académique pour le diagnostic et la gestion de la contamination des masses d'eau par les pesticides. Les outils inventoriés peuvent être appliqués dans le cadre d'une démarche de gestion des pollutions, mais ils ne la définissent pas. Toute démarche doit s'inscrire dans le cadre réglementaire des politiques publiques, mais devrait aussi s'inscrire, comme l'ont souligné de nombreux interlocuteurs rencontrés lors de l'élaboration du référentiel, dans des projets de développement territorial,

dont les objectifs intègrent l'indispensable reconquête de la bonne qualité des ressources en eau mais également les piliers socio-économiques du développement durable.

BIBLIOGRAPHIE

- Alaphilippe, A., Angevin, F., Buurma, J., Caffi, T., Capowiez, Y., Fortino, G., Heijne, B., Helsen, H., Holb, I., Mayus, M., Rossi, V., Simon, S., Strassemeyer, J., 2013. Application of DEXiPM® as a tool to co-design pome fruit systems towards sustainability. In: Integrated protection of fruit crops (p. 531-535). Presented at VIII. International Conference on Integrated Fruit Production, Kusadasi District of Aydin Province, TUR (2012-10-07 - 2012-10-12). Zurich, CHE : IOBC-WPRS.
- Almeida-Dias, J., Rui-Figueira, J., Roy, B., 2010. ELECTRE TRI-C: A multiple criteria sorting method based on characteristic reference actions. *European Journal of Operational Research*, Vol. 204, pp. 565-580.
- Andrieux, P., Biarnes, A., J.M. Barbier, A. Bonnefoy, C. Compagnone, X. Delpuech, C. Gary, A. Metay, J.-P. Rellier et M. Voltz, 2015. Rapport final - SP3A : Préservation des sols viticoles méditerranéens et amélioration de leurs fonctions de régulation des flux d'eau et de matières associées : répartition spatiale dans un bassin versant, de pratiques agricoles adaptées et acceptables
- Angevin, F., Fortino, G., Bockstaller, C., Pelzer, E., Messean, A., 2017. Assessing the sustainability of crop production systems: Toward a common framework?. *Crop Protection*, 97, 18-27. DOI : 10.1016/j.cropro.2016.11.018
- Arrighi, A., Durpoix, A., Barataud, F., 2014. Analyse de territoires à enjeux eau avec les acteurs grâce à un nouvel outil. In: *Quelle agriculture pour demain ?* (p. 1-17).
- Aslam, S., Iqbal, A., Deschamps, M., Recous, S., Garnier, P., Benoit, P., 2015. Effect of rainfall regimes and mulch decomposition on the dissipation and leaching of S-metolachlor and glyphosate: a soil column experiment. *Pest Management Science*, 71 (12), 278–291. DOI : 10.1002/ps.3803
- Attoumani-Ronceux A., Aubertot J.-N., Guichard L., Jouy L., Mischler P., Omon B., Petit M.S., Pleyber E., Reau R., Seiler A., 2011. Guide pratique pour la conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires – Application aux systèmes de polyculture.
- Aubertot, J.-N., Barbier, J. M., Carpentier, A., Gril, J.-N., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Voltz, M., Savini, I., 2005. Pesticides, agriculture, environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective. Unité Expertise Scientifique Collective - ESCo, Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, 702 p.
- Aubertot, J.-N. and Robin, M.-H., 2013. Injury Profile SIMulator, a qualitative aggregative modelling framework to predict crop injury profile as a function of cropping practices, and the abiotic and biotic environment. I. Conceptual bases. *Plos One*, 8 (9). DOI : 10.1371/journal.pone.0073202
- Ayadi H., Le Bars M., Le Grusse P., Mandart E., Fabre J., Bouaziz A., Bord J.-P., 2014. SimPhy: a simulation game to lessen the impact of phytosanitaires on health and the environment - the case of Merja Zerga in Morocco. *Environmental Science and Pollution Research*, 01/04/2014, vol. 21, n. 7, p. 4950-4963.
- Banton O., Larocque M., Surateau F., Villeneuve J.P., 1993. AgriFlux : Logiciel d'évaluation des pertes environnementales de contaminants agricoles. Manuel d'utilisateur. Rapport scientifique INRS-Eau n° R-380. Ste-Foy, Qc.
- Barataud, F. et Durpoix, A., 2014. Analyse territorialisée des parcelles des exploitants agricoles concernés par une aire d'alimentation de captage. Presented at Utilisation des données spatiales pour la gestion des AAC, Paris, FRA.
- Barataud, F., Durpoix, A., 2017. DEAUMIN'EAU : une base de données pour caractériser les captages et accompagner les acteurs locaux de l'eau sur le bassin Rhin Meuse. *Innovations Agronomiques* (57), 65-76.
- Barataud, F., Benoit, M., Beguin, P., Havet, A., Le Bail, M., Martin, P., Mathieu, A., Reau, R., Remy, B., Vial-Coutarel, L., 2014. Accompagner les acteurs dans des démarches de protection de la ressource en eau. Analyse d'éléments clés et moyens mis à disposition. Rapport final, Convention ONEMA-INRA - Action 8, Mars 2014. 72 p.

- Bedos, C., Générmont S., LeCadre E., Barriuso E. Cellier P., 2009. Modelling pesticide volatilization after soil application using the mechanistic model Volt'Air. *Atmospheric Environment*, 43, 3630-3669
- Bedos, C., Loubet, B., Barriuso Benito, E., 2013. Contamination des eaux de surface par les pesticides : évaluation de la part des dépôts gazeux aériens. *Innovations Agronomiques*, 28, 25-33.
- Beigel, C., M. Berardozi, M. Cecchi, N. Domange, C. Guyot, K. Hammel, S. Huber, G. Kahl, S. Knowles and L. Loiseau, 2010. Frogs: French refinement of groundwater scenarios, UIPP Environmental Methodology Working Group. 301 pp.
- Bénézit J.-J., Delcour D., Rathouis P., Raymond M., 2014. Pour une meilleure efficacité et une simplification des dispositions relatives à la protection des captages d'eau potable. Rapport Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt/CGAAER, Ministère des affaires sociales et de la santé/IGAS, Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie/CGEDD, 112 p.
- Benoît, M., Le Ber, F., Mari, J.-F., Mignolet, C., Schott, C., 2003. CarrotAge, un logiciel pour la fouille de données agricoles. Colloque STIC et Environnement SE'2003, Jun 2003, Rouen, France, 4 p.
- Bergez, J.-E., Chabrier, P., Gary, C., Jeuffroy, M.-H., Makowski, D., Quesnel, G., Ramat, E., Raynal, H., Rouse, N., Wallach, D., Debaeke, P., Durand, P., Duru, M., Dury, J., Faverdin, P., Gascuel-Oudou, C., Garcia, F., 2013. An open platform to build, evaluate and simulate integrated models of farming and agro-ecosystems. *Environmental Modelling and Software*, 39, 39-49. DOI : 10.1016/j.envsoft.2012.03.011
- Berthier, C., Barbier, J.M., Constant, N., Davidou, L., Delière, L., Guisset, M., Jacquet, O., Lafond, D., Panon, M.L., Sauvage, D., 2011. CEPVITI : Co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytosanitaires. Min. Agriculture. 28 pages.
- Bockstaller C. et Girardin P., 2006. Evaluation agri-environnementale des systèmes de culture : la méthode environnementale des systèmes de culture : la méthode INDIGO®. *Oléoscope*, n°85, 4-6
- Bockstaller, C., Galan, M.-B., Capitaine, M., Colomb, B., Mousset, J., Viaux, P., 2008. Comment évaluer la durabilité des systèmes en production végétale ?. In: Raymond Reau, Thierry Doré, *Systèmes de culture innovants et durables : Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?* (p. 29-51). Transversales. Dijon, FRA : Educagri Editions
- Bohanec, M., 2015. DEXi: Program for Multicriteria Decision Making, User's Manual. Version 5.00 IJS Report IJS DP-11897. Jozef Stefan Institute, Ljubljana. <http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/pub/DEXiManual500.pdf>.
- Boithias, L., 2012. Modélisation des transferts de pesticides à l'échelle des bassins versants en période de crue. (Modelling pesticide transfers at catchment scale during flood events.)
- Bouchet, L., Cocard, H., Louchart, X., 2013. Réalisation d'un bilan des processus de construction des programmes de mesures DCE au niveau bassin. Prise en compte de la thématique des pollutions diffuses par les produits phytosanitaires dans les programmes de mesures DCE. Rapport ONEMA – INRA – Envilys, février 2013.
- Bourgeois, M., Dionnet, M., Rougier, J.-E., Imache, A., Billy, C., Tournebize, J., Bouarfa, S., 2015. Un dialogue territorial innovant pour contribuer à la réduction des pollutions diffuses au niveau d'un territoire. *Revue « L'innovation ouverte au service de l'environnement »*, 2015, no. 17, p. 58-61
- Branger, F., Tournebize, J., Carluer, N., Kao, C., Braud, I. et Vauclin, M., 2009. A simplified modelling approach for pesticide transport in a tile-drained field: the PESTDRAIN model. *Agricultural Water Management*, Elsevier Masson, 2009, 96 (3), p. 415 - p. 428.
- Bravard J.P., 1998. Le temps et l'espace dans les systèmes fluviaux, deux dimensions spécifiques de l'approche géomorphologique. *Annales de Géographie*, 599: 3-15.
- Brisson, N., Mary, B., Ripoche, D., Jeu_roy, M. H., Ruget, F., Nicoulaud, B., Gate, P., Devienne-Barret, F., Antonioletti, R., and Durr, C., 1998. STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances in theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie*, 18(5-6) : 311-346.

- Bruchon L., Le Bellec F., Vannière H., Ehret P., Vincenot D., De Bon H., et al. 2015. Guide tropical - Guide pratique de conception de systèmes de culture tropicaux économes en produits phytosanitaires, Le Bellec F. éd. Cirad, 210 p.
- Brun P et Frey V., 2011. Mise en place des programmes de protection des aires d'alimentation des captages pour l'eau potable. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire - Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement. Paris, mai 2011.
- Carles, M., Cahuzac, E., Guichard, L., Martin, P., 2015. Mieux suivre spatialement l'usage des pesticides, en particulier sur les bassins versants, en s'appuyant sur un observatoire des ventes détaillé au code postal de l'utilisateur final de produit.
- Carluer N., Noll D., Bernard K., Fontaine A., Lauvernet C. (2014). Dimensionner les zones tampons enherbées et boisées pour réduire le transfert hydrique des produits phytosanitaires. TSM, n°12, pp101-120.
- Caron, P., Cheylan, J-P., 2008. Donner sens à l'information géographique pour accompagner les projets de territoire : cartes et représentations spatiales comme supports d'itinéraires croisés, Géocarrefour, vol. 80/2, mis en ligne le 01 décembre 2008.
- Catalogne C., Carluer N., Le Henaff G., Vernoux J.F., 2014. Guide pour la délimitation et la cartographie de la vulnérabilité intrinsèque d'Aires d'Alimentation de Captages à transferts mixtes. Rapport IRSTEA/BRGM-ONEMA, 58 pp.
- Catalogne C., Le Henaff G., Carluer N., 2016. Guide pour l'évaluation de la vulnérabilité intrinsèque aux transferts hydriques de contaminants d'origine agricole dans le cas d'une Aire d'Alimentation de Captage à transferts mixtes- Présentation de la méthode et exemple d'application. Rapport IRSTEA-ONEMA, 98 pp.
- Celette, F., Ripoché, A., Gary, C., 2010. WaLIS- A simple model to simulate water partitioning in a crop association: The example of an intercropped vineyard. Agricultural Water Management, 97 (11), 1749-1759. DOI : 10.1016/j.agwat.2010.06.008
- Cerf, M. et Meynard, J.-M., 2006. Les outils de pilotage des cultures : diversité de leurs usages et enseignements pour la conception », Natures Sciences Sociétés, 14, p. 19-29.
- Chantre, É., Guichard, L., Gisclard, M., Jacquet, F., Nave, S., 2012. Une démarche collective de construction de scénarios prospectifs à l'échelle d'Aires d'Alimentation de Captages pour appuyer l'élaboration de plans d'actions en vue d'améliorer la qualité de l'eau. Communication au Symposium PSDR Les chemins du développement territorial, Clermont-Ferrand, 19-21 juin.
- Colbach N., Gibot-Leclerc S., Granger S., Moreau D., Voisin A.-S., Bockstaller C., 2014. Analyse et modélisation des effets des pratiques agricoles sur les services et disservices écosystémiques dépendant des adventices. Application à l'évaluation et la conception de systèmes de culture économes en herbicides (Florsys), rapport intermédiaire, programme Pesticides (APR 2011), 25 p.
- Compagnone C. and Hellec F., 2015. Farmer's Professional Dialogue Networks and Dynamics of Change. The Case of ICP and no-Tillage in Burgundy (France). Rural Sociology, 80 (2), 248-273.
- Craheix, D., Angevin, F., Bergez, J.-E., Bockstaller, C., Colomb, B., Guichard, L., Reau, R., Doré, T., 2012. MASC 2.0, un outil d'évaluation multicritère pour estimer la contribution des systèmes de culture au développement durable. Innovations Agronomiques, 20, 35-48.
- Crevoisier, D., Chanzy, A. and Voltz, M., 2009. Evaluation of the Ross fast solution of Richards' equation in unfavourable conditions for standard finite element methods. Advances in Water Resources, 32(6) :936-947.
- Croiset N. et Lopez B., 2014. Hype, Outil d'analyse statistique des séries temporelles d'évolution de la qualité des eaux souterraines. Manuel d'utilisation. BRGM/RP-63066-FR. <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-63066-FR.pdf>
- Dagès, C., Bailly, J. S., Dollinger, J., Lagacherie, P., Voltz, M., 2016. Guide méthodologique : diagnostic et gestion des réseaux de fossés agricoles infiltrants pour la limitation de la contamination des masses d'eau par les pesticides.

- De Roo, A.P.J., Wesseling, C.G., Ritsema, C.J., 1996. LISEM: A single-event physically based hydrological and soil erosion model for drainage basins .1. Theory, input and output. *Hydrological Processes*. 10, 1107-1117.
- Delière, L., Cartolaro, P., Léger, B. and Naud, O., 2014. Field evaluation of an expertise-based formal decision system for fungicide management of grapevine downy and powdery mildews. *Pest management science* 71: 1247-1257.
- Devienne S., Wybrecht B., 2002. Analyser le fonctionnement d'une exploitation. *Mémento de l'agronome*, Paris, CIRAD - GRET - Ministère des Affaires étrangères. 345-372
- Direction de l'Eau et de la Biodiversité, 2012. Guide pour la mise à jour de l'Etat Des Lieux. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Mars, 2012. 124 p. Consultable sur : http://www.reseau.eaufrance.fr/webfm_send/2785
- Dworak, T., Berglund, M., Thaler, T., Fabik, E., Amand, B., Grandmougin, B., Ribeiro, M. M., Laaser, C., Matauschek, M., 2010. Assessment of agriculture measures included in the draft River Basin Management Plans - Summary Report. 134 p.
- Fabre, J.-C., Louchart, X., Colin, F., Dagès, C., Moussa, R., Rabotin, M., Raclot, D., Lagacherie, P., Voltz, M., 2010. OpenFLUID: a software environment for modelling fluxes in landscapes. In: *LandMod 2010: International Conference on Integrative Landscape Modelling* (p. 1-13). Presented at International Conference on Integrative Landscape Modelling, Montpellier, FRA (2010-02-03 - 2010-02-05). Versailles, FRA : Editions Quae.
- Ferrand, N., Farolfi, S., Abrami, G., Du Toit, D. 2009. WAT-A-GAME: sharing water and policies in your own basin. ISAGA conference. Singapour : SSAGSG
- Fortino G. and Reau R., 2010. Two separate steps for cropping system assessment: Characterisation and final evaluation. *Proceedings of the XIth ESA congress, August 29th-September 3rd, Montpellier, France*, pp. 411-412
- Gascuel-Oudoux C., Arousseau P., Cordier M.O., Durand P., Garcia F., Salmon-Monviola J., Tortrat F., Trepos, R., 2009. A decision-oriented model to evaluate the effect of land use and management on herbicide contamination in stream water. *Environmental modelling and software*, 24, 1433-1446.
- Gascuel-Oudoux, C., Guet, S., Merot, P., Tico, S., Troccaz, O., 2013. Approches territoriales autour de l'eau pour réfléchir le paysage et mobiliser des changements de pratiques et systèmes agricoles : l'exemple de Territ'eau. *Innovations Agronomiques*. 31, 159-168
- Gauroy, C., Gouy, V., Carluier, N., 2012. Interprétation des données de surveillance de la contamination des eaux de surface par les pesticides par hydro-écorégion. *Sciences Eaux & Territoires*, 11 pp.
- Gauroy, C., Bougon, N., Carluier, N., Gouy, V., Le Hénaff, G., Piffady, J. et Tormos, T., 2014. Évaluation des risques de contamination des masses d'eau de surface par les produits phytosanitaires en France : la méthode Arpeges TSM 2014 ; 12 : 61-78
- Ghiotti, S. 2006. Les Territoires de l'eau et la décentralisation. La gouvernance de bassin versant ou les limites d'une évidence». *Développement Durable et Territoires*. Dossier 6 : Les territoires de l'eau.
- Gigleux, S., 2009. Modélisation du transfert des pesticides du sol jusqu'à l'aquifère : étude par approches de complexité croissante site de Montreuil sur Epte. PhD thesis, Avignon, Avignon.
- Girard, N., 2006. Catégoriser les pratiques d'agriculteurs pour reformuler un problème en partenariat. Une proposition méthodologique. *Cahiers Agricultures*, 15 (3), 261-272.
- Girard, N., Magda, D., Astruc, J.-M., Couix, N., Gross, H., Guyon, J.-P., Labatut, J., Poinot, Y., Saldaqui, F., 2015. Analyzing indicators for combining natural resources management and production-oriented activities. *Environment Development and Sustainability*, 17 (1), 155-172. DOI: 10.1007/s10668-014-9544-7
- Gril, J.-J., Dorioz, J.-M., 2004. Des bassins versants de recherche aux bassins opérationnels : quels bassins versants pour connaître et maîtriser les pollutions diffuses agricoles ?. *Ingénieries - E A T*, IRSTEA édition 2004, p. 3 -16

- Gril, J.-J., Le Hénaff, G., Faidix, K., 2010. Mise en place de zones tampons et évaluation de l'efficacité de zones tampons existantes destinées à limiter les transferts hydriques de pesticides : guide de diagnostic à l'échelle du petit bassin versant. Rapport Irstea-MAAP, 42 p.
- Gross, H. 2011. Analyse managériale des rapports entre nature des outils et action pour la gestion agri-environnementale : Le cas de la gestion durable des ressources pastorales. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, Toulouse, 193 p.
- Guichard L., Ballot R., Glachant C., Aubert C., 2013. PERSYST, un outil d'estimation des PERformances agronomiques de SYSTèmes de culture - Adaptation à l'agriculture biologique en Ile-de-France. *Innovations Agronomiques* 32, 123-138
- Guichard L., Ballot R., Halska J., Lambert E., Meynard J.M., Minette S., Petit M.S., Reau R., Soullignac V., 2015. AgroPEPS, un outil web collaboratif de gestion des connaissances pour Produire, Echanger, Pratiquer, S'informer sur les systèmes de culture durables, *Innovations Agronomiques* 43 (2015), 83-94
- Guiet S., Tico S., Gascuel-Oudoux C., Troccaz O., 2013. Aménagement et gestion du paysage agricole et qualité de l'eau : la démarche TERRIT'EAU. *Innovations Agronomiques* 30 (2013), 193-207
- Halpern C., Lascoumes P. et Le Galès P., 2014. L'instrumentation de l'action publique. Controverses, résistance, effets, Paris, Presses de Sciences Po, coll. « Gouvernances », 2014, 520 p., ISBN : 978-2-7246-1456-5.
- Hatchuel, A. et Weil, B., 1992. L'expert et le système – Gestion des savoirs et métamorphose des acteurs dans l'entreprise industrielle, suivi de quatre histoires de systèmes-experts, Economica, Paris, 263 p.
- Hutson JL and Wagenet RJ, 1992. LEACHM, Leaching Estimation And Chemistry Model, a process-based model of water and solute movement, transformations, plant uptake and chemical reactions in the unsaturated zone. Department of Soil, Crop and Atmospheric Sciences, Cornell University, NY, USA
- Jean-Baptiste, S., Guichard, L., Reau, R., 2016. Guide pratique d'aide à la réalisation du diagnostic territorial des pressions et émissions agricoles. Version test - Octobre 2016. Consulté sur : <https://www6.versailles-grignon.inra.fr/agronomie/layout/set/print/Productions/Outils-et-modeles/Diagnostic-Territorial-Pressions-et-Emissions-Agricoles>
- Keichinger, O., P. Benoit, A. Boivin, X. Bourrain, O. Briand, A. Chabert, N. Domange, I. Dubus, V. Gouy, L. Guichard, M. Pitrel, E. Pleyber, S. Roulier, F. Zahm et C. Bockstaller, 2013. GUIDE : développement d'un outil d'aide à la sélection d'indicateurs de risques liés à la présence des produits phytopharmaceutiques dans les milieux aquatiques - Mise au point, applications et perspectives. *Innovations Agronomiques* 28 (2013), 1-13
- Kuhfuss, L., Menu, M.-F., Préget, R., Thoyer, S., 2012. Une alternative originale pour l'allocation de contrats agro-environnementaux : l'appel à projets de l'Agence de l'eau Artois-Picardie. *Pour*, 213, 97-107.
- Kuhfuss, L., Préget, R., Thoyer, S., 2014. Préférences individuelles et incitations collectives : quels contrats agroenvironnementaux pour la réduction des herbicides par les viticulteurs ?. *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement*, 95 (01), 111-143. DOI : 10.4074/S1966960714011060
- Kuhfuss, L., Subervie, J., 2015. Do agri-environmental schemes help reduce herbicide use? Evidence from a natural experiment in France. *Discussion papers in Environmental Economics*, 2015-05
- Lafitte, J.-J. et Lefebvre, E., 2013. Evaluation à mi-parcours de la mise en œuvre des Schémas directeurs d'aménagement des eaux. Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, rapport n° 008844-01, octobre 2013, 56 p.
- Lafolie, F., 1991. Modelling water flow, nitrogen transport and root uptake including physical non-equilibrium and optimization of the root water potential. *Fertilizer Research*. 27: 215-231.
- Lagacherie, P., Rabotin, M., Colin, F., Moussa, R. and Voltz, M., 2010. Geo-MHYDAS: A landscape discretization tool for distributed hydrological modeling of cultivated areas, *Computers & Geosciences*, 36, p.1021 - 1032.
- Laget E., Guadagnini M., Plénet D., Simon S., Assié G., Billote B., Borioli P., Bourgouin B., Fratantuono M., Guérin A., Hucbourg B., Lemarquand A., Loquet B., Mercadal M., Parveaud C.-E., Ramade L., Rames M.-H.,

- Ricaud V., Rousselou C., Sagnes J.-L. & Zavagli F., 2014. Guide pour la conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques. GIS Fruits et Ministère de l'Agriculture, Paris, 264 p.
- Lammoglia S.K, Moeys J., Barriuso E., Larsbo M., Marin-Benito J.M., Justes E., Alletto L., Ubertosi M., Nicolardot B., Munier-Jolain N., Mamy L., 2016. Sequential use of the STICS crop model and of the MACRO pesticide fate model to simulate pesticides leaching in cropping systems. *Environmental Science and Pollution Research* (en ligne). DOI 10.1007/s11356-016-6842-7
- Larsbo M. and Jarvis NJ., 2003. MACRO 5.0. A model of water flow and solute transport in macroporous soil. Technical description. Rep EmergoUppsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences, 49 p.
- Lascoumes, P. et Le Galès, P. [dir], 2004. Gouverner par les instruments. Paris, Presses de Sciences Po, Collection « Gouvernances », 2004, 372 pages.
- Lascoumes, P., et Simard, L., 2011. L'action publique au prisme de ses instruments. *Revue Française de Science Politique*, 61(1), 5-22.
- Launais, M., Bedranga, L., Estorgues, V., Faloya, V., Jeannequin, B., Lheureux, S., 2014. Guide pratique pour la conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques.
- Le Gall, A. C., Morot, A., Jouglet, P., and Chatelier, J.-Y., 2007. Mise à jour et amélioration de la méthode SIRIS et développement d'un outil informatique pour son application ; Rapport de l'étape 1 du projet, Rep. No. DRC-07-73770-04644A. INERIS, Verneuil en Halatte, France. pp 122.
- Le Henaff G. et Gauroy C., 2012. Délimitation des aires d'alimentation de captages en eaux de surface et caractérisation de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions agricoles diffuses par les pesticides – Guide méthodologique. Rapport Irstea-MEEDDM/MAAP, 55 pp.
- Leccia, O., Lescot, J.M., Vernier, F., Santos, L., 2015. Modelling long term mitigation measure scenarios for assessing impacts of non-point source pollution: application on two surface source water protection areas, Coulonge and Saint Hippolyte. International Interdisciplinary Conference on Land-Use and Water Quality (LUWQ2015) 21/09/2016-24/08/2016, Vienna, AUT. 15
- Ledoux, E., Girard, G., De Marsily, G. and Deschenes, J., 1989. Spatially distributed modeling: Conceptual approach, coupling surface water and ground-water, in *Unsaturated Flow Hydrologic Modeling: Theory and Practice*, NATO ASI Series C, vol. 275, edited by H. J. Morel-Seytoux, pp. 435–454, Kluwer Acad., Norwell, Mass.
- Leenhardt, D., Therond, O., Mignolet, C., 2012. Quelle représentation des systèmes de culture pour la gestion de l'eau sur un grand territoire ? *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 2 (6), 77-90.
- Leistra M, van der Linden AMA, Boesten JJTI, Tiktak A, van den Berg F. PEARL model for pesticide behaviour and emissions in soil-plant systems: description of the processes. Alterra Rep 13. The Netherlands: Wageningen University and Research Centre, Wageningen; 2001. [115 pp.].
- Lesage, M., 2013. Rapport d'évaluation de la politique de l'eau en France. Mobiliser les territoires pour inventer le nouveau service public de l'eau et atteindre nos objectifs de qualité, Rapport au Premier Ministre, 219 p.
- Lescot, J.-M., Bordenave, P., Petit, K., Leccia, O., 2013. A spatially-distributed Cost-Effectiveness Analysis framework for Controlling Water Pollution; *Environmental Modelling & Software* 41 (2013) 107-122.
- Levasseur, F., Martin, P., Scheurer, O. (2015). RPG Explorer, notice d'utilisation. version 1.8.16. <http://prodirna.inra.fr/record/294440>
- Lieven, J., Waller, F., Pontet, C., Rodriguez, A., Guillemin, J.-P., Bonin, L., Ravenel, C., Fontaine, L., Quilliot, E., 2013. INFLOWEB : un site pédagogique sur les adventices pour aider à leur gestion intégrée. In: 22e Conférence du COLUMA - Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes (p. 182-191). Presented at 22. Conférence du Columa, Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon, FRA (2013-12-10 - 2013-12-12). Association Française de Protection des Plantes, AFPP.
- Lindahl, A.M.L., Bockstaller, C., 2012. An indicator of pesticide leaching risk to groundwater. *Ecological Indicators* 23, 95–108. doi:doi:10.1016/j.ecolind.2012.03.014

- Loubet, B., Milford, C., Sutton, M.A. and Cellier, P., 2001. Investigation of the interaction between sources and sinks of atmospheric ammonia in an upland landscape using a simplified dispersion-exchange model. *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 106(D20): 24183-24195.
- Loubier, F. 2001. La méthode de diagnostic parcellaire du risque de contamination des eaux superficielles par les produits phytosanitaires en Bretagne : fondements et mise en œuvre, *Ingénieries-EAT*, n° 31, p. 91-98.
- Macary, F., Morin, S., Probst, J.-L., Saudubray, F., 2014. A multi-scale method to assess pesticide contamination risks in agricultural watersheds - *Ecological Indicators* - Vol. 36, n° 0, pp. 624-639.
- Macary, F., Almeida Dias, J., Rui-Figueira, J., Roy, B., 2014. A Multiple Criteria Decision Analysis Model Based on ELECTRE TRI-C for Erosion Risk Assessment in Agricultural Areas - *Environmental Modeling & Assessment* - Vol. 19, n° pp. 221-242.
- Marcus, V. et Simon, O., 2015. Les pollutions par les engrais azotés et les produits phytosanitaires : coûts et solutions ». *Études et Documents N° 136*, Commissariat Général au Développement Durable, Paris. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED136.pdf>
- Mardhel, V. et Gravier, A., 2005. Carte de vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines du bassin Seine-Normandie. Rapport BRGM/RP-54148-FR. 82 p.
- Martin-Clouaire R., Rellier J.-P., Paré N., Voltz M., Biarnès A., 2014. Modelling management practices in viticulture while considering resource limitations. Rapport interne UR MIA et UMR LISAH, Toulouse - Montpellier, 24 p.
- Mary, B., Beaudoin, N., Justes, E. et Machet, J., 1999. Calculation of nitrogen mineralization and leaching in fallow soil using a simple dynamic model. *Eur J Soil Science* 50: 549-566
- Ménard, M., Poux, X., Lumbroso, S., Zakeossian, D., Housse, J.P., Guichard, L., Gascuel-Oudou, C., 2014. Protection des captages contre les pollutions diffuses agricoles : diagnostic, démarches et acteurs. Perspectives pour un centre de ressources. Rapport de contrat, Inra/Inra Transfert/Asca/Epices. Convention Inra-Onema, 86p.
- Messéan, A., Lô-Pelzer, E., Bockstaller, C., Lamine, C., Angevin, F., 2010. Outils d'évaluation et d'aide à la conception de stratégies innovantes de protection des grandes cultures, *Innovations Agronomiques*, 8, 69-81
- Métral, R., Dubuc, M., Deliere, L., Lafond, D., Petitgenet, M., Gary, C., 2015. Dexipm-Grapevine : a multicriteria assessment tool of the sustainability for grapevine farming systems. In: *Comptes-rendus GIESCO* (p. 319-333). Presented at 19. Journées Internationales de Viticulture GIESCO, Gruissan, FRA (2015-05-31 - 2015-06-05)
- Meynard, J.-M., 2012. La reconception est en marche ! Conclusion au Colloque « Vers des systèmes de culture innovants et performants : De la théorie à la pratique pour concevoir, piloter, évaluer, conseiller et former ». *Innovations Agronomiques*, 20, 143-153.
- Mghirbi O., Ellefi K., Le Grusse P., Mandart E., Fabre J., Ayadi H., Bord J.-P., 2015. Assessing plant protection practices using pressure indicator and toxicity risk indicators: analysis of the relationship between these indicators for improved risk management, application in viticulture. *Environmental Science and Pollution Research*, 01/06/2015, vol. 22, n. 11, p. 8058–8074.
- Michelin Y., Morlans S., Ensminger O., Dumora C., 2012. Réduire l'usage de rodenticides dans les prairies par une compréhension des points de vue des agriculteurs et de leurs contraintes de système : élaboration d'une méthode agro-anthropologique appliquée à la lutte contre le campagnol terrestre. Rapport final, Programme Pesticides (APR 2009), 76 p.
- Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche - Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, 2010. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de plans d'actions agricoles sur les aires d'alimentation de captages. 108 p.
- Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, 2012. La mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : pour un bon état des eaux en 2015. 40 p.

- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 2012. Guide d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine et d'établissement des valeurs seuils. Septembre 2012, 62 p. Consultable sur : http://www.reseau.eaufrance.fr/webfm_send/3164
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie - Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2013. Guide méthodologique : Protection d'aire d'alimentation de captage en eau potable contre les pollutions liées à l'utilisation de fertilisants et de pesticides. Avril 2013, 103 p. Consultable sur : <http://agriculture.gouv.fr/ministere/guide-methodologique-protection-daime-dalimentation-de-captage-en-eau-potable>
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 2015. Guide pour la déclinaison des programmes de mesures en plan d'action opérationnel territorialisé (PAOT). Juillet 2015. 24 p.
- Miralles, A., 2014. Chaîne de conception des entrepôts de données : vers des structures informatiques malléables. Géomatique et cartographie, une vision prospective des territoires, Orléans, France.
- Mottes, C., Lesueur-Jannoyer, M., Le Bail, M., MALEZIAUX, E., 2014. Pesticide transfer models in crop and watershed systems: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34 (1), 229-250. DOI : 10.1007/s13593-013-0176-3
- Moussa, R., Voltz, M. et Andrieux, P., 2002. Effects of the spatial organization of agricultural management on the hydrological behaviour of a farmed catchment during flood events. *Hydrological Processes*, 16(2): 393-412.
- Munier-Jolain, N., Morlon, P., Macé, M., Savoie, V., Kubiak, P., Quéré, L., 2005. Mieux connaître les processus de prises de décision des praticiens pour adapter les préconisations et développer des outils d'aide à la décision efficaces : le cas de la lutte contre les mauvaises herbes et de l'outil DECID'Herb. In: *Territoires et enjeux du développement régional* (p. 16). Presented at Symposium international Inra-Psdr : Territoires et enjeux du développement régional, Lyon, FRA (2005-03-09 - 2005-03-11). Versailles, FRA : Editions Quae.
- Murgue, C., Therond, O., Burger-Leenhardt, D., 2015. Integrated water and agricultural land management : participatory design of agricultural landscapes. *Land Use Policy*, 45, 52-63. DOI : 10.1016/j.landusepol.2015.01.011
- Neitsch, S.L., J.G. Arnold, J.R. Kiniry, and J.R. Williams, 2009. Soil and Water Assessment Tool Theoretical documentation, Version 2009. Texas Water Resources Institute Technical Report, Texas A&M University System, College Station, Texas 77843-2118.
- Nicola, L., Schott, C., Mignolet, C., 2012. Dynamique de changement des pratiques agricoles dans le bassin versant de l'Orgeval et création de la base de données APOCA (Agricultural Practices of the Orgeval Catchment Area). Colloque PIREN Seine, Paris, February 6-7 th 2012
- Ossard A., Galan M.-B., Boizard H., Leclercq C., Lemoine C., 2009. Evaluation des impacts environnementaux des pratiques agricoles à l'échelle de la parcelle et de l'exploitation agricole en vue de l'élaboration d'un plan d'actions: Une méthode de diagnostic spécialisé fondé sur des indicateurs, le DAE-G. *Ingénieries* 59-60, 71-87.
- Pelzer, E., Fortino, G., Bockstaller, C., Angevin, F., Lamine, C., Moonen, C., Vasileiadis, V., Guérin, D., Guichard, L., Reau, R., Messean, A., 2012. Assessing innovative cropping systems with DEXiPM, a qualitative multi-criteria assessment tool derived from DEXi. *Ecological Indicators*, 18, 171-182. DOI : 10.1016/j.ecolind.2011.11.019
- Petit, K. et Pouvreau, E., 2015. Retour d'expérience des bassins sur la caractérisation des pressions liées aux eaux de surface dans les états des lieux DCE actualisés en 2013. Rapport OIEau – ONEMA, Avril 2015.
- Pingault N., Pleyber E., Champeaux C., Guichard L., Omon B., 2009. Produits phytosanitaires et protection intégrée des cultures : l'indicateur de fréquence de traitement (IFT). *Notes et études socio-économiques* 32, 61-94.

- Puech, T., Schott, C., Mignolet, C., Viennot, P., Gallois, N., 2014. Actualisation de la base de données agricole sur le bassin Seine-Normandie pour l'analyse de l'évolution récente des pratiques agricoles. In: *Quelle agriculture pour demain ?* (p. 1-13).
- Queyrel, W., Habets, F., Blanchoud, H., Ripoché, D., & Launay, M., 2016. Pesticide fate modeling in soils with the crop model STICS: Feasibility for assessment of agricultural practices. *Science of The Total Environment*, 542, 787-802.
- Queyrel, W., Schott, C., Habets, F., Ripoché, D., Launay, M., Tallec, G., Ansart, P., Blanchoud, H., 2015. De la parcelle au bassin versant : quelles données pour la modélisation du transfert des pesticides ?. In: *Colloque de fin de phase 6 du programme PIREN-Seine* (p. 6-7). Presented at Colloque 2015 du PIREN-Seine, Paris, FRA.
- Queyrel, W., Habet, F., Blanchoud, H., Schott, C., Nicola, L., 2014. Simulation de la dissipation des pesticides dans les sols sur le long terme : application au bassin versant de l'Orgeval. In: *Quelle agriculture pour demain ?* (p. 1-24).
- Ravier, C., Prost, L., Jeuffroy, M.-H., Wezel, A., Paravano, L., Reau, R., 2015. Multi-criteria and multi-stakeholder assessment of cropping systems for a result-oriented water quality preservation action programme. *Land Use Policy*, 42, 131-140. DOI : 10.1016/j.landusepol.2014.07.006
- Reau, R., Guichard, L., Chantre, E., 2013. Évaluation agri-environnementale pour les apprentissages des acteurs des aires d'alimentation de captage. *Innovations Agronomiques*, 31, 91-110.
- Reau, R., Monnot, L.-A., Schaub, A., Munier-Jolain, N., Pambou, I., Bockstaller, C., Cariolle, M., Chabert, A., Dumans, P., 2012. Les ateliers de conception de systèmes de culture pour construire, évaluer et identifier des prototypes prometteurs. *Innovations Agronomiques*, 20, 5-33.
- Reau, R., Petit, M. -S., Verjux, N., 2009. Ecophyto R&D - Vers des systèmes de cultures économes en produits phytosanitaires. Tome VIII Inventaire des dispositifs d'acquisition de références existants - Volet grandes cultures. INRA.
- Regazzoni C., Payraudeau S., 2013. Livrable ENRHY n°7 - Rapport final - Guide d'aménagement et d'implantation de nouveaux Ouvrages de Rétention et de Remédiation (OR2). Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg (LHyGeS), Strasbourg, 48p.
- Rey-Valette H., Pinto M., Maurel P., Chia E., Guihéneuf P.-Y., Michel L., Nougarede B., Soulard C., Jarrige F., Guillemot S., Cunnac M., Mathé S., Barbe E., Ollagnon M., Delorme G., Prouhèze N., Laurent A., Suita L.A., Bertrand J., Dieudonné C., Morvan R., Champrigaud A., 2011. Guide pour la mise en œuvre de la gouvernance en appui au développement durable des territoires, © Cemagref, CNRS, Geysier, Inra, Supagro, Université Montpellier 1. Diffusion INRA-Montpellier, 155 pages. Consulté sur : <http://www.lameta.univ-montp1.fr/ggov/document.pdf>
- Rouzies, E., C. Barachet, C. Lauvernet and N. Carluer (2017). Understanding water circulation and pesticides fate at the catchment scale by modeling the influence of landscape elements. *Pesticide Behaviour in Soils, Water and Air*, University of York, York, UK
- Saint-Pierre, C., Parienté, S., Drouet, A., Baduel, R., 2015. Restauration pérenne de la qualité de l'eau des captages pollués par les pesticides et les nitrates : guide pour impulser une démarche locale efficace. Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée&Corse et Tercia consultants, septembre 2015, 88 p. Consultable sur : <http://www.eaurmc.fr/captagesperennes.html>
- Schott, C., Gillet, E., Jacquet, A., 2012. Teruti-Miner : Un logiciel dédié à la fouille de données annuelles sur l'occupation du sol [Application].
- Schott, C., Barataud, F., Mignolet, C., 2014. Les « carnets de plaine » des agriculteurs : une source d'information sur l'usage des pesticides à l'échelle de bassins versants. *Agronomie, Environnement & Sociétés*, vol.4, n°2 : 179-198.

Servien, R., Mamy, L., Li, Z., Rossard, V., Latrille, E., Patureau, D., Bessac, F., Benoit, P., 2014. TyPol - a new methodology for organic pollutants clustering based on their molecular characteristics and environmental behavior. *Chemosphere*, 111, 613-622.

Surleau-Chambenoit C., Morin A., Galan MB., Cariolle M., Leclercq C., Guichard L., Bockstaller C., 2013 : PLAGÉ, un réseau d'acteurs et une plate-forme WEB dédiée à l'évaluation agrienvironnementale et de la durabilité des pratiques agricoles, des exploitations agricoles et des territoires. *Innovations Agronomiques* 31, pp 15-26

Thiéry D., 1990. Logiciel MARTHE. Modélisation d'Aquifère par un maillage rectangulaire en régime transitoire pour un calcul hydrodynamique des écoulements - version 4.3. Rapport BRGM R 32210 EAU 4S 90. 356 pp.

Trepos, R., Salleb-Aouissi, A., Cordier, M.O., Masson, V., Gascuel-Oudou, C., 2013. Building actions from classification rules. *Knowledge and Information Systems*.

Trepos, R., Masson, V., Cordier, M.O., Gascuel-Oudou, C., Salmon-Monviola, J., 2012. Mining simulation data by rule induction to determine critical source areas of stream water pollution by herbicides. *Computers and Electronics in Agriculture*. 86, 75-88

Vernier F., Leccia-Phelpin O., Lescot J.-M., Minette S., Miralles A., Barberis D., Scordia C., Kuentz-Simonet V., Tonneau J.-P., 2016. Integrated modeling of agricultural scenarios (IMAS) to support pesticide action plans: the case of the Coulange drinking water catchment area (SW France). *Environmental Science and Pollution Research*, 28 p.

Vernier F., Rousset S., 2014. Les mesures agroenvironnementales à enjeu « eau/pesticides » : évaluation environnementale et économique de l'impact de modifications des pratiques agricoles par modélisation intégrée à partir de scénarios d'évolution (ECCOTER), rapport final, programme Pesticides (APR 2009), 49 p.

Vernier, F., Miralles, A., Pinet, F., Carluier N., Gouy, V., Molla G., Petit K., 2013, EIS Pesticides: an environmental information system to characterize agricultural activities and calculate agro-environmental indicators at embedded watershed scales, *Agricultural Systems*, vol. 122, pp. 11-21

Vernoux J.F., Wulleumier A. Perrin J., 2014. Délimitation des aires d'alimentation de captages d'eau souterraine et cartographie de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses. Version révisée du guide méthodologique, rapport BRGM/RP-63311-FR, 133 p.

Vernoux J.F., Surdyk N., 2014. Recensement et analyse des opérations in situ couplant actions et mesures de l'efficacité en terme de qualité de l'eau sur des captages – Evaluation de l'efficacité des mesures prises et recommandations. Rapport BRGM-ONEMA, 92 p.

Vernoux J.F., Barrez F., Wulleumier A. (2011) - Analyse des études de délimitation et de vulnérabilité des aires d'alimentation des captages d'eau souterraine « Grenelle », rapport BRGM/RP- 59583 –FR, 87 pages, 54 illustrations, 1 annexe

Wasson, J.-G., Chandresis, A., Pella, H., 2002. Les hydro-écorégions de France métropolitaine, approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés, Cemagref, 190 p.

Zahm F., Ugaglia A., Del'Homme B., Steffe J., 2009. De l'évaluation de la durabilité en agriculture au reporting de la performance globale des exploitations agricoles à partir de la méthode IDEA, in *Développement durable, entreprises et territoires, vers un renouveau des pratiques et des outils*. L'harmattan, ISBN : 978-2-296-07346-3, p 57 -80.

Zahm, F., Kuentz-Simonet, V., Scordia, C., 2014. Évaluer l'impact de la politique agro-environnementale à partir d'une approche par les effets propres. Les MAET pesticides à enjeu qualité des eaux contractualisées en France sur la période 2007-2011, colloque MAEVEAU-ECCOTER, Bordeaux, 11-13 juin 2014

Takeossian, D. et Mühlberger, S., 2012. Guide méthodologique pour la réalisation des bilans évaluatifs des contrats territoriaux «pollutions diffuses». Guide méthodologique, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, décembre 2012, 52 p.

GLOSSAIRE

- Démarche :** Ensemble organisé des étapes et des acteurs qui mènent à la mise en œuvre d'actions visant à protéger une ressource en eau. La démarche est d'une certaine manière « personnalisée » en fonction des outils mobilisés.
- Dispositif de production de références :** Un espace de dialogue ou un ensemble de protocoles d'expérimentation et d'observation. Ils visent à étudier un objet complexe (un itinéraire technique, un système de culture, une masse d'eau ou même un territoire) et produire des références. En fonction de leur nature et des objets étudiés il a été possible d'établir quatre types de dispositifs de références : les observatoires de pratiques agricoles, les observatoires hydrologiques, les réseaux de dispositifs expérimentaux et les plateformes de partage de connaissances.
- Echelle de gestion :** Maillage territorial opérationnel de gestion de l'eau. A partir de l'analyse de mise en œuvre de la DCE en France deux types de territoire ont été identifiés :
- Le territoire régional qui correspond aux régions et bassins hydrographiques.
 - Le territoire local qui correspond aux bassins d'alimentation des masses d'eau ou des captages d'eau potable rencontrant des problèmes de pollutions dues aux pesticides.
- Ce concept est également mobilisé pour la classification des outils et méthodes.
- Etat (d'une masse d'eau) :** La notion d'état des milieux aquatiques a été introduite par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) de 2000. Ce critère permet d'évaluer si la masse d'eau a atteint l'objectif de bon état imposé par la DCE. D'un point de vue réglementaire le bon état est atteint dans le cas d'une masse d'eau de surface si l'état écologique et l'état chimique sont au moins bons, et ; dans le cas d'une masse d'eau souterraine si l'état quantitatif et l'état chimique sont au moins bons.
- Etat chimique :** *« Appréciation de la qualité d'une eau sur la base des concentrations en polluants incluant notamment les substances prioritaires. L'état chimique comporte deux classes : bon et médiocre. Le bon état chimique d'une eau de surface est atteint lorsque les concentrations en polluants ne dépassent pas les normes de qualité environnementale. Le bon état chimique d'une eau souterraine est atteint lorsque les concentrations de polluants ne montrent pas d'effets d'entrée d'eau salée, ne dépassent pas les normes de qualité et n'empêchent pas d'atteindre les objectifs pour les eaux de surface associées. »* (tiré de : <http://www.glossaire.eaufrance.fr>).
- Etat écologique :** *« Appréciation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface. Il s'appuie sur ces critères appelés éléments de qualité qui peuvent être de nature biologique (présence d'êtres vivants végétaux et animaux), hydromorphologique ou physico-chimique. L'état écologique comporte cinq classes : très bon, bon, moyen, médiocre et mauvais. Pour chaque type de masse d'eau, il se caractérise par un écart aux conditions de références (conditions représentatives d'une eau de surface pas ou très peu influencée par l'activité humaine). Le « très bon » état écologique est défini par de très faibles écarts dus à l'activité humaine par rapport aux conditions de référence du type de masse d'eau considéré. Le « bon » état*

écologique est défini par de faibles écarts dus à l'activité humaine par rapport aux conditions de référence du type de masse d'eau considéré. Les limites de la classe bon état sont établies sur la base de l'exercice d'interétalonnage. » (tiré de : <http://www.glossaire.eaufrance.fr>).

- Etat quantitatif :** « *Appréciation de l'équilibre entre, d'une part, les prélèvements et les besoins liés à l'alimentation des eaux de surface, et d'autre part, la recharge naturelle d'une masse d'eau souterraine. L'état quantitatif comporte deux classes : bon et médiocre. Le bon état quantitatif d'une eau souterraine est atteint lorsque les prélèvements ne dépassent pas la capacité de renouvellement de la ressource disponible, compte tenu de la nécessaire alimentation des écosystèmes aquatiques de surface, des sites et zones humides directement dépendants. »* (tiré de : <http://www.glossaire.eaufrance.fr>).
- Impact :** Se réfère à un impact environnemental. L'évaluation de l'impact environnemental d'un pesticide consiste à définir l'effet sur un être vivant ou une population qui découle d'une exposition et d'une toxicité. L'évaluation de l'état écologique des masses d'eau de surface rend compte de l'impact de l'ensemble des polluants présents dans le milieu.
- Instrument d'action publique :** L'étude des instruments d'action publique est une discipline de l'analyse des politiques publiques. En France, de nombreux auteurs ont travaillé sur cette question. Nous retiendrons la définition proposée dans l'ouvrage collectif « *L'instrumentation de l'action publique. Controverses, résistance, effets* » dirigé par Halpern, Lascoumes et Le Galès (2014) : « *il s'agit d'un dispositif à la fois technique et social qui organise des rapports sociaux spécifiques entre la puissance publique et ses destinataires en fonction des représentations et des significations dont il est porteur* ». L'instrument d'action publique est donc un « *dispositif normatif [...] ayant une vocation générique (applicable à un ensemble de situations) et porteur d'une conception concrète du rapport gouvernant/gouverné fondé sur une conception spécifique de la régulation.* » (Lascoumes et Simard, 2011).
- Masse d'eau :** Portion de cours d'eau, canal, aquifère, plan d'eau ou zone côtière homogène. Il s'agit d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques destinée à être l'unité d'évaluation de la directive cadre sur l'eau 2000/60/CE (tiré de : <http://www.glossaire.eaufrance.fr>).
- Méthode :** correspond à un protocole articulnant plusieurs outils visant à répondre à un même objectif. Cette définition s'appuie sur la notion de « chaîne méthodologique », utilisée par Gross (2011) pour désigner « *un ensemble articulé d'outils issu d'une volonté des concepteurs de travailler ensemble autour de l'élaboration d'un tout cohérent qui permette de concevoir la gestion d'une ressource naturelle. Articulés, ils visent alors une cible de rationalisation commune, c'est-à-dire des objectifs et un objet de gestion commun* ».
- Outil :** « *objet fabriqué qui sert à faire un travail* » (Cerf et Meynard, 2006), et donc utilisable directement. Les outils sont décrits dans ce référentiel selon des critères issus du cadre conceptuel établi par Hatchuel et Weil (1992). Selon ces auteurs un outil peut être analysé à travers plusieurs dimensions :
- matérielle et informationnelle, correspondant au contenu technique et explicite des outils ;
 - gestionnaire désignant « *les objets et les objectifs formant les cibles*

d'une rationalisation » (Hatchuel et Weil, 1992) et liée à la manière dont les outils doivent être utilisés.

- Pression :** D'après le modèle DPSIR (Driving forces - Pressures - State - Impacts - Responses / Forces motrices - Pressions - Etat - Impacts - Réponses), utilisé par les Agences de l'Eau, la pression est liée à l'exercice d'une activité humaine ayant une incidence sur la ressource en eau (un rejet de station d'épuration par exemple). La pression revient à estimer les flux de substances polluantes qui après épandage rejoignent les masses d'eau à la sortie des parcelles. Dans certains travaux concernant la question des pesticides la pression est simplement estimée par les quantités utilisées et appliquées.
- Référence :** Etude de cas, analyse partagée, norme technique sous-entendue une pratique jugée comme étant bonne, valeur numérique tirée d'un calcul d'un indicateur ou d'un modèle, etc. Elles peuvent être mobilisées dans une démarche de négociation et de prise de décision.
- Risque :** Ce terme utilisé seul dans le texte se réfère ici à un risque environnemental lié à la contamination des ressources en eau par des pesticides défini comme étant la probabilité d'occurrence de teneurs au-dessus de la norme ou d'un niveau de référence. Ces risques sont évalués en analysant à la fois l'usage des pesticides (identification des dangers) et la vulnérabilité du milieu liée aux transferts vers les masses d'eau de surface et souterraines (caractérisation des effets).
- Système de culture :** « Ensemble cohérent et ordonné de techniques culturales mises en œuvre sur un lot de parcelles conduites de la même façon, selon les mêmes principes de gestion et avec les mêmes objectifs, et ceci sur plusieurs années » (tiré de : <http://www.ecophytopic.fr/>).
- Vulnérabilité :** « La notion de vulnérabilité désigne ici la susceptibilité pour une ressource d'être atteint par un polluant. Il est toutefois nécessaire de bien distinguer :
- la vulnérabilité intrinsèque liée aux seules caractéristiques du milieu (sol, topographie, climat...) au regard des transferts d'eau, prise comme vecteur des contaminants ;
 - la vulnérabilité spécifique qui prend en compte les caractéristiques du milieu (conditions redox, pH, activité biologique) au regard de chaque type de contaminant et de ses propriétés (aptitude à l'adsorption sur les composés du sol, vitesse de dégradation dans le milieu...) ;
 - la vulnérabilité « opérationnelle » qui en plus des éléments précédents tient compte des pratiques culturales, par nature évolutives, susceptibles d'amplifier ou d'atténuer les risques de transfert (type de végétation ou de culture, présence d'élément paysagé de type zone tampon, travail du sol...) » (Catalogne et al. 2016)

ANNEXES

Annexe 1 : Descriptifs résumés des outils, méthodes et dispositifs de références	115
Annexe 2 : Compte rendu de l'atelier de réflexion autour des démarches de mise en œuvre de la DCE	149
Annexe 3 : Méthodologies l'évaluation du Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux dû aux pesticides.....	167

❖ *Agro-PEPS*

Agro-PEPS (Guichard et al. 2015) est une plateforme collaborative de partage de connaissances visant à concevoir, piloter, gérer et faire l'apprentissage de systèmes de culture innovants et performants. Développée sous la forme d'un prototype dans le cadre du « RMT systèmes de culture innovants », elle se présente comme un wiki regroupant 150 pages de connaissances sur des techniques culturales. Chaque technique est évaluée qualitativement au regard de critères agronomiques, environnementaux (dont « transfert polluant vers eaux » et « transfert polluant vers air »), économiques et sociaux. Les pages de connaissance peuvent être discutées à travers un forum. Cet outil s'adresse aux professionnels du monde agricole (agriculteurs, Chambres d'agriculture, instituts techniques...), mais aussi à l'enseignement et vise à partager des connaissances concernant les pratiques (dans un premier temps) permettant de limiter ou supprimer l'utilisation de pesticides, et de façon plus générale d'inscrire l'agriculture dans une visée plus agroécologique. Cette plateforme a servi de prototype pour préfigurer le dispositif GECO (GEstion des COnnaisances) du Ministère de l'Agriculture, qui sort dans sa version Béta en mars 2017 et succède à Agro-PEPS.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : réduire ou supprimer l'usage des pesticides (cf. Tableau 19)

❖ *ARPEGES*

L'outil ARPEGES a été développé par Gauroy et al. (2014) pour estimer un « potentiel de contamination » par des pesticides d'un bassin versant local d'une masse d'eau³² de surface dans toute la France métropolitaine. Le potentiel est calculé par croisement de plusieurs bases de données nationales. La vulnérabilité intrinsèque du milieu (déclinée en types d'écoulement : ruissellement, drainage agricole, écoulements latéraux subsurfaciques et dérive atmosphérique), les caractéristiques physico-chimiques des molécules et la pression phytosanitaire sont prises en compte. Cet outil a été testé pour estimer le risque de non atteinte des objectifs environnementaux (RNAOE) dans le cadre de la mise à jour des Etats des Lieux (EDL) en 2013 (Petit et Pouvreau, 2015). Il a été adapté récemment pour rendre compte d'un potentiel de contamination pour quelques substances actives d'intérêt pour l'ANSES, prises isolément. Ce travail a permis de confronter les résultats de la méthode aux données observées au sein des réseaux de surveillance et interprétées à l'échelle de HER. L'Irstea applique actuellement ARPEGES pour 15 substances actives en vue de l'Etat des Lieux 2019. L'outil a été recodé sous une forme qui permet sa prise en main et son utilisation en autonomie par les Agences de l'Eau.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer la vulnérabilité du milieu et évaluer un risque de contamination à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 4**

❖ *Bassin versant expérimental Auradé*

Auradé est un bassin versant de recherche expérimentale créé en 1982. C'est une plateforme régionale de recherche et d'innovation située à 40 km à l'Ouest de Toulouse, dans les Coteaux de Gascogne. L'objectif scientifique est de déterminer les impacts des activités agricoles (occupation des sols, pratiques agricoles, apports de fertilisants et de produits phytosanitaires) et des changements climatiques sur l'érosion mécanique et chimique des sols, les flux d'eau et de carbone, les transferts de polluants (nitrates, pesticides et métaux lourds), la qualité des milieux et les organismes vivants (biodiversité, charges critiques, écotoxicologie, bioaccumulation et biomarquage). Les recherches sont menées en partenariat avec le

³² Correspondant au bassin versant de l'exutoire de la masse d'eau amputé des bassins versants des exutoires des masses d'eau amont.

Groupement des Agriculteurs de la Gascogne Toulousaine (GAGT). Il s'agit donc d'établir des scénarios de qualité des eaux et des milieux aquatiques en réponse à des changements climatiques, à des changements d'occupation des terres et de pratiques agricoles et à la mise en place de dispositifs agri-environnementaux.

Les mesures réalisées ont permis d'identifier les périodes de l'année pendant lesquelles les transferts de pesticides sont les plus élevés. Une méthode d'évaluation des risques de contamination des eaux de Montoussé a été développée (voir méthode PHYTOPIXAL et méthode multicritère d'aide à la décision). L'effet bénéfique des bandes enherbées sur les transferts de nitrate a pu également être démontré. Depuis 20 ans des dispositifs environnementaux (bandes enherbées, ripisylve) ont été mises en œuvre le long du cours d'eau. Cependant les concentrations en nitrates et pesticides restent un sujet de préoccupation.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages ; évaluer les risques et identifier les zones prioritaires ; limiter les transferts (cf. Tableau 19)

❖ *Bassin versant expérimental de Rouffach*

Le site de Rouffach est un bassin versant expérimental créé en 2002. Il est situé dans le département du Haut-Rhin dans une zone viticole. L'objectif scientifique du site est de comprendre de façon holistique, quantitative et multiphasique le devenir des pesticides (organiques comme le glyphosate, ou inorganiques comme le cuivre) au sein d'un continuum original constitué d'un petit bassin versant viticole connecté à une zone tampon humide artificielle. L'exutoire à l'aval du bassin versant a été équipé dès 2002 et différentes parcelles ont été étudiées depuis cette date.

Les données collectées ont permis de développer des méthodes analytiques et outils de prédiction, notamment pour l'implantation et l'aménagement de Zone Tampon Humides Artificielles (ZTHA). Les recherches menées ont permis de mettre en évidence les fonctions de « puits » et de « source » des pesticides des ZTHA et soulignent l'importance du changement saisonnier dans la dégradation et la distribution des pesticides dans les différents compartiments de ces zones (sédiment, végétation, etc...). Des outils de modélisation à base physique du transport aqueux et solide de solutés (métaux, pesticides) sont également en cours de conception.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages ; évaluer les risques et identifier les zones prioritaires ; limiter les transferts (cf. Tableau 19)

❖ *BV Service*

L'outil Web BV Service vise à établir une représentation spatialisée des parcelles à risque de transfert, à identifier les infrastructures paysagères linéaires existantes les plus efficaces pour limiter ces transferts et à localiser les limites de parcelles à équiper. Il est basé sur une représentation géomatique des chemins de l'eau dans le bassin versant et sur une simulation des flux de transfert d'eau par ruissellement. Il peut être utilisé pour établir un diagnostic mais aussi des scénarios de gestion du paysage (création de haies sur talus, bandes enherbées, fossés, obstacles divers). Ces scénarios peuvent ensuite servir de support de négociation pour la mise en œuvre d'actions. Cet outil nécessite des données géographiques pour fonctionner. Il est encore en phase de conception.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer la vulnérabilité du milieu (cf. Tableau 14) et positionner et dimensionner des infrastructures paysagères (cf. Tableau 15) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 1**

❖ *Co-Click'Eau*

La méthode Co-click'Eau (Chantre et al. 2012) est une démarche participative qui vise à appuyer la définition de stratégies de réduction de pollutions d'origine agricole sur une Aire d'Alimentation de Captage (AAC). Un outil de simulation interactif permet d'aider à identifier un scénario optimal de combinaison d'assolement et de modes de conduite à partir des préférences des acteurs du territoire mobilisés. Ces préférences peuvent se traduire par des objectifs de résultats ou des contraintes liées à l'activité agricole. La mise en œuvre de la

méthode nécessite la constitution d'un comité technique dans lequel des experts décrivent l'ensemble des ITK existants et possibles. Accompagné par les concepteurs, un syndicat d'eau a notamment utilisé cette démarche pour la construction de son programme d'actions pour diminuer la contamination de ses captages due aux pesticides et nitrates.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : décrire l'usage agricole d'un territoire (cf. Tableau 14), évaluer les performances de pratiques agricoles (cf. Tableau 15) et identifier collectivement des systèmes de culture à bas intrants (cf. Tableau 17) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 5**

❖ **CoOPLAaGE**

Descriptif résumé et fiche de renseignement non validés.

La boîte à outils **CoOPLAaGE** (Combine Open and Participatory tools to let water management stakeholders adapt themselves ; voir : <https://sites.google.com/site/watagame2/cooplaage-tools>) propose plusieurs outils et méthodes pour construire de manière participative un plan d'actions pour la gestion de l'eau. Ils pourraient être utilisés dans le cadre des plans d'actions agricoles pour diminuer les pollutions diffuses.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : mettre en œuvre une concertation (cf. Tableau 17) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **DEAUMIN'EAU (Description de territoires pour l'Accompagnement des acteurs de l'eau et leur Mise en rés'EAU)**

DEAUMIN'EAU est une base de données dynamique en libre accès dont l'objectif est de fournir aux acteurs locaux impliqués dans la gestion de captages contaminés des informations liées à l'activité agricole et à l'exploitation des ressources en eau. Les données sont limitées aux Aires d'Alimentation de Captages (AAC) du bassin hydrographique Rhin-Meuse. Il est prévu d'ajouter des données de qualité d'eau issues de travaux de l'AERM. Plusieurs acteurs alimentent donc la base de données : les gestionnaires des captages, l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et l'INRA.

L'information de base à laquelle tous les utilisateurs peuvent accéder est la suivante :

- Assolement général et agricole ;
- Description des exploitations agricoles concernées par l'AAC ;
- Surfaces des zones protégées sur les AAC ;
- Cartographie des territoires d'exploitations, des zones protégées, des collectivités territoriales concernées par les AAC à deux niveaux d'échelles.

Plusieurs indicateurs sont également calculés comme le « poids » de l'exploitation dans le territoire et le « concernement » de chaque agriculteur présent sur le territoire (Barataud et Durpoix, 2017).

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages ; suivre et analyser les réalisations (cf. Tableau 19)

❖ **DECID'Herb**

L'outil DECID'Herb (Munier-Jolain et al. 2005) vise à aider les agriculteurs à choisir une stratégie de lutte contre les adventices de grandes cultures. Le logiciel calcule dans un premier temps le risque malherbologique associé au système de culture programmé à partir des adventices observées ou de l'historique de la parcelle. DECID'Herb classe ensuite les stratégies de désherbage candidates selon les critères suivants : efficacité, coût d'intervention, risque écotoxicologique (à partir de l'indicateur I-phy), risque de sélection de résistance, organisation du travail. Les bases de données liées à cet outil doivent être actualisées pour que celui-ci puisse être opérationnel. Cet outil n'a pas été utilisé par des professionnels.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les performances agronomiques, environnementales, économiques et/ou sociales des systèmes de cultures (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **DEPHY EXPE**

Le réseau DEPHY EXPE a été créé en 2012 dans le cadre de plan Ecophyto. C'est un réseau de projets expérimentaux qui évaluent la faisabilité et les performances techniques, économiques et environnementales de près de 400 systèmes de culture en rupture forte vis-à-vis de l'usage des produits phytosanitaires. Chaque projet évalue des paramètres et critères propres aux objectifs de l'expérimentation. Cependant certains indicateurs sont communs à la plupart des projets comme l'IFT et la marge brute.

Des fiches descriptives des projets sont diffusées sur le portail Web EcoPhytoPIC. Une base de données est en cours de construction. Elle doit permettre de collecter les données décrivant les systèmes de production des réseaux DEPHY FERME et EXPE ainsi que d'analyser leurs performances. Une carte interactive en ligne sera prochainement disponible. Elle permettra un accès rapide aux informations et résultats des expérimentations.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : réduire ou supprimer l'usage des pesticides (cf. Tableau 19)

❖ **DEPHY FERME**

Le réseau DEPHY FERME a été créé en 2010 dans le cadre de plan Ecophyto. C'est un réseau de démonstration et de production de références s'appuyant directement sur des exploitations agricoles, engagées dans une démarche volontaire de réduction de l'usage de pesticides. L'objectif est de montrer qu'il est possible de concilier faible usage de pesticides et performances économiques. D'un point de vue scientifique, l'enjeu est d'identifier notamment des relations entre stratégies de gestion (combinaisons de leviers d'action) et la faible utilisation d'intrants.

Des fiches descriptives de systèmes économes et performants ainsi que des fiches de trajectoires individuelles sont diffusées sur le portail Web EcoPhytoPIC. Une base de données est également en cours de construction. Elle doit permettre de collecter les données décrivant les systèmes de production des réseaux DEPHY FERME et EXPE ainsi que d'analyser leurs performances. L'un des indicateurs mesurés pour évaluer les performances des systèmes de production est l'IFT. Le réseau calcule différents types d'IFT :

- L'IFT de référence régional (région administrative) pour chaque culture ;
- L'IFT de référence régional par filière : un IFT de référence viticulture, un IFT de référence grandes cultures fondé sur l'assolement régional hors prairies, et un IFT de référence polyculture-élevage fondé sur l'assolement régional intégrant les prairies temporaires et artificielles ;
- L'IFT de référence personnalisé (moyenne pondérée, en fonction de l'assolement du système, des IFT de référence régionaux de chacune des cultures).
- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser les usages de pesticides, réduire ou supprimer l'usage des pesticides (cf. Tableau 19)

❖ **Délimitation et cartographie de la vulnérabilité des AAC d'eau de surface, d'eau souterraine et mixtes**

Des méthodes ont été développées pour permettre la délimitation et la cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des AAC d'eau souterraine (Vernoux et al. 2014), d'eau de surface (Le Henaff et Gauroy, 2012) et à transfert mixte (Catalogne et al. 2014). Elles visent à identifier des zones les plus vulnérables. Il est important de noter que ces méthodologies ne font pas intervenir des données liées à l'utilisation des pesticides. La vulnérabilité est donc obtenue par croisement de critères liés au milieu influençant les mécanismes de transfert d'eau.

Vernoux et al. (2014) proposent une méthode cadrée consistant à calculer un indice de vulnérabilité à travers une somme pondérée de critères. La méthode a été révisé en 2014 suite à une étude ayant permis d'analyser des retours d'expérience d'utilisateurs (Vernoux et al. 2011). Les modifications réalisées ont visé notamment à assurer une meilleure prise en compte des relations entre eau souterraine et eau de surface.

Les retours d'expérience avaient montré que certains bureaux d'études avaient modifié les pondérations attribuées aux critères ou éliminé certains critères pour calculer l'indice de vulnérabilité. Cette enquête a également montré que la réalisation d'études complémentaires est souvent nécessaire pour pallier au manque de données nécessaires à la délimitation de la vulnérabilité.

Le rapport final de l'étude est disponible sur le lien suivant : http://captages.onema.fr/system/files/vernoux_et_al._2011_1.pdf

Le Hénaff et Gauroy (2012) laissent en revanche la possibilité aux experts locaux de procéder à leur propre interprétation des critères de vulnérabilité. Ceux-ci peuvent ainsi être discrétisés en plusieurs classes puis transcrits sous forme de scores ou croisés à l'aide de tableau à double entrée.

Catalogne et al. (2014) proposent d'articuler les approches préconisées pour les AAC d'eau souterraine et d'eau de surface. La méthode évalue ainsi la vulnérabilité pour cinq types de transfert hydrique : le ruissellement et ses déclinaisons (ruissellement hortonien et ruissellement par saturation), le drainage artificiel, les écoulements hypodermiques dans le sol et l'infiltration profonde vers les nappes. Catalogne et al. (2016) reprennent ensuite cette méthode pour permettre d'évaluer les incertitudes des résultats obtenues, liées à l'incertitude sur les données disponibles.

Ces différentes méthodes sont mobilisées par des bureaux d'études avec un appui plus ou moins important de la part d'experts scientifiques.

- ▶ **Les méthodes peuvent être mobilisées pour** : évaluer la vulnérabilité (cf. Tableau 14)

❖ **DEXiPM**

Le modèle DEXiPM (Pelzer et al. 2012) a été conçu pour l'évaluation ex-ante et ex-post multicritère de la durabilité de systèmes de grandes cultures. Il permet ainsi de comparer les performances de systèmes de culture économes en pesticide pour pouvoir par la suite sélectionner a priori les systèmes les plus prometteurs (Messéan et al. 2010). Les 74 critères qui le composent font référence aux dimensions environnementales, économiques et sociales. Ce ne sont pas des indicateurs calculés mais une description technique du système de culture ainsi qu'une description du contexte de l'évaluation (contexte pédoclimatique, économique, social, politique). L'évaluation réalisée est qualitative. Le modèle a été utilisé pour l'évaluation de la durabilité globale de systèmes de cultures identifiés comme économes et performants dans le cadre du réseau DEPHY. Plusieurs adaptations ont été apportées à l'outil pour l'utiliser dans les systèmes fruitiers, les systèmes de légumes de plein champ et la culture de la vigne (Alaphilippe et al. 2013, Métral et al. 2015, Angevin et al. 2017).

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les performances agronomiques, environnementales, économiques et/ou sociales des systèmes de cultures (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **Diagnostic Agri-Environnemental Géographique (DAEG)**

La méthode DAEG (Ossard et al. 2009) permet d'évaluer les risques d'impacts environnementaux liés à l'activité agricole d'une exploitation. L'« impact final » est le résultat de la combinaison entre les risques de pollution liés aux pratiques agricoles et la « sensibilité » du milieu. Il s'agit d'une méthode multicritère. A partir des valeurs des indicateurs, 5 classes de risque sont constituées. Les limites de classe sont déterminées à dire d'expert. La méthode a été utilisée pour l'accompagnement de groupes d'agriculteurs volontaires dans des démarches d'amélioration de leurs pratiques dans des territoires à enjeu.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle de l'exploitation (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

❖ *Diagnostic Territorial des Pressions et Emissions Agricoles (DTPEA)*

Le Diagnostic Territorial des Pressions et Emissions Agricoles (DTPEA) est une démarche qui vise à décrire la diversité des situations culturales d'une Aire d'Alimentation de Captage et à évaluer les pressions³³ (1) et, si possible, les émissions (2) de nitrates et pesticides générées à partir d'une gamme variée de moyens (indicateurs, sources d'informations, etc.). Un guide a été publié (Jean-Baptiste et al. 2016) pour appuyer les différents types d'acteurs impliqués par la réalisation de ce diagnostic. Il présente aux collectivités territoriales, maîtres d'ouvrage de ces diagnostics, des recommandations pour le pilotage de la démarche. Le guide met notamment en avant l'importance de la participation des acteurs agricoles afin d'assurer un climat favorable au dialogue. Une démarche de base découpée en plusieurs étapes est décrite. Elle est actuellement déclinée par des chargés d'étude répartis sur le territoire national. Les résultats de ce test permettront d'améliorer le guide.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *EToPhy*

Le logiciel EToPhy vise à aider les agriculteurs à choisir les produits phytosanitaires à appliquer en s'appuyant sur l'analyse des calculs de deux indicateurs propres : l'IRSA (Indicateur de Risque sur la Santé de l'Applicateur) et l'IRTE (Indicateur de Risque de Toxicité pour l'Environnement ; Mghirbi et al. 2015). Les deux indicateurs évaluent des risques d'impact sur la santé des agriculteurs et sur les organismes vivants non ciblés à partir des propriétés physico-chimiques des molécules. Le logiciel permet de calculer les niveaux de risque à différentes échelles : pour l'application d'un produit à différentes doses, pour l'ensemble d'un itinéraire technique et au niveau d'un territoire. Pour réaliser ces calculs une base de données est associée au logiciel, issue de la jointure des bases Pesticide Properties DataBase, Bas@gri et e-phy. Cet outil est en cours de déploiement sur différents territoires.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les performances agronomiques, environnementales, économiques et/ou sociales des systèmes de cultures (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Entrepôt de données spatiales pour l'aide à la décision*

Cet entrepôt de données spatialisé (Vernier et al. 2013) permet d'ordonner et mobiliser conjointement des informations, provenant de différentes bases de données, sur les milieux mais aussi sur les activités humaines et leurs impacts. Des indicateurs peuvent ainsi être calculés aux échelles souhaitées afin de réaliser un diagnostic ou l'évaluation d'un plan d'actions mis en œuvre pour traiter une problématique. Cet outil a été déployé dans un contexte de programme d'action d'un captage Grenelle pour permettre une aide à la décision, à partir de restitutions de valeurs d'indicateurs (dont l'IFT) et des simulations de modèles agro-hydrologique (Genlu2-SWAT) et économique, issues de scénarios de trajectoires de l'agriculture (bio, systèmes innovants, aménagements) réalisées avec la méthode IMAS (Integrated modeling of agricultural scenarios ; Vernier et al. 2016, Miralles, 2014).

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 14) et suivre les pratiques agronomiques (cf. Tableau 16) à l'échelle de gestion locale

³³ Dans le guide les pressions sont définies comme la quantité de polluant risquant d'être transférée par l'eau hors du champ cultivé. Elles sont évaluées à partir des informations sur les systèmes de culture, mais aussi des caractéristiques des polluants (solubilité dans l'eau, etc.).

- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Florsys*

Le modèle FlorSys (Colbach et al. 2014) a été développé pour prédire la dynamique pluriannuelle d'une flore adventice plurispécifique sous l'effet d'un système de culture en interaction avec les états du milieu. Il permet de calculer des indicateurs de nuisibilité et bénéfiques de la flore adventice pour la production agricole, la biodiversité et l'environnement. Cet outil permet ainsi d'évaluer des pratiques agricoles en grande culture selon leurs effets simulés sur la flore adventice. Il est actuellement testé sur un territoire pour réduire l'utilisation de pesticides. Les concepteurs ont également prévu de développer un outil d'aide à la conception de systèmes de cultures à bas niveaux d'intrants à partir d'une version simplifiée du modèle. Pour cela il sera encapsulé dans la plateforme de modélisation RECORD (Bergez et al. 2013).

La plateforme RECORD (REnovation and COORDination of agro-ecosystems modelling ; Bergez et al. 2013) permet de simuler des agro-systèmes à l'échelle d'une ou plusieurs parcelles. Elle permet de combiner des modules élémentaires de natures très différentes et offre ainsi la possibilité de coupler des modèles environnementaux et agronomiques à des modèles décisionnels pouvant intervenir dans le pilotage dynamique de systèmes d'exploitation.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les performances agronomiques, environnementales, économiques et/ou sociales des systèmes de cultures (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Groupe Technique « Zones Tampons » (GTZT)*

Le Groupe Technique « Zones Tampons » a été créé en 2011. Il est composé d'experts scientifiques et d'acteurs de la gestion de l'eau. Ce groupe vise à produire des connaissances et solutions pratiques pour l'implantation de zones tampons dans un but de protection de la qualité de l'eau.

Il est à l'origine de la publication de nombreux guides méthodologiques et la conception d'outils pour faciliter leur mise en place. Des fiches didactiques sur les différentes étapes d'une démarche d'aménagement de zones tampons ont également été produites.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : limiter les transferts (cf. Tableau 19)

❖ *GUIDE*

L'outil GUIDE (Keichinger et al. 2013) est une application Web intégrée au site du Réseau Mixte Technologique (RMT) ERYTAGE (Evaluation de la durabilité des systèmes et des Territoires Agricoles). Elle vise à aider au choix d'indicateurs en lien avec l'évaluation de la durabilité des pratiques agricoles. Des listes d'indicateurs sont proposées à partir d'une sélection de critères techniques réalisée par l'utilisateur. Chaque indicateur est décrit dans une fiche de renseignement. L'analyse des indicateurs a été réalisée par un groupe d'experts scientifiques.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : évaluer les risques et identifier les zones prioritaires (cf. Tableau 19)

❖ *HYPE*

Le logiciel HYPE (Croiset et Lopez, 2014) permet de réaliser une étude statistique des chroniques d'évolution de la qualité des eaux souterraines. Des tendances des concentrations en polluant peuvent ainsi être calculées. Pour cela le logiciel procède à une sélection et mise en œuvre automatique de la méthode statistique la plus adaptée au jeu de données disponible. Il a été mobilisé pour la caractérisation de l'état qualitatif des masses d'eau souterraines et l'évaluation du risque de non atteinte des objectifs environnementaux (RNAOE) dans le cadre de la réalisation de l'Etat Des Lieux de 2013.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : analyser l'état des masses d'eau à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10) et locale (cf. Tableau 14), suivre la qualité des masses d'eau à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 12) et locale (cf. Tableau 16)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 5**

❖ *Indicateur de risque potentiel de transfert de pesticides localisé vers les eaux superficielles (RPTL)*

Cet indicateur composite spatialisé (Vernier et Kuentz, en cours) permet de définir de manière fine les zones potentiellement à risque. Le calcul de cet indicateur repose sur l'analyse mathématique de plusieurs variables regroupées en trois groupes : les pratiques agricoles, la sensibilité au ruissellement et à l'infiltration. Les résultats de l'évaluation réalisée par cet indicateur sont en cours de validation par comparaison à d'autres indicateurs et aux diagnostics de territoire réalisés localement.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les risques de transfert à l'échelle du bassin versant (cf. Tableau 14) et suivre les risques de transfert (cf. Tableau 16)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles (IDEA)*

La méthode IDEA (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles ; Zahm et al. 2009) comprend 42 indicateurs structurés en trois échelles de durabilité. Elle évalue la durabilité d'une exploitation agricole à un moment donné. Les résultats des indicateurs, calculés à partir d'informations collectées auprès de l'agriculteur, sont convertis en scores (ou unité de durabilité) qui sont ensuite additionnés pour chacune des trois échelles de durabilité (agro-écologique, socio-territoriale et économique). IDEA peut être utilisée comme (i) outil de sensibilisation mais aussi comme (ii) outil d'analyse d'une exploitation agricole pour la mise en place de nouvelles pratiques et comme (iii) outil d'évaluation du changement. Elle peut aussi être mobilisée dans une démarche de groupe lors de la réalisation de diagnostic territorial notamment à enjeu qualité de l'eau. La dernière version de la méthode est en cours de finalisation.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : établir une évaluation agroenvironnementale d'une exploitation (cf. Tableau 14) et suivre l'évolution des pratiques agronomiques (cf. Tableau 16)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

Retour d'expérience réalisé à partir du témoignage de Philippe Garat de la société SCE et Fred Marteil du Syndicat mixte du bassin versant du Lignon, de l'Anzon et du Vizézy (SYMILAV) :

Le syndicat mixte du bassin versant du Lignon, de l'Anzon et du Vizézy (SYMILAV) anime depuis de nombreuses années une démarche visant à réduire les pollutions diffuses d'origines agricoles. Les premières études menées au moment de sa création en 1999 avaient en effet démontré la présence dans les cours d'eau du bassin versant de plusieurs produits phytosanitaires, notamment des désherbants utilisés dans la culture du maïs, des céréales et de la vigne.

Depuis 2011, le syndicat anime une démarche visant à accompagner les agriculteurs dans le cadre du Contrat Rivière-Natura 2000. Cette démarche consiste à réaliser en première phase des diagnostics individualisés des exploitations du territoire basés sur l'outil IDEA.

Entre 2012 et 2015, le bureau d'étude SCE a ainsi réalisé 150 diagnostics à partir de visites des exploitations. Pour cela un questionnaire d'enquête a été établi afin de récolter l'ensemble des informations nécessaires pour le calcul des indicateurs de la grille IDEA répartis en trois volets : environnemental, économique et social. Un rapport présentant les résultats du diagnostic, un certain nombre de mentions réglementaires et des propositions d'actions, sur les pratiques agricoles et/ou l'évolution du système d'exploitation est ensuite envoyé à l'agriculteur. Une visite de restitution est finalement organisée en présence de l'animateur « agricole » du syndicat pour discuter avec l'exploitant des actions préconisées et établir un plan d'action.

Concernant l'utilisation de l'outil, le bureau d'étude SCE en collaboration avec le SYMILAV a été amené à modifier et ajouter des indicateurs afin de rendre certains résultats plus parlants auprès des agriculteurs. Par exemple l'indicateur de pression polluante a été remplacé par l'IFT. D'après ces utilisateurs, un des atouts de l'outil est qu'il peut être employé quel que soit le type d'agriculture. Les résultats obtenus permettent aussi de bien différencier les exploitations les unes par rapport aux autres. Ils ont enfin remarqué que les agriculteurs sont satisfaits que des critères

économiques et sociaux soient pris en compte dans l'évaluation de la durabilité de leur exploitation.

L'information qui a été recueillie au fil des années a permis de faire évoluer la position du syndicat du bassin vis-à-vis des agriculteurs et vice versa. Le SYMILAV a en effet été en mesure de proposer aux exploitants des pistes de travail et des outils en lien avec leurs préoccupations, tout en garantissant l'amélioration de la qualité de l'eau. Les agriculteurs quant à eux identifient clairement le syndicat comme un potentiel partenaire et non plus comme un interlocuteur susceptible d'imposer seulement des contraintes. Pour les élus du territoire, la synthèse des diagnostics amène une vision précise de la composante agricole et des moyens à mettre en œuvre en regard à son maintien et son développement au travers les politiques publiques existantes.

A la suite de ces diagnostics, certains agriculteurs du territoire ont décidé de contractualiser des mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC). La démarche a donc permis de créer une dynamique de groupe, visant à moyen et long terme le changement de pratiques et de comportement. Aujourd'hui l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne préconise la réalisation d'un diagnostic d'exploitation agricole basée sur la triple performance (comme l'est la méthode IDEA) avant la mise en œuvre de MAEC.

Pour plus d'information sur cette expérience, voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=ky-i1Lvt6ZI>

❖ *Indice de Développement et de Persistance de Réseaux (IDPR)*

L'IDPR (Mardhel et Gravier, 2005) a été conçu pour évaluer la capacité des formations géologiques à laisser ruisseler ou s'infiltrer les eaux de surface. Il est utilisé pour réaliser des cartes de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines, et donc des nappes, vis-à-vis des pollutions diffuses. L'indice (score de 0 à 2000) traduit de manière indirecte les notions de flux de pollution éventuelle vers les eaux souterraines ou les eaux superficielles. En effet, il mesure une potentialité d'infiltration (ou de ruissellement) des eaux de pluies sur un territoire donné à l'échelle d'une zone hydrologique (bassin versant BD Carthage), d'un système aquifère ou d'un domaine géologique. Cet indice est mobilisé par des gestionnaires de ressources en eau notamment pour estimer la pression « potentielle » vis-à-vis des pollutions diffuses.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer la vulnérabilité du milieu à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10) et locale (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 4**

Retour d'expérience réalisé à partir d'un entretien avec Virginie Réthoré de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse

L'IDPR a été mobilisé par l'Agence de l'Eau pour l'évaluation de la pression « potentielle » susceptible d'affecter les eaux superficielles ou les eaux souterraines. Cette évaluation a été réalisée en 2013 lors de la construction de l'Etat des Lieux (EDL).

Concernant les pressions diffuses par les pesticides la pression « potentielle » a été estimée en croisant deux couches SIG : l'IDPR, traduisant l'aptitude à l'infiltration ou au ruissellement des eaux, et l'occupation des sols à partir de Corine Land Cover (CLC). Les surfaces agricoles de la couche CLC ont été classées en deux catégories : « avec un impact potentiellement important » et « avec un impact a priori faible ». Cette information croisée avec l'IDPR permet de découper l'ensemble du bassin hydrographique en quatre types de surface : pression potentielle importante Eaux SOuterraines (ESO) ou Eaux SUperficielles (ESU) et pression faible ESO ou ESU.

Pour les masses d'eau souterraine, si la part de la pression potentielle importante ESO était supérieure à 20% de la superficie totale alors celle-ci pouvait être considérée comme significative. Le BRGM a donc fourni à l'Agence directement la couche SIG de l'IDPR calculé à l'échelle de mailles carrées de 1 km. Les équipes techniques de l'Agence ont par la suite assuré le traitement et l'intégration de cette information à la méthode d'évaluation de la pression « potentielle ».

Actuellement la délégation régionale de Besançon de l'Agence travaille sur l'adaptation de cette méthode pour délimiter des zones prioritaires d'action au sein des aires d'alimentation de captages prioritaires.

❖ *Indice de Fréquence de Traitement (IFT)*

L'IFT (Pingault et al. 2009) est un indicateur permettant d'estimer l'intensité de l'utilisation des produits phytosanitaires à l'échelle d'une campagne culturale à partir des doses appliquées par hectare rapportée à la dose homologuée. Il correspond ainsi au nombre de doses homologuées appliquées sur une parcelle pendant une campagne culturale. Il peut être calculé pour une culture ou une substance active à l'échelle d'une parcelle ou d'un territoire. Une calcullette en ligne³⁴ a été développée. L'IFT est mobilisé dans de nombreuses méthodes de diagnostic et d'évaluation des pratiques phytosanitaires.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les pratiques phytosanitaires à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10) et locale (cf. Tableau 14), suivre l'évolution des pratiques phytosanitaires à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 12) et locale (cf. Tableau 16)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

❖ *INDIGO*

INDIGO (Bockstaller et Girardin, 2006) se présente comme un « tableau de bord agri-environnemental » constitué de huit indicateurs, dont l'I-Phy pour l'évaluation des risques de transfert de pesticides vers les eaux de surface, eaux souterraines et l'air. La méthode se base sur des données liées aux contextes des parcelles et aux itinéraires techniques. Le logiciel assiste l'utilisateur pour réaliser les analyses multicritères et présente chaque indicateur sous forme d'un indice. Cet outil est utilisé pour réaliser des diagnostics d'exploitation et repérer des pistes d'amélioration pour orienter le conseil.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'une exploitation (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

Retour d'expérience réalisé à partir du témoignage de Laurent Bouchet, bureau d'études Envilys

Le bureau d'études Envilys réalise depuis 2005 des diagnostics d'exploitation à partir de l'outil INDIGO. Les pratiques phytosanitaires sont évaluées en termes de niveaux de risque de contamination. C'est le calcul de l'indicateur I-Phy qui permet d'établir cette évaluation.

L'outil INDIGO a été mobilisé en grande partie pour réaliser des études dans le cadre de projets territoriaux à l'échelle de bassins d'alimentation de captages (BAC). Laurent Bouchet, co-gérant de la société Envilys, précise qu'INDIGO n'est jamais utilisé seul, d'autres outils sont mobilisés lors des diagnostics d'exploitations notamment pour analyser la thématique des pollutions ponctuelles et sur le volet socio-économique.

L'utilisation d'INDIGO à une échelle territoriale nécessite plusieurs étapes :

- Le paramétrage de l'outil à partir des données pédoclimatiques du territoire et des utilisations phytosanitaires.
- La présélection des exploitations à enquêter, représentatives de la diversité locale, basée sur des critères sociotechniques et d'experts.
- Les enquêtes sont par la suite réalisées dans les exploitations volontaires.
- Une restitution individuelle et collective des résultats est finalement réalisée en présence des agriculteurs. Les analyses sont effectuées en fonction des types d'exploitation. Une discussion est engagée en fin de réunion sur les actions à mettre en œuvre sur la base des recommandations formulées par le bureau d'études.

Selon Laurent Bouchet, l'utilisation d'INDIGO requiert une certaine expertise mais aussi des connaissances liées au fonctionnement de l'outil. « Pour comprendre pourquoi INDIGO indique un risque de contamination il faut aller voir ce qu'il y a derrière. Sans ce travail on ne peut pas faire une bonne interprétation du résultat et être conscient des limites. »

Le représentant du bureau d'études estime que cet outil est utile pour engager des discussions avec les agriculteurs autour de leurs pratiques phytosanitaires. En effet, des cartes peuvent être réalisées pour faciliter l'interprétation des résultats et le dialogue avec les agriculteurs. « Quand les agriculteurs sont face à des cartes de leurs parcelles cela aide

³⁴ voir <http://www.calcullette-ift.fr/>

à réfléchir ».

Pour le moment l'évaluation des risques se réalise à l'échelle de la parcelle agricole. Les effets du versant ne sont pas pris en compte pour une éventuelle agrégation des résultats à une échelle territoriale. L'ajout de cette fonctionnalité est à l'étude par les concepteurs de l'outil et Envily.

❖ *I-Phy*

L'indicateur I-Phy (Bockstaller et al. 2008) évalue les risques de contamination des eaux de surface, des eaux souterraines et de l'air et le risque lié à la dose utilisée. Ces risques sont ensuite agrégés pour chaque substance active utilisée lors d'un traitement. Le résultat de l'I-Phy résulte finalement de l'agrégation des risques par substance active pour un programme de traitement et dans une parcelle donnée. L'indicateur I-Phy est l'indicateur « phytosanitaire » de la méthode INDIGO. Une nouvelle version de l'indicateur basée sur une approche de métamodélisation a été développée (Lindahl et Bockstaller, 2012).

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'une parcelle (cf. Tableau 14) et suivre l'évolution des risques de transfert (cf. Tableau 16)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

❖ *IPSIM*

Le modèle qualitatif IPSIM (Aubertot et Robin, 2013) a été développé pour établir des liens entre pratiques culturales du blé et populations de bioagresseurs dans une situation de production donnée. Le modèle produit un profil de dégât à partir de la combinaison de trois principaux attributs : les pratiques culturales, l'environnement de la parcelle et le pédoclimat. Le modèle simule une sévérité de dégâts pour chaque bioagresseur et pour l'ensemble du profil de dégâts. L'outil a été validé grâce à une base de données regroupant des résultats provenant de nombreux sites expérimentaux par bioagresseur. Les développements doivent se poursuivre afin d'intégrer les 12 bioagresseurs du blé d'hiver initialement retenus dans la démarche.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des performances agronomiques, environnementales, économiques et/ou sociales de systèmes de culture (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 1**

❖ *Jeu de rôles "L'eau en Têt"*

Ce jeu de rôles vise à sensibiliser les acteurs d'un territoire à la contamination de l'eau due à l'utilisation de pesticides. Il a été conçu à partir du kit **Wat-A-Game** (Ferrand et al. 2009).

Le kit Wat-A-Game (Ferrand et al. 2009), constitué d'une méthode et d'éléments génériques, permet de faciliter la conception de jeux de rôles à utiliser avec les acteurs de la gestion de l'eau ou le grand public. Le kit met à disposition un ensemble de pièces pour représenter le territoire, les ressources, des activités, des événements, etc. Cependant elles peuvent être adaptées aux besoins spécifiques de l'utilisateur. Le jeu de rôles, une fois conçu, peut faciliter la compréhension d'une problématique ou les discussions autour de l'impact économique, social, environnemental d'une activité. De nouvelles règles sociales et politiques peuvent ainsi être explorées et testées, y compris en présence d'élus et de décideurs.

Le jeu se compose d'un plateau, représentant des fossés connectés à une rivière, une prise d'eau dans la rivière pour desservir une zone habitée, et un forage dans une nappe ; de cartes, et de billes de différentes couleurs. Il existe huit postes de jeu : 6 agriculteurs, 1 aménageur, 1 habitant-jardinier. Le jeu se joue en plusieurs tours séparés par des temps de débat entre les joueurs. Ce jeu est en phase d'expérimentation, il n'a pas encore été utilisé par des acteurs engagés dans une problématique territoriale.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : partager des points de vues différents (cf. Tableau 17)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 1**

❖ *Jeu de rôles Rés-Eau-lutions diffuses*

Le jeu de rôles Rés-Eau-lutions diffuses (Bourgeois et al. 2015) a été conçu pour faciliter le déploiement d'une « nouvelle » technique de traitement d'effluents diffus d'origine agricole au sein d'un territoire. Il se déroule en trois phases : une introduction au contexte et aux objectifs de la session d'expérimentation, une phase de jeu, et un débriefing qui permet aux joueurs de faire le point sur l'expérience vécue dans le jeu et le parallèle avec la réalité. Il a été testé et validé à travers une démarche de communauté de pratique mais n'a pas encore été appliqué à une situation réelle.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : partager des points de vues différents (cf. Tableau 17)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *Jeu de rôles SimPhy*

Le jeu de rôle piloté SimPhy (Ayadi et al. 2014) vise à mettre des acteurs de terrain en situation de gestion d'exploitation agricoles sous contraintes de réduction d'utilisation de pesticides et de marché. Les joueurs sont amenés à décider des assolements et des itinéraires techniques en fonction du type d'années de pression phytosanitaire, des activités de production, et des prix du marché à partir des rendements et des impacts des phytosanitaires sur la santé humaine. L'objectif est de définir des stratégies de gestion pour la réduction de la pollution phytosanitaire diffuse sur la santé humaine et l'environnement. Le jeu se construit à partir des données des exploitations du territoire où il est utilisé. Il a été testé dans un bassin versant pour établir un plan de gestion d'une zone humide.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : partager des points de vues différents (cf. Tableau 17)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *MACRO*

Le modèle MACRO (Larsbo et Jarvis, 2003) est un modèle mécaniste monodimensionnel décrivant les transferts d'eau et de pesticides dans l'environnement. Sa principale originalité par rapport à d'autres modèles « pesticides » réside dans sa capacité à prendre en compte l'influence des écoulements préférentiels sur les transferts verticaux des pesticides dans les sols. Cependant différentes situations culturales ne sont pas décrites par le modèle (comme par exemple : interculture, réduction travail du sol, résidus de récolte) et des simulations pluriannuelles pour décrire des rotations ne sont pas prévues dans la version actuelle. Il est largement utilisé en Europe dans le cadre de l'homologation des produits phytosanitaires. Il a été utilisé pour simuler les transferts dans différents contextes agricoles et pédoclimatiques dans plusieurs pays (France, Danemark, Suède) par différentes équipes de recherche.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle parcellaire (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *MACRO - MARTHE*

Les modèles MACRO (Larsbo et Jarvis, 2003) et MARTHE (Thiéry, 1990) ont été utilisés pour simuler le transfert de pesticides, en particulier l'acétochlore et l'atrazine, depuis la surface du sol, à travers la zone non saturée et dans la nappe, avec prise en compte de la croissance des plantes (Gigleux, 2009). La zone non saturée est représentée entièrement par le modèle MACRO dont les résultats sont utilisés comme données d'entrée du modèle MARTHE. L'auteur a procédé à plusieurs simulations avec MACRO en différents points du bassin d'alimentation de l'aquifère en simplifiant la représentation du sol. Les temps de calculs sont de plusieurs jours pour simuler des écoulements sur une période de vingt ans.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'une masse d'eau (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **MARTHE**

Le modèle hydrogéologique MARTHE (Modélisation d'Aquifère par un maillage Rectangulaire en régime Transitoire pour le calcul Hydrodynamique des Ecoulements ; Thiéry, 1990) permet de modéliser les écoulements souterrains et les transferts de polluants. Les paramètres intrinsèques du milieu et les contraintes appliquées sont distribuées dans l'espace en discrétisant le domaine, c'est-à-dire en le découpant en un maillage carré ou rectangulaire en 2 dimensions (cubique ou parallélépipédique en 3 dimensions). L'utilisation de cet outil est dépendante de nombreuses données liées à l'aquifère étudié.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'une masse d'eau (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **MASC**

Le modèle MASC (Multi-attribute Assessment of the Sustainability of Cropping systems ; Craheix et al. 2012) a été conçu pour évaluer (*a priori* et *a posteriori*) la durabilité (économique, sociale et environnementale) de systèmes de cultures. Le logiciel CRITER³⁵ (Fortino et Reau, 2010), permet de calculer les indicateurs qui renseignent l'ensemble des 39 critères répartis selon ces trois dimensions. Pour les enjeux liés aux produits phytosanitaires, les modules « eaux souterraines », « eaux superficielles » et « air » d'I-Phy sont utilisés. Le modèle MASC peut être utilisé pour faciliter les processus de conception innovante en grandes cultures. A ce titre, il a notamment été mobilisé dans une méthode visant à faire participer les agriculteurs d'un bassin d'alimentation de captage à l'évaluation de leurs pratiques et à la conception de nouveaux systèmes de cultures compatibles avec les objectifs de qualité des gestionnaires de la ressource (Ravier et al. 2015).

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des performances agronomiques, environnementales, économiques et/ou sociales de systèmes de culture (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 4**

❖ **METE'EAU (MEdiation TErritoriale autour de l'enjeu EAU)**

L'outil METE'EAU (Arrighi et al. 2014) a été conçu pour aider les animateurs de captages prioritaires à mieux comprendre les positions des acteurs du territoire. Cette information doit ensuite permettre de concevoir le type d'animation à mettre en place. L'outil se compose de 24 cartes à pictogramme et 4 cartes blanches servant de support pour exprimer des idées. Les cartes proposées balayent une large gamme de thématiques : caractéristiques biophysiques et structurelles de l'AAC, caractérisation du territoire, acteurs et démarche. Elles sont utilisées pour recueillir les différentes visions que les acteurs portent sur leur territoire et ainsi appréhender des situations de conflits, des attentes divergentes ou des incohérences sur un territoire à enjeu eau. L'analyse des cartes piochées par les personnes interrogées permet par la suite de dresser un « portrait-robot » du territoire. Cet outil est actuellement mobilisé par un bureau d'étude.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : caractériser les positionnements des acteurs (cf. Tableau 14) et partager des représentations et points de vues différents (cf. Tableau 17) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

Retour d'expérience réalisé à partir du témoignage de Laurent Bouchet, bureau d'études Envilys

Le bureau d'études Envilys a utilisé le jeu de carte METE'EAU dans le cadre d'études portant sur l'évaluation et la construction de plans d'actions dans les Aires d'Alimentation de Captages (AAC).

Plus de 200 entretiens, répartis sur 8 territoires différents, ont déjà été réalisés en employant cet outil. Les enquêtes ont été réalisées auprès des personnes ayant ou n'ayant pas participé à la mise en œuvre d'actions prévues dans le plan d'actions. L'entretien se divise en 3 étapes :

1. Utilisation des cartes METE'EAU : la personne enquêtée est invitée à tirer trois cartes en deux temps pour

³⁵ CRITER a été développé spécifiquement pour calculer l'ensemble des indicateurs quantitatifs proposés dans MASC.

ressortir les points importants (positifs ou négatifs) de l'AAC. Le choix des cartes et les justifications associées sont consignés dans un fichier Excel.

2. Réalisation d'un questionnaire pour l'évaluation de la mise en œuvre (gouvernance, animation), des résultats et des impacts du plan d'action : la personne doit donner une note sur 5 pour chaque question.
3. Réalisation d'un questionnaire technique sur les changements de pratiques agricoles à apporter : ces questions ont été adressées uniquement aux professionnels agricoles.

Selon Laurent Bouchet, de la société Envilys, l'outil METE'EAU aide les personnes enquêtées à structurer le discours et à rester dans le périmètre du sujet tout en leur laissant le loisir d'approfondir les points qui apparaissent importants à leurs yeux. Il permet de faire ressortir des idées et des perceptions. Un traitement quantitatif et qualitatif peut être réalisé. Il est possible d'analyser les tirages de l'ensemble des personnes enquêtées d'un territoire. « On peut ainsi attribuer un poids à une idée en fonction du nombre de fois où elle a été exprimée ».

L'analyse du discours qui est également réalisée permet de faire ressortir différentes visions du territoire. Elle a aussi aidé à identifier des points de blocage. « Par exemple, sur un des territoires les gens avaient exprimé des critiques sur la gouvernance de la démarche. Le fait d'avoir remonté cette information a permis au maître d'ouvrage de changer la forme du COPIL » explique Laurent Bouchet. D'autres types d'information peuvent aussi être utilisés pour établir le contenu des plans d'actions.

La quasi-totalité des personnes rencontrées s'est montrée très ouverte à cette forme d'enquête. L'outil est facilement compréhensible et utilisable. Néanmoins, la réalisation de la synthèse des entretiens n'est pas aisée. Le bureau d'étude pense que cette partie pourrait être allégée grâce à un outil informatique permettant d'analyser les enquêtes.

L'outil METE'EAU pourrait potentiellement être utilisé pour améliorer le dialogue entre les acteurs d'un territoire en facilitant l'explication des approches de chacun. La méthodologie pour y parvenir est en cours de construction.

❖ *Méthode d'analyse agro-anthropologique des pratiques phytosanitaires*

Une méthode d'analyse agro-anthropologique a été conçue par Michelin et al. (2012) pour identifier les déterminants des choix de pratiques effectués par les agriculteurs. Elle permet d'évaluer d'une part les marges de manœuvre techniques des exploitations agricoles, et d'autre part le potentiel d'adaptation « acceptable » par l'agriculteur, en lien avec sa perception de son système d'exploitation et en fonction de son système de valeurs. La méthode se compose de plusieurs étapes dans lesquelles interviennent plusieurs techniques socio-anthropologiques (analyse historique, observation participante, entretiens ouverts et semi-directifs). Une typologie de systèmes de production basée sur des caractéristiques techniques et anthropologiques peut finalement être établie. La méthode a été appliquée dans le cas de l'application de rodenticides pour lutter contre le campagnol terrestre. Il n'existe cependant pas de guide méthodologique pour sa mise en œuvre.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : caractériser les positionnements et comportements des acteurs (cf. Tableau 14) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Méthode d'analyse des réseaux de pairs*

La méthode d'analyse des réseaux de dialogues professionnels entre agriculteurs d'un territoire, conçue par Compagnone et Hellec (2015), vise à faciliter l'identification de leaders d'opinion et ainsi favoriser la diffusion de changements de pratiques. Elle permet d'établir un sociogramme de relations représentant des liens forts et faibles entre les types d'agriculteurs identifiés. Cette représentation permet par la suite de caractériser la place et le rôle de chaque agriculteur dans le réseau de pairs. Elle est basée sur la réalisation d'enquêtes et l'utilisation d'un logiciel pour représenter le réseau. Cette méthode a été mobilisée dans le cadre d'un projet de recherche sur un territoire viticole à enjeu eau.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : caractériser les positionnements et comportements des acteurs (cf. Tableau 14) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Méthode économétrique d'évaluation des effets propres MAE-phyto*

La méthode utilisée par Kuhfuss et Subervie (2015) et Zahm et al. (2014) vise à évaluer l'effet propre de la MAE de réduction des herbicides, mesuré comme la différence entre la valeur moyenne de l'IFT dans la population bénéficiaire et dans la population de non-bénéficiaire. La méthode prévoit l'utilisation de bases de données agricoles pour sélectionner des individus ayant des caractéristiques observables similaires. Sans cela, les différences de pratiques entre les groupes bénéficiaires et non bénéficiaires pourraient être attribuées à d'autres facteurs indépendants de la politique mise en place.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer des effets spécifiques (cf. Tableau 12) à l'échelle de gestion régionale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *Méthode d'évaluation des pratiques phytosanitaires à partir des carnets de plaine*

La méthode d'évaluation des pratiques phytosanitaires et de leur évolution à partir des carnets de plaine a été développée par Schott et al. (2014). Cette méthode s'appuie sur l'outil OSITOP (Outil de Saisie des Itinéraires Techniques Orientés Pesticides ; Nicola et al. 2012) pour faciliter la saisie d'itinéraires techniques en lien avec l'usage des pesticides à l'échelle parcellaire. Il est donc alimenté par des données obtenues à partir d'enquêtes réalisées auprès d'agriculteurs ou de leurs carnets de plaine. OSITOP permet de constituer de manière simple une base de données des traitements phytosanitaires³⁶. Cette méthode est appliquée afin de comparer l'évolution de la pression phytosanitaire liée à deux cultures au sein d'un bassin versant.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer les pratiques phytosanitaires (cf. Tableau 14), suivre l'évolution des pratiques phytosanitaires (cf. Tableau 16) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *Méthode d'évaluation du potentiel de contamination des eaux de surface par les produits phytosanitaires*

Cette méthode, encore en cours de conception (Rouzies et al. 2017), vise à évaluer le risque de contamination des eaux de surface par les produits phytosanitaires à l'échelle d'un petit bassin versant. La méthode permet d'agréger à l'échelle d'un bassin versant les flux de phytosanitaires modélisés à l'échelle de la parcelle, en intégrant l'influence des éléments du paysage (routes, fossés, talus, zones tampons) et les pratiques agricoles sur les flux transférés. La méthode fait intervenir un découpage du bassin versant en éléments homogène, une modélisation, très modulaire, représentant le comportement de chaque élément et un couplage dynamique des éléments. Elle a été testée dans deux bassins instrumentés et est toujours en cours de développement.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer les risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 1**

❖ *Méthode de co-conception de systèmes de cultures entre agriculteurs*

La méthode de co-conception de systèmes de cultures entre agriculteurs fait partie d'un ensemble de méthodes de conception collective. Elles se différencient selon les types de participants et les finalités des

³⁶ « En effet, la saisie du nom du produit se fait grâce à un menu déroulant qui permet de vérifier l'orthographe du nom du produit et de sélectionner la bonne extension entre plusieurs homonymes. Une fois le produit sélectionné, un autre menu déroulant permet d'afficher automatiquement la dose homologuée correspondant au produit et à la culture considérée en choisissant le type de culture présente sur la parcelle. On peut ensuite saisir la dose appliquée par l'agriculteur telle qu'elle figure dans le carnet de plaine et le logiciel calcule automatiquement un rapport « dose appliquée / dose homologuée » qui est à la base du calcul de l'IFT parcelle total. » (Nicola et al. 2012).

prototypes étudiés (d'après Monnot, 2011 in Reau et al. 2012). On distingue ainsi la conception de novo et la conception pas à pas (Meynard, 2012).

La méthode, présentée ici, a impliqué l'organisation de plusieurs ateliers et la mobilisation d'outils d'évaluation ex-ante de systèmes de cultures. Au cours des ateliers plusieurs outils d'animation et de facilitation sont utilisés. La méthode fait principalement intervenir les agriculteurs mais peut aussi impliquer des syndicats d'eau et acteurs des filières agricoles. L'objectif est de concevoir des systèmes destinés à inspirer les agriculteurs dans la mise en œuvre et le changement de leurs propres systèmes de culture. Cette méthode a notamment été mobilisée en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de l'Yonne sur un territoire à enjeu nitrate, à Brienon (Reau et al. 2013). Cette expérience a abouti également à la conception d'un tableau de bord décrivant chaque année moyens, pratiques culturales et résultats d'un ensemble de parcelles, alimenté via un observatoire des résultats obtenus aux champs.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : co-concevoir des systèmes de cultures à bas intrants (cf. Tableau 15) et encourager les agriculteurs à les mettre en œuvre (cf. Tableau 17), suivre les réalisations agronomiques mises en œuvre (cf. Tableau 16) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Méthode de construction de rotations-types en fonction des types de sol*

Cette méthode conçue par Vernier et Rousset (2014) consiste à spatialiser des cultures et rotations principales à partir d'une typologie simplifiée des sols. Ces informations sont projetées à l'échelle de l'ilot du RPG. L'objectif est de produire une cartographie représentant la réalité de l'agriculture sur une zone géographique trop large pour envisager d'enquêter tous les agriculteurs. Des itinéraires techniques, notamment les pratiques phytosanitaires, peuvent ensuite être attribués à chaque rotation-type à partir des informations disponibles et d'une expertise locale. La méthode a été mobilisée dans le cadre d'un projet de modélisation de scénarios d'évolution des pratiques agricoles.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : décrire les pratiques agricoles d'un territoire à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10) et locale (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Méthode de diagnostic agraire*

Cette méthode (Devienne et Wybrecht, 2002) a été conçue pour caractériser et comprendre l'évolution de l'agriculture d'un territoire. A partir d'informations collectées à travers des enquêtes individuelles, une typologie de systèmes de production est établie. Plusieurs indicateurs sont ensuite calculés permettant d'évaluer les performances économiques des exploitations représentatives des différents types. Une application de cette méthode a été identifiée dans le cadre de la mise en œuvre d'une démarche participative d'évaluation de scénarios pour réduire les pollutions azotée dans un bassin versant.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : décrire les pratiques agricoles d'un territoire (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Méthode de diagnostic et de recommandations de gestion des réseaux de fossés agricoles infiltrants*

Cette méthode (Dagès et al. 2016) de diagnostic vise à analyser le potentiel des fossés infiltrants pour réduire la contamination des masses d'eau par les pesticides. Une fois délimitée le réseau de fossés, les différents tronçons sont classés selon une typologie établie en fonction de trois paramètres : la capacité de transfert d'eau (rugosité), la capacité d'infiltration d'eau vers les nappes (infiltrabilité), la capacité de sorption sur l'ensemble des matériaux d'un fossé (sol, végétation morte et vivante, cendres). Ces éléments permettent ensuite de dresser un diagnostic du risque de contamination. Des recommandations d'entretien sont également présentées dans le guide accompagnant la méthode pour améliorer la gestion des fossés. Cette méthode n'a pas encore été testée dans une démarche de gestion de l'eau.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : réaliser un diagnostic (cf. Tableau 14) et gérer des réseaux de fossés agricoles infiltrants (cf. Tableau 15) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **Méthode de diagnostic de l'état des zones tampons rivulaires et mise en place à l'échelle du bassin versant**

Cette méthode (Gril et al. 2010) vise à faciliter la réalisation de diagnostics des différentes infrastructures des paysages et des chemins de l'eau dans les territoires agricoles. Ces éléments doivent permettre par la suite d'optimiser les dispositifs tampons existant au sein d'un bassin versant et de proposer des dispositifs complémentaires. Après une phase d'observations du terrain, un arbre d'aide à la décision est utilisé pour préciser, en fonction des caractéristiques locales des écoulements sur les versants, si la mise en œuvre d'une zone tampon est possible et, le cas échéant, quel est le type adapté et quels sont les aménagements complémentaires qui pourraient être mis en œuvre. Cette méthode a été mise en œuvre dans de nombreux bassins versants.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : réaliser un diagnostic (cf. Tableau 14) et implanter et aménager des zones tampons (cf. Tableau 15) à l'échelle de gestion locale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

Retour d'expérience réalisé à partir du témoignage de Mathieu Lopez, Chambre d'Agriculture de l'Aude

Le ruisseau du Tréboul, affluent du Fresquel, est classé en mauvais état écologique du fait de concentrations trop élevées en nitrates et pesticides. La Chambre d'Agriculture anime depuis plusieurs années un projet visant à mettre en œuvre d'un plan d'action répondant aux enjeux écologiques sans fragiliser l'économie des exploitations. La stratégie, choisie par les agriculteurs suite à de nombreuses réunions et formations techniques, est double : amélioration des pratiques (réduction des quantités d'intrants) et création de zones tampons adaptées afin de limiter les transferts de nitrates et pesticides vers les cours d'eau.

Concernant ce deuxième volet, la Chambre d'Agriculture, avec le soutien de l'Agence de l'Eau RMC, a mobilisé la méthode de diagnostic de l'état des zones tampons rivulaires et mise en place à l'échelle du bassin versant de l'IRSTEA. Son adaptation au contexte pédoclimatique du Lauragais audois a permis d'identifier des zones d'action stratégiques (parcelles drainées en bord de cours d'eau, fossés d'orages, foncier agricole disponible etc.). En mobilisant l'arbre de décision du guide les animateurs ont par la suite proposé aux agriculteurs de nombreux projets de nouvelles zones tampons (mares, bandes enherbées, fossés à redents, haies, chenaux enherbés, etc.) ou d'optimisation de zones tampons existantes. Des agriculteurs ont aussi été formés à la méthode pour qu'ils puissent réaliser eux-mêmes le diagnostic de leurs parcelles.

Deux zones tampons humides artificielles (ZTHA) ont finalement été construites : un fossé à redents en propriété de deux agriculteurs et une mare en sortie de parcelle drainée sur l'exploitation agricole de l'Établissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole (EPLEFPA) du Lauragais. Un dispositif d'analyse a également été installé afin d'optimiser le fonctionnement de ce type de zones tampons en conditions locales, de valider l'efficacité de cette action sur les problématiques nitrates et pesticides, de sensibiliser et former les élèves du lycée agricole, et de disposer d'un site de démonstration auprès des agriculteurs du Lauragais audois.

Pour la Chambre d'agriculture de l'Aude, ces expériences ont contribué au développement d'une approche par bassin-versant de leviers d'atténuation des transferts de nitrates, pesticides et érosion.

D'un point de vue technique, les recommandations proposées par le guide de l'IRSTEA ont été adaptée au contexte local. « Nous nous sommes rendu compte que nous aurions peu d'efficacité si nous nous limitions à des aménagements rivulaires. Les écoulements de surface sont majoritaires sur le territoire et les transferts sont rapides » confie le chargé de mission de la Chambre d'Agriculture. De plus, réglementairement, les dossiers pour entreprendre des travaux sur les cours d'eau sont plus complexes et plus long à conduire. La décision a donc été prise de se focaliser sur les dispositifs en bord de parcelles agricoles, déconnectés des cours d'eau (type mare en sortie de drain enterré) ou localisés sur des fossés, qui ne génèrent pas de contraintes administratives. Ce choix visait notamment à ne pas décourager les agriculteurs volontaires.

Pour impulser une série de chantiers volontaires sur le bassin versant, la Chambre d'Agriculture organise prochainement une formation au cours de laquelle elle fera visiter les premières réalisations et remettra au groupe

pilote un guide d'auto-diagnostic reprenant et vulgarisant la méthode de l'IRSTEA. « Les agriculteurs seront ainsi en mesure de proposer eux-mêmes des aménagements en faisant leur propre diagnostic ». Ce livret rassemble des rappels sur les mécanismes de transfert et les zones tampons, l'arbre de décision assorti d'une clé de lecture et une sélection de fiches techniques « dispositif » de l'Onema et de l'Areas. « Maintenant que les cadres technique et réglementaire ont été approuvés par l'ensemble des acteurs, nous engageons des actions auprès des agriculteurs pour les encourager à passer à l'action » conclue le chargé de mission de la Chambre d'Agriculture.

❖ *Méthode de diagnostic Territ'eau*

La méthode de diagnostic (Guiet et al. 2013, Gascuel-Oudoux et al. 2013) présentée sur la plateforme Territ'eau, permet de délimiter les zones à risques vis-à-vis de la pollution par les produits phytosanitaires (en distinguant les herbicides et hors herbicides). Cette méthode, reprend le diagnostic parcellaire du risque de contamination des eaux superficielles par les produits phytosanitaires (DPR), en y intégrant les pressions et en le développant à l'échelle du paysage. Elle se base sur le diagnostic de la connectivité des parcelles, par une approche terrain et sur des données liées aux pratiques agricoles. Les données récoltées par analyse du paysage et par enquête auprès d'agriculteurs permet de calculer des indicateurs de pression, de transfert et d'impact. Les résultats sont présentés dans un premier temps à l'échelle des parcelles enquêtées puis du bassin versant en intégrant la connectivité hydrologique du paysage. Une cartographie des pressions est élaborée par parcelles ou groupes de parcelles. Cette méthode a été appliquée sur plusieurs bassins versants dans le cadre de démarches visant à améliorer la qualité de masses d'eau de surface en région bretonne.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

Retour d'expérience réalisé à partir des témoignages de Christelle Cadoux, chargée de mission Environnement à Louvigné Communauté, et ; Anthony Martin, étudiant à Agrocampus de Rennes

La collectivité territoriale « Louvigné Communauté », regroupant 8 communes du Département de l'Ille-et-Vilaine en Bretagne, entreprend sur son territoire des actions de recomposition bocagère sur talus. Depuis 10 ans elle sensibilise les agriculteurs pour le maintien et la reconstitution des bocages. Cette politique vise à limiter l'érosion et les transferts de polluants notamment de pesticides qui contaminent les cours d'eau.

Afin d'évaluer l'efficacité de ces aménagements, la collectivité a décidé de mobiliser les outils proposés par la méthode de diagnostic Territ'eau. Cette étude se réalise sur un bassin versant pilote de 72 ha où la majorité des parcelles sont en rotation maïs céréales. Une prise d'eau superficielle a été classée comme prioritaire à l'aval de ce territoire. Les analyses d'échantillons prélevés sur le cours d'eau ont révélé des concentrations des pesticides très au-delà de la norme en vigueur après de fortes pluies. Les concentrations les plus élevées se situent au niveau de la source, localisée dans une zone de prairies conduites selon le cahier des charges de l'Agriculture Biologique (AB). Une des hypothèses avancées pour expliquer cette situation est que la nappe qui alimente le cours d'eau serait fortement polluée.

Les 10 agriculteurs du territoire ont accepté de répondre aux enquêtes visant à recueillir les données nécessaires pour le calcul des différents indicateurs de la méthode. La mobilisation des élus a été nécessaire pour convaincre les agriculteurs de s'engager dans cette démarche. Un stagiaire, encadré par une chercheuse de l'INRA, a appliqué la méthodologie. « Nous avons adapté la méthode à notre problématique. Nous avons choisi d'appliquer les modules de caractérisation du territoire, des pratiques phytosanitaires et celui de bilan et propositions » précise Christelle Cadoux, chargée de mission Environnement de la collectivité. Pour réaliser le calcul des indicateurs de pression il a été nécessaire de consulter les cahiers d'enregistrement des exploitants. Les résultats sont ensuite restitués individuellement. Durant ces rencontres des propositions d'aménagement paysager sont également faites à l'agriculteur.

Cette étude a donc permis de dresser un état initial du territoire. « La méthode, couplée avec des analyses d'eau, qui a été appliquée est une méthode objective. » Les zones classées comme étant les plus à risque devront accueillir des aménagements pour limiter les transferts. Une nouvelle évaluation sera réalisée dans 4 à 5 ans afin d'analyser les résultats après mis en place des aménagements bocagers. Un suivi sera assuré auprès des agriculteurs volontaires pour les conseiller dans le domaine du désherbage.

❖ *Méthode de formalisation de types de pratiques des agriculteurs*

Cette méthode, conçue par Girard (2006), vise à représenter la diversité des pratiques des agriculteurs d'un territoire et améliorer les connaissances des conseillers agricoles. Elle se base principalement sur la réalisation d'entretiens auprès d'un échantillon d'agriculteurs préalablement défini. Une typologie d'agriculteurs est construite à partir d'une analyse de la similarité des pratiques entre les cas étudiés. Cette méthode a été mobilisée pour la réalisation d'inventaire de pratiques en lien avec une problématique environnementale liée à la gestion d'un territoire. Elle n'a cependant pas encore été utilisée dans le cadre de l'étude de pratiques phytosanitaires.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : décrire les pratiques agricoles d'un territoire (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *Méthode de modélisation des choix appliquée à l'adoption de contrat MAE*

La méthode utilisée par Kuhfuss et al. (2014) vise à identifier les préférences d'agriculteurs vis-à-vis de différentes clauses de contrats agro-environnementaux visant à réduire l'usage de produits phytosanitaires. Différents types de contrat MAEC ont été testés ainsi que l'effet d'informations ou de clauses. A partir d'une enquête réalisée sur Internet, les auteurs montrent que l'échantillon composé de viticulteurs du Languedoc-Roussillon s'engagerait plus facilement s'ils pourraient anticiper un taux de contractualisation élevé sur leur territoire. Cette étude pourrait contribuer à la réflexion autour de la mise en place de contrats flexibles pour favoriser la mise en œuvre d'actions par les agriculteurs et améliorer le rapport coût-efficacité des dispositifs d'intervention publique.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : analyser les préférences des agriculteurs vis-à-vis de contrats agroenvironnementaux (cf. Tableau 13) à l'échelle de gestion régionale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *Méthode de modélisation intégrée de trajectoires de l'agriculture (ou méthode IMAS : Integrated Modeling of Agricultural Scenarios)*

Il s'agit d'une méthode d'aide à la décision pour les acteurs en charge de définir et de mettre en œuvre des programmes d'action environnementaux, sur des territoires à enjeu eau, à différentes échelles d'intervention (Vernier et al. 2016). Cette méthode de modélisation intégrée consiste tout d'abord à qualifier les activités humaines sur le territoire d'action, notamment l'agriculture et à co-construire avec les acteurs locaux des trajectoires d'évolution (changement de système ou de pratiques, aménagements). Ces scénarios sont modélisés à la même échelle spatiale et à partir du même jeu de données sous l'aspect impact environnemental par indicateurs spatialisés et modèle agro-hydrologique (Genlu2-SWAT) (Leccia et al. 2015) et sous l'aspect économique par un modèle bio-économique. Le coût efficacité des scénarios est apprécié par rapport d'une part à leur coût de mise en œuvre par les agriculteurs, et d'autre part à la réduction des IFT ou des concentrations simulées dans les cours d'eau (Lescot et al. 2013). L'ensemble de l'information est organisée dans un entrepôt de données spatiales et restituée sous forme de tableaux, graphiques ou cartes aux échelles pertinentes pour les acteurs locaux (zones prioritaires d'action, zone hydrographique d'intérêt). L'outil a été appliqué dans le contexte d'un programme d'action dans un bassin d'alimentation de captage Grenelle.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer des scénarios agronomiques et paysagers en fonction des risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Méthode de reconstitution des séquences de cultures à partir du RPG*

Cette méthode (Leenhardt et al. 2012) permet de reconstituer les séquences de culture d'un territoire à partir des données spatialisées du RPG (Registre Parcellaire Graphique ; voir :

<http://www.geoportail.gouv.fr/>). Elle consiste à établir une filiation des îlots PAC puis des parcelles culturales entre années pour reconstituer les séquences à l'échelle de l'unité élémentaire spatiale de mise en œuvre des séquences. Les séquences une fois reconstituées sont classées en rotation type à partir de règles de décision automatiques basées sur les connaissances expertes. La base de données sur les séquences (environ 11,5 millions de séquences dans 6 millions d'îlots) et rotations est disponible sur demande auprès de l'Observatoire du Développement Rural.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : décrire des pratiques agricoles d'un territoire à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10) et locale (cf. Tableau 14), suivre l'usage agricole d'un territoire à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 12) et locale (cf. Tableau 16)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 4**

❖ *Méthode de spatialisation de la BNV-d*

La méthode de spatialisation de la BNV-d présentée dans Carles et al. (2015) vise à estimer les quantités de substances actives potentiellement utilisées à partir des données de vente des produits phytosanitaires. Le modèle de spatialisation mis au point permet d'extraire les quantités de substances potentiellement utilisées sur une zone choisie par l'utilisateur (découpage administratif prédéfini ou shape uploadé). La méthode utilisée s'appuie sur la réalisation d'une carte d'occupation des sols agricoles et urbains. De cette carte on déduit des coefficients de répartition des produits phytosanitaires en fonction des surfaces sur lesquelles ils sont autorisés et des doses auxquels ils sont homologués. La méthode est actuellement en cours de validation.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer les pratiques phytosanitaires à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10) et locale (cf. Tableau 14), suivre les pratiques phytosanitaires à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 12) et locale (cf. Tableau 16)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *Méthode de spatialisation de séquences à partir de facteurs déterminants*

Cette méthode employée par Murgue et al. (2015) vise à spatialiser les séquences de cultures à partir d'informations reliées à celles-ci et facile d'accès. Elle consiste à déterminer sur un territoire les principaux systèmes de culture et les déterminants de leur localisation. La méthode s'articule en trois étapes : exploitation de bases de données disponibles (RPG dans ce cas), mobilisation des savoirs d'experts et enquêtes en exploitation agricole pour identifier les déterminants de localisation des systèmes de culture, utilisation des informations sur les déterminants de localisation pour le développement d'une base de données spatialisée de systèmes de culture basée sur le RPG. En deuxième étape, elle utilise le « Zonage A Dire d'Acteurs » (ZADA ; Caron et Cheylan, 2008) qui vise à formaliser les connaissances des acteurs locaux (agriculteurs, gestionnaires, opérateurs économiques, etc.) sur leur territoire. Cette méthode n'a pas encore été diffusée auprès d'acteurs de terrain.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : décrire les pratiques agricoles d'un territoire à l'échelle de gestion locale (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *Méthode du diagnostic parcellaire du risque de contamination des eaux superficielles par les produits phytosanitaires (DPR)*

La méthode (Loubier, 2001) a pour objectif d'évaluer le risque de transfert rapide des produits phytosanitaires, de la parcelle vers des eaux superficielles. Elle doit ainsi permettre d'identifier les zones les plus contributives afin de cibler les actions à mettre en œuvre à l'échelle des parcelles. Un arbre de décision a été établi à partir de l'analyse croisée de cinq facteurs : la pente, le drainage agricole, l'existence ou l'absence d'une protection à l'aval, la longueur de pente et la distance au cours d'eau. Trois classes de risque ont été définies à partir de calculs réalisés avec l'outil SIRIS-Pesticides. La méthode privilégie ainsi les voies de transfert suivantes : ruissellement, écoulements par les drains naturels et artificiels, écoulements par les

nappes superficielles. Cette méthode est particulièrement utilisée en Bretagne par les chambres d'agriculture dans le cadre du classement des parcelles à risque de ruissellement de produits phytosanitaires. Ses limites sont de ne pas prendre en compte les types de sols et les pressions. La méthode du diagnostic Territ'eau l'a depuis complétée.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer la vulnérabilité du milieu à l'échelle d'une exploitation (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

Retour d'expérience réalisé à partir d'un entretien avec Anne Laporte, conseillère agronomie à la Chambre d'Agriculture d'Ille et Vilaine

Le territoire du bassin versant de la rivière le Meu fait l'objet d'une vive attention depuis plusieurs années. En effet, la prise d'eau potable au lieu-dit la Ville Chevron à Mordelles qui participe à l'approvisionnement du bassin rennais a été classée prioritaire vis-à-vis du paramètre phytosanitaire. Elle fait partie des 11 captages prioritaires du Département l'Ille et Vilaine inscrits dans le SDAGE Loire Bretagne.

En 2011 un arrêté préfectoral a été adopté pour interdire l'utilisation de plusieurs molécules à l'origine des dépassements de la norme. Il s'applique sur une aire de 620 km². Ces interdictions peuvent être modulables dans les exploitations ayant réalisé un diagnostic de parcelles à risque (possibilité d'utiliser ces molécules de pré-levée : S-métolachlore, IPU, DMTA-P).

C'est dans ce contexte que la Chambre d'Agriculture d'Ille et Vilaine en partenariat avec le Syndicat Mixte du Bassin Versant du Meu a réalisé ces diagnostics. Cette action a été financée par l'Agence de l'Eau. La méthode du diagnostic parcellaire du risque de contamination des eaux superficielles par les produits phytosanitaires (DPR) a été mobilisée.

La mise en œuvre de la méthode s'est faite en plusieurs étapes. Des informations sur le contenu de la démarche ont d'abord été communiquées directement aux agriculteurs du bassin versant ou via les coopératives, prescripteurs et réseaux professionnels. Six exploitations se sont jusqu'à présent portées volontaires. Le conseiller de la Chambre se rend par la suite chez l'agriculteur pendant une demi-journée afin de récolter l'ensemble des informations qui permettent de classer les parcelles en fonction des risques de transfert.

« Le double intérêt de cette méthode est qu'elle est pédagogique et se fait avec l'agriculteur. On prend le temps d'expliquer le chemin de l'eau sur l'exploitation à partir des observations faites sur les parcelles et de schémas que l'on dessine au moment de la visite. L'évaluation du risque est réalisée en présence de l'agriculteur qui confirme ou non nos observations. De cette manière la classification des parcelles n'est pas contestée, tout comme les recommandations en termes d'aménagements qui sont adressées. Il est plus facile d'appliquer quelque chose quand on le comprend. »

Un rapport est finalement rédigé. Il contient la carte de risque et une restitution des recommandations et des engagements pris par l'agriculteur. Ce rapport peut être également transmis aux conseillers « bocages » qui prennent le relai pour l'accompagnement et le suivi de la mise en place des aménagements, comme par exemple les haies (en lien avec le programme européen Breizh Bocage).

La méthode DPR est également devenue obligatoire pour la contractualisation d'une MAE « remise en herbe ».

Malgré un intérêt grandissant la conseillère interrogée observe que ce diagnostic est peu sollicité en comparaison à celui qui est établi dans le cadre de la réduction des pollutions ponctuelles. Mais cette situation pourrait prochainement changer car en effet les coopératives encouragent la réalisation de DPR. Ce diagnostic leur permet de disposer d'éléments additionnels pour guider le conseil conformément aux modalités prévues par l'arrêté d'interdiction d'utilisation des molécules.

Document à consulter pour plus d'informations :

La lettre agricole du syndicat n°28 consultable sur <http://www.bassinversantdumeu.fr/La-lettre-agricole-du-Syndicat>

❖ Méthode multicritère d'aide à la décision

Un modèle d'analyse multicritère d'aide à la décision (conçu à partir du logiciel ELECTRE TRI-C ; Almeida-Dias et al. 2010) a été employée par Macary et al. (2014) afin de caractériser des zones à risque potentiel de

contamination des eaux de surface par les produits phytosanitaires à l'échelle du parcellaire d'un petit bassin versant. Six critères en lien avec la vulnérabilité du milieu (pente, connectivité, type de sols), les pressions phytosanitaires (IFT) et l'état d'éventuels dispositifs environnementaux (bande enherbée, zone tampon, ripisylve, etc.) ont été utilisés. Ils sont renseignés à partir d'observations de terrain et d'enquêtes. Sur la base de ces critères le modèle effectue un tri des parcelles et les classe en différentes catégories correspondant à des risques de transfert. Bien que cet outil ait été testé sur des territoires à enjeu, celui-ci n'a pas été diffusé par l'auteur pour des raisons de propriété de l'outil d'analyse.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer les risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Méthode statistique d'analyse des données issues des réseaux de surveillance des eaux de surface*

La méthode statistique développée par Gauroy et al. (2012) permet d'établir des profils de contamination types à l'échelle d'une Hydro-Ecorégions³⁷ (HER), correspondant à des graphes d'évolution de la contamination par molécule au cours d'une année ou d'une période donnée à cette échelle. Ces profils donnent des indications sur les ordres de grandeur des concentrations retrouvées dans le milieu et les périodes de contamination plus élevée. Elle permet notamment de rendre compte des différenciations spatiales et temporelles de la contamination entre HER. Cette méthode, basée sur le regroupement des données du réseau de surveillance à l'échelle de la HER, a été conçue pour pallier la moindre représentativité temporelle des mesures acquises sur une station prise isolément du fait de la faible fréquence des analyses associées. Plusieurs applications ont été envisagées notamment pour ajuster les programmes de surveillance de la qualité de l'eau, en ciblant les périodes où la contamination est la plus élevée.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer l'état des masses d'eau (cf. Tableau 10) et suivre la qualité des masses d'eau (cf. Tableau 12) à l'échelle de gestion régionale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 4**

❖ *Méthode STEPHY*

La méthode STEPHY (Attoumani-Ronceux et al. 2011) a été conçue pour concevoir ou adapter des systèmes de culture (grande culture seulement) à partir d'une évaluation d'alternatives en termes économique, écologique et organisationnel. Elle est basée sur une démarche de réflexion associant l'agriculteur et son conseiller. Elle se présente sous la forme d'un guide méthodologique décrivant les différentes étapes de mise en œuvre dans le cadre de deux parcours possibles : rapide ou approfondi. Un logiciel permettant de calculer plusieurs indicateurs à partir des informations recueillies à l'aide de fiches d'entretien est également disponible. Cette méthode est applicable par tout acteur intéressé par la conception de systèmes de culture moins dépendants de l'utilisation de pesticides. La méthode a été adaptée pour d'autres filières : guides CEPVITI pour la viticulture (Berthier et al. 2011), aux systèmes légumiers (Launais et al. 2014), aux systèmes de production fruitière (Laget et al. 2014) et aux systèmes de cultures tropicaux (Bruchon et al. 2015).

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : co-concevoir des systèmes de culture à bas intrants à l'échelle d'une exploitation (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

³⁷ Les hydro-écorégions (ou HER) ont été définies pour établir une typologie des milieux aquatiques et des peuplements associés (Wasson et al. 2002), dans le cadre de l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau requise par la DCE. Elles ont donc été délimitées en fonction de plusieurs paramètres qui influencent les milieux aquatiques et leur peuplement : géologie (nature des roches), relief (altitude, pente), hydrographie (structure et organisation du réseau) et climat (régime des précipitations et températures maximales, interprétées par rapport à la végétation naturelle).

❖ *MHYDAS-pesticides*

Le modèle hydrologique distribué MHYDAS (Modélisation HYdrologique Des AgroSystèmes ; Moussa et al. 2002) simule, dans sa version la plus récente (2014), les bilans hydrologiques, les échanges surface-souterrains simplifiés et le transfert d'eau et de pesticides des parcelles agricoles vers le réseau hydrographique auquel sont connectées les parcelles. Le modèle MHYDAS permet de prendre en compte les spécificités du milieu agricole : influence des discontinuités du paysage (fossés, parcelles, talus, etc.), partage ruissellement-infiltration en fonction des pratiques agricoles, échanges entre les nappes et les fossés, dégradation des contaminants, etc. Les transferts d'eau et des substances polluantes sont simulés à partir d'une représentation numérique du paysage créée à partir de l'outil Geo-MHYDAS (Lagacherie et al. 2010). Cet outil a été mobilisé dans le cadre de projets de recherche visant à estimer le transfert de pesticides à l'échelle de petits bassins versants agricoles en région méditerranéenne.

- ▶ **La méthode peut être mobilisée pour** : évaluer les risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Observatoire de Roujan*

L'observatoire de Roujan a été créé en 1992. Il comprend un ensemble de stations de mesures hydrométéorologiques complétées par l'observation régulière des activités anthropiques sur le bassin versant de tête du Bourdic (un petit affluent de la Peyne, en aval de Roujan dans le Département de l'Hérault). Il constitue un des deux sites de l'observatoire méditerranéen de l'environnement rural et de l'eau (OMERE). L'objectif principal est de quantifier les flux d'eau et de matières en lien avec les activités anthropiques sur du long terme (plusieurs décennies).

Les mesures réalisées par l'observatoire ont permis d'établir notamment les temps de rémanence de produits phytosanitaires dans les sols et les flux d'eau à la sortie de parcelle. Les données collectées sont également utilisées pour le développement d'une structure générique de modélisation hydrologique distribuée en milieu cultivé. Elle vise à évaluer les impacts de scénarios d'aménagement et d'utilisation des sols dans les milieux cultivés. Par ailleurs des expérimentations réalisées sur des fossés de plusieurs observatoires ont permis de construire une méthodologie simple de diagnostic des réseaux de fossés en fonction des conditions de milieu. Cette méthodologie doit permettre d'évaluer les différents impacts (rétention, infiltration) des fossés dans la contamination des eaux et d'identifier les modes de gestion les plus adéquats.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages ; évaluer les risques et identifier les zones prioritaires ; limiter les transferts (cf. Tableau 19)

❖ *Observatoire du Développement Rural (ODR)*

L'ODR est un système d'information collaboratif qui a pour objectifs de contribuer à la préparation au suivi et à l'évaluation en France des politiques communautaires du développement rural. Il est constitué d'un serveur complété d'une plateforme logicielle permettant de stocker, de visualiser, et d'accéder à des données. Les données sont déposées par les utilisateurs désignés et agréés par les partenaires. Elles contiennent des informations en lien avec les mesures de politiques agricoles et agro-environnementales, les activités agricoles et, plus généralement, le développement rural. Les utilisateurs de l'ODR ont donc accès à des bases de données et à des outils facilitant leur utilisation. L'équipe qui gère l'ODR est aussi impliquée dans la conception des méthodes de reconstitution des séquences de culture à partir du Registre Parcellaire Graphique et de spatialisation de la Banque Nationale de Ventes des distributeurs.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages ; évaluer les effets (cf. Tableau 19)

❖ **Observatoire ORACLE**

L'observatoire ORACLE a été créé en 1962. Il est constitué par les bassins versants du Grand Morin, du Petit Morin et le sous-bassin de l'Orgeval. Les rivières des deux Morin sont les deux principaux affluents de la Marne. Situé à 70 km à l'Est de Paris, les bassins versants d'ORACLE influencent les apports d'eau de l'agglomération parisienne, tant en terme quantitatif que qualitatif. Il est caractérisé par un climat océanique tempéré sur lequel les circulations atmosphériques d'Ouest sont dominantes. Le dispositif d'observation est composé de 81 stations de mesures sur 60 sites géoréférencés. Les objectifs principaux sont de comprendre le fonctionnement hydrologique et biogéochimique des bassins sédimentaires en milieu rural anthropisé et d'évaluer les impacts des activités humaines notamment agricoles, sur le régime et la qualité des eaux.

De nombreuses études ont été menées dans le cadre du Piren Seine afin de caractériser les usages agricoles et mieux comprendre le rôle du drainage agricole dans le transfert de pesticides. Ainsi des méthodes ont été développées afin de reconstituer la chronique des utilisations de produits phytosanitaires d'un territoire. La base de données APOCA permet de centraliser l'ensemble des informations, qui peuvent ensuite être utilisées par des outils de modélisation ou pour cibler les produits à rechercher pendant les campagnes de mesures. Par ailleurs, des études sur la contamination atmosphérique par les pesticides ont permis de quantifier les retombées atmosphérique sur le territoire de l'observatoire.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages ; évaluer les risques et identifier les zones prioritaires ; limiter les transferts (cf. Tableau 19)

❖ **OBSERVOX**

OBSERVOX, créé en 2010 est un observatoire des pratiques phytosanitaires sur le bassin versant du bassin de la Vesle en amont du Champ captant de Couraux qui s'étend sur près de 700 km². L'objectif est d'accompagner les acteurs du territoire dans la co-construction d'un dispositif de gestion collective de la connaissance concernant les pratiques agricoles, afin de faciliter la mise en place d'actions dans un but d'amélioration de la qualité de la ressource en eau.

Une plateforme d'échange de connaissances a ainsi été mise en place, constituée d'un tableau de bord permettant de visualiser les indicateurs agro-environnementaux et d'un outil cartographique. Cette plateforme offre la possibilité aux utilisateurs de choisir l'indicateur, l'échelle spatiale et temporelle, la ou les cultures étudiées et la représentation qu'il souhaite. Les indicateurs sont hiérarchisés en 4 sous-tableaux de bord abordant les thématiques suivantes : « Modalités des pratiques agricoles et des aménagements du territoire », « Déterminants des pratiques agricoles et des aménagements du territoire », « Pressions des pratiques phytosanitaires agri-viticoles sur la ressource en eau » et « Qualité de la ressource en eau ».

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages ; suivre et analyser les actions menées (cf. Tableau 19)

❖ **OdERA-Systèmes**

L'application Web OdERA-Systèmes (Outil d'Evaluation du Risque en Adventices dans les Systèmes de culture, voir : <http://odera-systemes.org/index.php>) permet à des agriculteurs ou des conseillers agricoles de tester l'effet sur les adventices de la mise en place de nouvelles pratiques agronomiques dans leurs systèmes de cultures. Le logiciel calcule un risque en adventice restitué sous forme d'un score sur 100. Plus le score est élevé, plus le risque est important. L'objectif est d'intégrer par la suite ces pratiques pour diminuer l'usage des herbicides. Il peut également servir à évaluer ou comparer des systèmes dans des ateliers de co-conception. Actuellement l'outil est principalement utilisé par les Chambres d'Agriculture dans le cadre de l'animation de groupes DEPHY Ecophyto.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les performances agronomiques, environnementales, économiques et/ou sociales de systèmes de culture (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 4**

❖ **OPALE**

Fiche de renseignement non validée.

❖ ***Outils d'analyse territorialisée des parcellaires des exploitations agricoles concernées par une AAC***

Deux indicateurs ont été conçus pour caractériser les territoires à enjeu eau en fonction des parcellaires agricole : le « poids » de l'exploitation dans le territoire et le « concernement » de chaque agriculteur présent sur le territoire (Barataud et Durpoix, 2014). Ces indicateurs permettent de calculer la part de chaque exploitant sur la SAU du territoire à enjeu eau et la part de la SAU de l'exploitant dans le territoire par rapport à celle se trouvant à l'extérieur de celui-ci. L'analyse des résultats peut permettre d'adapter la mise en œuvre des actions en fonction de la configuration de l'AAC et des statuts d'agriculteurs ou bien d'anticiper sur la taille et la sélection du collectif d'agriculteurs à mobiliser. Une base de données, appelée DEAUMIN'EAU, a été créée en 2016. Elle regroupe un certain nombre d'information concernant les AAC du bassin Rhin-Meuse, dont les résultats de ces indicateurs.

- ▶ **Les outils peuvent être mobilisés pour** : décrire des pratiques agricoles d'un territoire à l'échelle de gestion locale (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ ***Outil d'évaluation de la contamination locale des eaux de surface par les pesticides par voie gazeuse***

Un outil de simulation a été conçu à partir des modèles Volt'Air (Bedos et al. 2009) et FIDES (Flux Interpretation by Dispersion and Exchange over the Short-range ; Loubet et al. 2001) afin d'évaluer la contamination locale des eaux de surface par les pesticides par dépôt gazeux (Bedos et al. 2013). Cette évaluation peut ensuite servir de support pour la réalisation de préconisations de distance à respecter entre la zone traitée et la surface aquatique à protéger, ou de composés de substitution permettant de limiter cette voie de contamination. Des abaques de dépôts gazeux ont été établis à partir des simulations pour faciliter la mobilisation des résultats de cet outil. Cet outil est encore en cours de développement. De nouvelles configurations spatiales (incluant des éléments de paysage) doivent notamment être simulées afin d'apporter des critères aux gestionnaires pour la conception de zones de protection des eaux de surface.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des pratiques agricoles en fonction des risques de transfert à la parcelle (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ ***Outil d'évaluation de stratégies de désherbage en viticulture (MHYDAS - DHIVINE)***

Un outil d'évaluation de stratégies de réduction d'utilisation d'herbicides a été développé par Andrieux et al. (2015). Après avoir définies avec un groupe d'expert les modalités d'entretien du sol, un outil de modélisation est utilisé pour évaluer l'impact environnemental et agronomique d'itinéraires techniques simulés. Il permet de tester l'effet de choix techniques à l'échelle du bassin versant sur le transfert de pesticides vers l'exutoire par ruissellement de surface. Les itinéraires techniques sont distribués spatialement en fonction des contraintes de sols, temporellement en fonction des contraintes climatiques et spatio-temporellement en fonction des moyens humains et techniques des exploitations. Quatre scénarios spatialisés ont ainsi été testés à partir de modalités d'entretien du sol appliquées aux exploitations viticoles d'un petit bassin versant méditerranéen. L'outil de modélisation est constitué de plusieurs modèles chaînés : MHYDAS (Moussa et al. 2002), DHIVINE (Martin-Clouaire et al. 2014) et WaLIS (Celette et al. 2010). Cet assemblage a été réalisé à l'aide de la **plateforme de modélisation OpenFLUID** (Fabre et al. 2010).

La plateforme OpenFLUID (Fabre et al. 2010) est actuellement utilisée dans le cadre d'études de transfert de pesticides dans l'environnement. Cette plateforme permet de construire des modèles couplés à partir d'une représentation des structures de paysages et une modélisation des processus spatiaux. Un effort important a été consacré au développement d'interfaces qui ont contribué à sa diffusion auprès de bureaux d'études.

Les résultats des simulations indiquent que seul l'abandon total des herbicides permettrait de garantir la qualité de la masse d'eau.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des scénarios agronomiques et paysagers en fonction des risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Outil d'aménagement de Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA)*

L'outil d'aménagement de Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA) a été développé par Regazzoni et Payraudeau (2013) dans le but de dimensionner la capacité de stockage d'un futur ouvrage de rétention ou d'en vérifier son degré de protection. Un modèle simple calcule le volume d'eau ruisselé à l'exutoire d'un bassin versant à partir de données liées au type de sol et à l'occupation du territoire. Ce volume sert par la suite à optimiser le fonctionnement hydraulique de l'ouvrage. Cet outil a été testé sur deux bassins versants pilotes.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : implanter et aménager des infrastructures paysagères (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Outil d'implantation de Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA)*

L'outil d'implantation de Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA) développé par Regazzoni et Payraudeau (2013) vise à optimiser la localisation de nouvelles ZTHA à l'échelle de petits bassins versants où le ruissellement prédomine. Les données doivent être intégrées à un logiciel de SIG. L'outil, une fois paramétré, identifie par la suite des zones d'implantation possibles. Les critères mobilisés sont principalement de nature hydrologique. Différents scénarios d'aménagement d'un bassin versant peuvent être proposés en intégrant des critères de faisabilité (par exemple : volume de la ZTHA et prix du foncier). Ces scénarios peuvent ensuite alimenter les discussions entre les acteurs locaux impliqués dans la réalisation des travaux. Cet outil a été appliqué sur deux bassins versants pilotes.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : implanter et aménager des infrastructures paysagères (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Outil de dimensionnement des bandes tampons végétalisées (BUVARD : Buffer strip runoff Attenuation and pesticide Retention Design tool)*

Une méthode de dimensionnement de bandes tampons végétalisées a été développée par Carluer et al. (2014) composée d'une chaîne d'outils permettant de simuler à l'échelle locale les processus hydrologiques au sein d'une zone tampon située à l'aval de cultures. Des abaques ont été produits à partir de la simulation d'un grand nombre de scénarios de dimensionnement pour différents contextes pédologiques et climatiques. Ces abaques se présentent sous la forme de graphiques consultables en ligne. Le but est de permettre aux utilisateurs de dimensionner leur bande tampon sans réaliser de calculs et à l'aide d'un minimum de paramètres, relativement aisés à renseigner. L'accent a été mis sur l'aide en ligne pour assurer une utilisation pertinente de l'outil par les utilisateurs. Une application Web est disponible.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : implanter et aménager des infrastructures paysagères (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Outil de modélisation du transport de pesticide dans les processus de ruissellement et d'érosion basé sur OpenLISEM*

Le modèle hydrologique et d'érosion événementiel LISEM (Limbourg Soil Erosion Model ; (De Roo et al. 1996) est actuellement utilisé pour développer un modèle de transport de pesticides, complètement distribué. Il est conçu pour être utilisé à l'échelle de petits bassins versants agricoles. Ce modèle disposera d'une résolution temporelle fine à échelle événementielle et prendra en compte le transport des pesticides dans la phase particulaire. Pour le moment, il n'y a pas d'applications envisagées.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 1**

❖ **PASTIS**

Le modèle PASTIS (Prediction of Agricultural Solute Transfer In Soils ; Lafolie, 1991) a été développé par l'INRA pour disposer d'une simulation mécaniste des transferts de masse (eau, solutés, gaz) et d'énergie (chaleur) couplés à divers processus biogéochimiques dans la zone non saturée du sol (cycle du carbone, de l'azote etc.). Il permet de quantifier les flux de masses à l'interface sol-atmosphère (eau, gaz) et vers les couches profondes (eau, solutés). Les équations du modèle sont intégrées à la plateforme de modélisation **Sol Virtuel**.

La plateforme Sol Virtuel vise à représenter les processus hydrodynamiques et biogéochimiques à l'échelle du profil de sol. Elle permet de construire une représentation du sol et de ses interactions physiques, chimiques et biologiques. Elle peut aussi être utilisée pour évaluer le fonctionnement et la durabilité des écosystèmes et le potentiel de production végétale. Un modèle de transfert sol-mulchs-atmosphère de trois pesticides (Aslam et al. 2015) pourrait prochainement être intégré à Sol Virtuel.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'une parcelle (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **PEARL**

Le modèle PEARL (Leistra et al. 2001) est un modèle mécaniste monodimensionnel décrivant les transferts d'eau et de pesticides dans l'environnement. Le modèle PEARL utilise le même formalisme que MACRO pour la simulation des flux d'eau et de solutés mais ne considère pas la double perméabilité des sols. Par contre il prend en compte le compartiment atmosphérique. Il est possible de décrire des successions de cultures via l'outil FROGS³⁸ mais pas les situations culturales (telles que l'interculture et les résidus de récolte). Il est largement utilisé en Europe dans le cadre de l'homologation des produits phytosanitaires. Il a également été utilisé pour simuler les transferts dans différents contextes agricoles et pédoclimatiques dans plusieurs pays (France, Hollande, Allemagne).

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'une parcelle (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **PERSYST**

L'outil PERSYST (Guichard et al. 2013) permet d'estimer ex ante le rendement des cultures en intégrant explicitement l'effet du système de culture dans lequel elles s'insèrent (rotation et itinéraires techniques). L'outil prend en compte de manière simple les effets de la rotation et des principaux éléments de l'itinéraire technique pour estimer le rendement attendu d'une situation culturale décrite par le système de culture, dans un type de sol et sous la variabilité climatique locale. L'estimation du rendement est complétée par des indicateurs environnementaux et économiques calculés à l'échelle de la rotation, caractéristique du système de culture. Cet outil fonctionne à partir d'une application Web gratuite. La procédure de paramétrage local

³⁸ FROGS (French Refinement Of Groundwater Scenarios ; Beigel et al. 2010) est un système de modélisation basé sur la version standard de PEARL (Pesticide Emission Assessment at Regional and Local scales; Leistra et al. 2001). FROGS sert à simuler les phénomènes de percolation et de lixiviation associées dans différents scénarios agropédoclimatiques. Plusieurs zones agronomiques ont ainsi été paramétrées dans cet outil. Les autres voies de transfert (ruissellement, érosion, draine, drainage et écoulement hypodermique) ne sont pas considérées. FROGS est actuellement utilisé par l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) pour l'évaluation des risques liés à l'utilisation des produits phytosanitaires. Cette évaluation permet à l'Agence de formuler un avis dans le cadre de la procédure d'autorisation de mise sur le marché (AMM).

(régional) de l'outil prévoit la mobilisation d'experts locaux à partir d'une démarche de questionnement formalisée. Une fois l'ensemble des experts questionné s'en suit une séquence collective de validation des résultats. La base ainsi établie à l'échelle d'une région peut permettre d'évaluer ex ante les performances de systèmes de culture innovants. L'outil a été paramétré pour les régions Bourgogne, Picardie et le département d'Eure-et-Loir en agriculture conventionnelle, et pour la région Ile-de-France et Picardie pour l'agriculture Biologique. Il est encore en cours de développement.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les performances agronomiques, environnementales et économiques de systèmes de culture (cf. Tableau 11)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 1**

❖ **PESTDRAIN**

Le modèle conceptuel PESTDRAIN (Branger et al. 2009) permet de simuler les flux d'eau et le transport de pesticides dans les zones saturées et non saturées du sol dans les zones agricoles drainées à l'échelle de la parcelle. Le modèle a été testé pour les pesticides isoproturon et diflufenicanil sur une parcelle expérimentale de la station de La Jaillère. Il n'a cependant pas encore été diffusé car encore en cours de développement.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'une parcelle (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 1**

❖ **PeSTICS**

PeSTICS (Queyrel et al. 2016) est un module complémentaire du modèle STICS³⁹ (Brisson et al. 1998). Il simule les transferts verticaux d'eau et de pesticides à l'échelle de la parcelle. Les équations de PeSTICS sont basées sur des formalismes de différents modèles déjà existants, essentiellement AgriFlux⁴⁰ (Banton et al. 1993), LEACHP (Hutson et Wagenet, 1993) et PEARL (Leistra et al. 2001). Le modèle de transfert de l'eau est à réservoir et est basé sur le modèle LIXIM (Mary et al. 1999). Le transfert des pesticides solubles d'une couche à l'autre s'effectue par advection-dispersion, et suit le même principe que le transfert des nitrates.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle d'une parcelle (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **PeSTICS-MODCOU**

L'outil PeSTICS-MODCOU, en cours de conception, vise à simuler les transferts de pesticides à l'échelle d'un bassin versant de la surface du sol jusqu'à la nappe. Il résulte du chaînage du modèle PeSTICS (Queyrel et al. 2016 ; cf. la fiche du modèle), qui simule les transferts verticaux d'eau et de pesticides à l'échelle de la parcelle, et du modèle hydrogéologique MODCOU⁴¹ (Ledoux et al. 1989), procédant au transfert passif des

³⁹ Le modèle STICS (Brisson et al. 1998) de l'INRA est un modèle déterministe fonctionnel dynamique décrivant les bilans thermiques, radiatifs, d'eau, de carbone et d'azote, à l'échelle temporelle du cycle cultural et spatiale du pédon (unité de sol homogène). Il simule l'enchaînement de périodes de culture et d'interculture (successions de culture et rotations).

⁴⁰ Le modèle AgriFlux (Banton et al. 1993) est un modèle mécaniste-stochastique ayant pour objectif de simuler les flux d'eau ainsi que les transferts de pesticides dans la zone non saturée du sol. L'approche stochastique permet de prendre en compte l'incertitude existant pour les paramètres difficilement mesurables ou dont l'évaluation est incertaine, et permet ainsi de minimiser l'impact d'une erreur d'estimation sur les résultats.

⁴¹ Le modèle distribué MODCOU a été développé par le Centre de géosciences de Mines ParisTech. Il couple les écoulements de surface et les écoulements souterrains afin de reproduire, entre autres, les débits simulés aux rivières et les niveaux piézométriques des aquifères représentés. Un module de surface assure le bilan hydrique des précipitations entre évaporation, ruissellement et infiltration et un module souterrain assure le transfert dans les formations aquifères et les échanges nappe-rivière.

pesticides dans l'aquifère. Des premiers essais ont été réalisés à partir de données recueillies sur le bassin versant de l'Orgeval⁴² sur l'application de six molécules sur une durée de vingt ans. Le modèle a été appliqué sur une seule unité de simulation, ce qui revient à assimiler le bassin à une parcelle unique, supposée homogène. La dynamique et les niveaux de concentrations en pesticides simulées dans les écoulements, dans les sols ou en rivière, ont été confrontés aux mesures de terrain disponibles. Les concentrations simulées sont supérieures aux observations mais restent dans le même ordre de grandeur sur les périodes où les observations sont disponibles (Queyrel et al. 2014 et 2015). Cet outil permet donc d'estimer la persistance de pesticides dans le milieu souterrain, plusieurs années après leur interdiction. A terme le modèle pourrait être utilisé pour évaluer le risque de contamination des nappes que comporte l'usage de pesticides à l'échelle d'un bassin hydrographique.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert (cf. Tableau 10) et évaluer des scénarios agronomiques et paysagers en fonction des risques de transfert (cf. Tableau 11) à l'échelle de gestion régionale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 1**

❖ **PHYTOPIXAL**

Cette méthode conçue par Macary et al. (2014) vise à établir un zonage du risque de contamination des eaux de surface par les pesticides utilisés en agriculture. Elle peut être appliquée à plusieurs échelles. Le calcul du risque est réalisé au départ à l'échelle d'un pixel de 30 m² à partir d'un SIG et du traitement d'images satellites. Pour obtenir une évaluation à des échelles plus grandes, les résultats obtenus à l'échelle du pixel sont agrégés. Le croisement des différents paramètres retenus (liés au milieu et aux pratiques agricoles) se fait par la méthode des scores. Cette méthode a été appliquée pour la définition de zones prioritaires pour la mise en œuvre d'actions pour diminuer les pollutions des masses d'eau de surface par les pesticides.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les risques de transfert à l'échelle d'un bassin versant (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ **PLAGE**

PLAGE (PLate-forme sur l'Evaluation Agri-Environnementale ; Surleau-Chambenoit et al. 2013) est une application Web intégrée au site du Réseau Mixte Technologique (RMT) ERYTAGE (Evaluation de la durabilité des sYstèmes et des Territoires AGRICOLes). Elle vise à aider au choix d'outils en lien avec l'évaluation de la durabilité des pratiques agricoles. Des listes d'outils sont proposées à partir d'une sélection de critères techniques réalisée par l'utilisateur. Chaque outil est décrit dans une fiche de renseignement. PLAGE recense des méthodes de diagnostic agro-environnemental. L'inventaire des méthodes présentées dans PLAGE a mobilisé pour sa construction un comité scientifique et les concepteurs des différents outils référencés.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : évaluer des risques et identifier des zones prioritaires (cf. Tableau 19)

❖ **Processus Opérationnel de Décision (POD) Mildium**

Le POD Mildium (Delière et al. 2014) vise à limiter le recours à l'usage de produits phytosanitaires pour lutter contre le mildiou et l'oïdium pour la protection des vignes. L'itinéraire technique est décomposé en 7 étapes qui se succèdent dans le temps. L'entrée dans une étape peut être définie par différents événements : stade phénologique, observation d'état sanitaire ou délai depuis le traitement précédent. Lors de chaque étape, différents indicateurs sont combinés afin de décider de l'opportunité d'application d'un traitement. L'outil a

⁴² Ces informations sont stockées dans la base de données APOCA (Agricultural Practices of the Orgeval Catchment Area) et concernent notamment les mesures de qualité de l'eau, les itinéraires techniques et les traitements phytosanitaires (matières actives utilisées, date, dose).

été évalué de 2008 à 2011 sur un réseau de parcelles expérimentales. Des applications sont actuellement à l'étude.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : gérer les traitements phytosanitaires (cf. Tableau 15)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ *Réseau Mixte Technologique (RMT) FLORAD (Gestion de la Flore Adventice en Grandes Cultures et en Vigne)*

Les travaux du RMT FLORAD visent à améliorer la compréhension de la biologie des espèces adventices en réponse aux techniques culturales, évaluer les effets des communautés adventices sur la production agricole et acquérir des connaissances sur l'effet des techniques culturales et des systèmes de culture sur la diversité des communautés de plantes adventices. L'objectif est d'aboutir à la conception d'outils d'aide à la décision pour les acteurs des territoires agricoles et d'outils pédagogiques pour les enseignants des filières agricoles.

Le site web Infloweb (Lieven et al. 2013) est un des résultats de ce collectif. Il fournit des connaissances de base indispensables pour aider au raisonnement des stratégies de désherbage. Des fiches descriptives des adventices majeures de grandes cultures sont disponibles. Des méthodes de lutte sont également proposées.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : réduire ou supprimer l'utilisation de pesticides (cf. Tableau 19)

❖ *Réseau Mixte Technologique (RMT) Système de Culture Innovants (SdCi)*

Descriptif résumé et fiche de renseignement non validés.

Le Réseau Mixte Technologique (RMT) Systèmes de Culture innovants (SdCi) a été créé en 2007. Il regroupe actuellement 69 partenaires de la recherche, du développement et de la formation. Un des objectifs du RMT est de fournir des ressources aux agriculteurs et aux acteurs de la recherche, du développement et de la formation pour mettre en œuvre des systèmes de culture innovants. Plusieurs dispositifs ont été mis en place pour construire ces ressources :

- Un réseau expérimental composé de 60 situations de productions, soit 111 systèmes innovants testés. Ce réseau a pour ambition de produire des références à partir des systèmes de culture testés et des méthodes communes pour la mise en place et le suivi d'une expérimentation système et l'interprétation des résultats.
- La plateforme collaborative Agro-PEPS visant à capitaliser et échanger des connaissances sur les techniques mobilisables pour la conception de nouveaux systèmes de culture.
- Des outils et des méthodes pour la conception de systèmes de culture en atelier ou avec un exploitant (voir méthode STEPHY).
- Un réseau de réflexion composé d'animateurs, de conseillers et formateurs visant à établir des outils et méthodes pour améliorer l'exercice du métier de conseiller pour l'accompagnement des agriculteurs au changement.

Les références produites ont été capitalisées sous la forme notamment de guides méthodologiques, de fiches et d'outils. Certains sont actuellement mobilisés.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : réduire ou supprimer l'utilisation de pesticides (cf. Tableau 19)

❖ *Réseau opérationnel de surveillance et d'expertise des phytosanitaires et biocides sur le Bassin d'Arcachon et ses bassins versants (REPAR)*

Le REPAR a été créé en 2010. Il est composé de huit stations de suivi d'eau douce et marine sur lesquelles sont réalisées des analyses chimiques mais aussi des études écotoxicologiques. Le réseau a été mis en place pour répondre aux nombreuses questions scientifiques qui se posent face à l'importante régression des

herbiers de zostères observée ces dernières années, face également aux anomalies de production de phytoplancton et à la mortalité mal expliquée des huîtres. Un objectif de diffusion de connaissances est également prévu par le réseau.

L'analyse des premiers résultats a permis d'orienter les actions de sensibilisation auprès des utilisateurs de produits phytosanitaires. Une réflexion a également été engagée autour des pratiques agricoles et l'accompagnement au changement.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages ; évaluer des risques et identifier des zones prioritaires (cf. Tableau 19)

❖ **RPG Explorer**

Le logiciel RPG Explorer (Levavasseur et al. 2015) a été conçu pour faciliter l'exploitation des données du RPG pour les gestionnaires de territoires agricoles. Il intègre la reconstitution des séquences de cultures à partir des données spatialisées du RPG. Il permet aussi de calculer des assolements de rotation pouvant constituer des données d'entrée de modèles agronomiques. Il permet enfin de reconstituer des évolutions de parcelles d'exploitations pour mieux cerner les évolutions sur les AAC. Plus simplement RPG Explorer permet de produire des statistiques sur un territoire donné sur les assolements des exploitations. Une typologie d'exploitation peut être affectée à partir de ces assolements ou directement importée. Le territoire peut ainsi être segmenté par type d'exploitation. Cet outil est actuellement utilisé sur différentes AAC comme outil d'aide au diagnostic de l'agriculture locale (connaissance initiale ou suivi des évolutions qui peut potentiellement être relié aux programmes d'actions mis en œuvre).

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : décrire des pratiques agricoles d'un territoire à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10) et locale (cf. Tableau 14), suivre l'usage agricole d'un territoire à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 12) et locale (cf. Tableau 16)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 4**

❖ **SACADEAU**

Le modèle SACADEAU (Gascuel-Odoux et al. 2009) permet de tester des scénarios de changements de pratiques agricoles en lien avec la qualité de la ressource en eau. Il associe un modèle qui simule le transfert de l'eau et des herbicides depuis l'application sur la parcelle jusqu'à l'exutoire du bassin versant et un modèle décisionnel qui permet de simuler les stratégies de désherbage en fonction des contraintes liées au traitement (exploitation, milieu et climat). Les résultats des simulations peuvent être visualisés sur SIG. Ce modèle a produit des connaissances sur les relations entre applications et qualité de l'eau, à partir de simulations sur un bassin versant en Bretagne. Les résultats de simulation sont analysés par des méthodes de fouilles de données permettant d'identifier les motifs spatiaux impliqués dans la contamination des eaux (Trepas et al. 2012). Des algorithmes de recommandations d'action ont été élaborés. Les développements sont de l'ordre de la recherche (Trepas et al. 2013).

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert (cf. Tableau 14) et évaluer des scénarios agricoles et paysagers (cf. Tableau 15) à l'échelle d'un bassin versant
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 3**

❖ **SIRIS-Pesticides (Système d'Intégration des Risques par Interaction des Scores pour les pesticides)**

L'outil SIRIS-Pesticides (Le Gall et al. 2007) permet de classer des substances actives en fonction d'un risque de contamination (note allant de 0 à 100) calculé à partir d'une méthode de calcul mobilisant des informations liées à l'usage de la molécule (à partir des quantités de produits phytosanitaires utilisées contenant la molécule) et de son comportement dans l'environnement. Une base de données, intégrée à l'outil, permet au logiciel de recueillir les informations relatives aux propriétés physico-chimiques des molécules et à la composition des produits phytosanitaires. 467 substances y sont décrites. L'outil a été

utilisé pour définir les listes des molécules à rechercher dans les analyses de qualité de l'eau dans le cadre des réseaux de surveillance des masses d'eau de surface et souterraines.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les pratiques phytosanitaires à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10) et à l'échelle de gestion locale (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 6**

❖ *Site atelier Ardières-Morcille*

Le site atelier Ardières-Morcille existe depuis 1986. Il est localisé dans le massif du Beaujolais (60 km au N-O de Lyon) et est représentatif des bassins versants viticoles du centre et nord Beaujolais (pédologie, climatologie, occupation des sols, etc.). Site atelier de la Zone Atelier du Rhône, il est dédié à l'étude des conséquences des actions anthropiques, et principalement la viticulture, sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Ses principales questions de recherche en cours sont :

- l'identification des déterminants du transfert et de la dynamique spatio-temporelle des pesticides vers, et dans les cours d'eau ;
- l'évaluation des impacts chimiques, biologiques et écologiques sur les écosystèmes aquatiques de ces substances, ainsi que les trajectoires de récupération ;
- l'amélioration des méthodologies de biosurveillance et le développement de marqueurs d'effet biologique à différents niveaux d'organisation ;
- l'évaluation de voies de restauration possibles (zones tampons, organisation du paysage), et ;
- l'identification des freins et leviers du changement de pratiques.

Il comporte deux sites expérimentaux de versant (une prairie en aval d'une parcelle de vigne (étude du ruissellement et de la nappe superficielle de versant) et une parcelle de vigne (étude des transferts latéraux de faible profondeur et dans le ruissellement). Plusieurs stations en cours d'eau permettent de suivre la dynamique spatio-temporelle de la contamination et de ces effets sur les écosystèmes aquatiques.

Les expérimentations menées sur plusieurs années ont permis notamment la mise au point d'un outil de dimensionnement des bandes enherbées. Il est également l'objet du développement d'un modèle hydrologique à l'échelle du petit bassin versant afin de mieux rendre compte de l'influence de l'organisation spatiale des éléments du paysage sur les transferts de pesticides. Un projet visant l'intégration du site dans un réseau de bassins dédié à l'écotoxicologie et à la toxicologie, abordées sous l'angle de la chaîne pressions-expositions-impacts appliquée aux pesticides, est en cours de réalisation.

- ▶ **Les références de ce dispositif peuvent être mobilisées pour** : caractériser le milieu, l'état des masses d'eau et les usages ; évaluer des risques et identifier des zones prioritaires ; limiter les transferts (cf. Tableau 19)

❖ *STICS-MACRO*

Un nouveau modèle, STICS-MACRO (Lammoglia et al. 2016), a été développé à partir d'un chaînage des modèles STICS (Brisson et al. 1998) et MACRO (Larsbo et Jarvis, 2003) pour évaluer a priori de nouveaux itinéraires techniques par rapport à leurs impacts sur la qualité des eaux et ainsi faciliter la conception de systèmes de culture. Ce modèle permet d'évaluer les flux de pesticides dans les systèmes de cultures en intégrant les pratiques agricoles et les conditions environnementales. Le modèle STICS simule le développement de la culture et fournit des variables associées au développement des cultures. Ces variables sont ensuite transmises comme données d'entrée au modèle MACRO qui fournit en sortie les flux d'eau et de pesticides dans les systèmes de culture. Cet outil est actuellement calibré à partir des mesures effectuées sur des sites expérimentaux de l'INRA où sont actuellement développés des systèmes de culture innovants. Ce modèle pourrait à terme être intégré à l'environnement de modélisation MicMac-Framework en cours de construction.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les risques de transfert à l'échelle de la parcelle (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 1**

❖ **SWAT**

Descriptif résumé et fiche de renseignement non validés.

Le modèle agro-hydrologique semi-distribué SWAT (Soil and Water Assessment Tool ; Neitsch et al. 2009) permet de représenter les interactions entre sol, système de culture, hydrologie et gestion des barrages à des résolutions spatiale et temporelle fines. Il inclut notamment un modèle de croissance des plantes et de rendement. Le déclenchement des opérations techniques (semis, fertilisation, phytosanitaire, récolte) par culture peut être aussi spécifié. Le bassin versant est découpé en Unités de Réponse Hydrologique (HRU) qui correspondent à des surfaces, au sein des sous-bassins, homogènes en termes de classe de sol, de pente et d'occupation du sol. Elles sont considérées avoir un comportement hydrologique homogène (ruissellement, évapotranspiration, etc.). Le modèle SWAT a été utilisé en France dans le cadre de projets de recherche pour caractériser les dynamiques de transferts de pesticides à l'échelle de bassins versants agricoles. Par exemple, Boithias (2012) a montré que ce modèle est adapté à la modélisation du transfert du S-metolachlor et du trifluralin dans les phases dissoutes et particulaires. Le modèle peut être utilisé à l'échelle de bassin versant d'une superficie comprise entre 100 et 10.000 km².

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer des risques de transfert à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 10) et locale (cf. Tableau 14) ; évaluer des scénarios agronomiques et paysagers en fonction des risques de transfert à l'échelle de gestion régionale (cf. Tableau 11)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 4**

❖ **Teruti-Miner/CarottAge**

Teruti-Miner (Schott et al. 2012) et Carottage (Benoît et al. 2003) sont des logiciels de fouille de données permettant d'identifier les régularités de successions de cultures sur un ensemble de points à partir de la base de données Teruti/Teruti-Lucas. Ils permettent ainsi la reconstitution des successions majoritaires à l'échelle d'une unité spatiale et l'établissement d'une typologie. Des itinéraires techniques peuvent ensuite être associés aux cultures. Ces logiciels ont été mobilisés dans des méthodes visant à caractériser et quantifier les pratiques culturelles à l'échelle d'un bassin hydrographique (Puech et al. 2014).

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : décrire les pratiques agricoles d'un territoire (cf. Tableau 10) et suivre l'usage agricole (cf. Tableau 12) à l'échelle de gestion régionale
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **TyPol**

L'outil TyPol (Servien et al. 2014) permet de classer des contaminants organiques en fonction des propriétés qui sont déterminantes dans les mécanismes responsables de leur comportement dans l'environnement, de leur passage dans les organismes vivants et de leurs effets toxicologiques. Cette classification s'opère à travers une analyse statistique. Cet outil permet donc d'extrapoler des connaissances au sein d'une classe de composés à partir des résultats obtenus sur quelques molécules. Il ne tient pas compte des conditions du milieu mais seulement des potentialités déduites des relations statistiques entre des descripteurs moléculaires et des paramètres comportementaux. Il peut être mobilisé pour évaluer a priori le comportement de produits de transformation de quelques pesticides.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : analyser le comportement des molécules (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ **WATSFAR**

Le modèle mécaniste monodimensionnel WATSFAR (Crevoisier et al. 2009) permet de simuler les flux des transferts d'eau de surface et solutés vers les eaux souterraines. Ce modèle inclut le concept de double perméabilité (flux préférentiels). Il est actuellement mobilisé pour la construction d'un outil de simulation pour faciliter l'homologation de produits phytosanitaires dans le contexte agropédologique des Départements d'Outre-Mer.

- ▶ **L'outil peut être mobilisé pour** : évaluer les risques de transfert à l'échelle de la parcelle (cf. Tableau 14)
- ▶ **Etat d'opérationnalité = 2**

❖ *Zone atelier de la Moselle*

Descriptif résumé et fiche de renseignement non validés.

❖ *Zone atelier « Plaine & Val de Sèvre »*

La zone atelier « Plaine & Val de Sèvre » existe depuis 1994. Il s'agit d'une plaine céréalière au sud de Niort de 450 km², comprenant environ 450 exploitations agricoles, 13.000 parcelles agricoles. Pour moitié de sa superficie, elle bénéficie du statut de Zone NATURA 2000 désigné pour la biodiversité remarquable des espèces d'Oiseaux. Dans ce cadre, la Zone Atelier est éligible aux MAE Biodiversité depuis 2004, et depuis 2009, s'y sont ajoutées les MAE "eau", aujourd'hui MAEC, et l'Agriculture Biologique.

Des suivis biologiques et agronomiques sont poursuivis chaque année à l'échelle du site entier : l'assolement des 18.000 parcelles agricoles est relevé, l'ensemble des espèces d'oiseaux de plaine ainsi que leurs proies (insectes, micromammifères, passereaux) sont quantifiés; des relevés floristiques existent depuis 2005.

Plusieurs projets de recherche sont en cours de réalisation aux côtés des agriculteurs du territoire pour la mise en place d'une agroécologie opérationnelle (dispositifs expérimentaux pour évaluer l'impact des adventices dans des systèmes de cultures à bas intrants, biodiversité aux services de la production agricole, systèmes de culture favorable aux abeilles, les prairies pour réduire l'utilisation d'intrants).

ANNEXE 2 : COMPTE RENDU DE L'ATELIER DE REFLEXION AUTOUR DES DEMARCHES DE MISE EN ŒUVRE DE LA DCE

Date de l'atelier : Mardi 15 Décembre 2015

Lieu : AgriNaples, 43/45 rue de Naples - 75009 PARIS

Résumé du compte rendu :

L'atelier d'échange et de réflexion autour de la prise en compte de la problématique des pollutions par les pesticides dans les démarches de mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) a réuni 45 participants, essentiellement des représentants de gestionnaires de ressources en eau (Services de l'Etat, Agences de l'Eau et collectivités territoriales) et des chercheurs. Cet atelier s'inscrit dans le cadre d'une action RDI (Recherche Développement Innovation) de la convention INRA-ONEMA (2013-2015) visant à élaborer un référentiel méthodologique sur la question spécifique des pollutions aquatiques par les pesticides pour aider les gestionnaires intervenant dans la mise en œuvre de la DCE. Les finalités de cet atelier étaient les suivantes :

- Analyser l'ensemble des processus de planification menés pour la mise en œuvre de la DCE et la diminution des pollutions aquatiques dues aux pesticides.
- Favoriser les échanges de points de vue entre chercheurs et gestionnaires de ressources en eau pour identifier les principaux besoins méthodologiques.

Pour cela, l'atelier a été structuré en trois séquences thématiques :

1. Analyse de la mise en œuvre des objectifs DCE concernant la réduction des pollutions par les pesticides.
2. Analyse des modalités d'application d'outils issus de travaux de recherche.
3. Discussions et accords autour d'un référentiel méthodologique.

La **première séquence** a commencé par les présentations de retours d'expérience de représentants de gestionnaires de ressources en eau autour de la définition de programmes d'action visant la réduction des pollutions diffuses par les pesticides. Au cours des échanges les animateurs travaillant pour des collectivités territoriales ont fortement mis en avant le manque de coordination avec les services de l'Etat. De plus, la démarche de protection des captages d'eau potable leur semble être trop rigide et trop cadrée. Tout en étant conscient des difficultés rencontrées par les animateurs, les représentants des services de l'Etat ont justifié la structuration actuelle de la démarche par l'obtention de résultats dans des délais courts.

Ces échanges ont donc mis au jour des difficultés pour la concertation et coordination des acteurs de terrain. Un enjeu est donc de proposer des outils qui permettraient d'établir des stratégies d'action plus en lien avec les contextes socio-économiques locaux. Ce type d'approche rejoint la nécessité, exprimée par les gestionnaires de ressources en eau, de construire des projets de territoire impliquant l'ensemble des acteurs liés à la problématique. Même si cet aspect a dominé les débats, le besoin d'outils de diagnostic du milieu et des pratiques agronomiques reste également important pour améliorer la qualité des masses d'eau polluées par des pesticides.

Par ailleurs, les échanges entre les participants se sont focalisés sur la démarche de protection des captages mise en œuvre à l'échelle locale. Les autres étapes de planification pour l'atteinte des objectifs fixés par la DCE ne doivent pas pour autant être éclipsées. Des besoins méthodologiques ont aussi été exprimés pour la construction des PDM et des PAOT.

Finalement, le schéma représentant l'articulation des documents de mise en œuvre des objectifs de la DCE concernant les pollutions dues aux pesticides est apparu partagé par les participants.

Suite aux retours d'expérience présentés au cours de la **deuxième séquence** par des concepteurs et utilisateurs d'outils issus de travaux de recherche, des besoins de différentes natures ont été

exprimés. Ainsi, les gestionnaires de ressources en eau semblent avoir un intérêt plus fort envers les références. Un travail d'identification de ces références doit être engagé pour être portées à connaissance des acteurs impliqués dans la mise en œuvre de la DCE. Les modèles développés dans le cadre de travaux de recherche sont jugés complexes et coûteux. La recherche doit donc veiller à produire des outils facilement appropriables par les gestionnaires lorsqu'il existe un intérêt mutuel d'échange.

Au vu de l'inventaire des outils présenté on peut remarquer qu'il existe un déséquilibre entre les outils dits « biophysiques » et les outils issus des Sciences Humaines et Sociales (SHS). Il existe néanmoins une réelle volonté de la part de l'équipe du projet d'intégrer ces derniers dans l'inventaire actuellement mené.

L'appropriation d'outils issus de travaux de recherche, quels qu'ils soient, soulève donc la question des moyens humains disponibles. De manière générale les animateurs des collectivités territoriales ressentent un déficit d'accompagnement technique. Les capacités d'utilisation d'outils complexes et la formalisation des démarches qui les emploient doivent donc être augmentées et/ou améliorées. Pour cela, deux pistes de travail ont été évoquées : la création de « relais locaux » techniques et la mise en place de partenariats (innovants) de différentes natures entre la recherche et des gestionnaires de ressources en eau.

La **troisième séquence** a permis de tirer un bilan partagé des besoins méthodologiques des gestionnaires de ressources en eau et de recueillir des avis concernant le contenu d'un futur référentiel méthodologique. Ainsi, il est apparu utile que le référentiel méthodologique contienne :

- Des retours d'expérience d'application d'outils issus de travaux de recherche ;
- Des analyses de démarches de mise en place de programmes d'action dans le cadre de masses d'eau contaminées par des pesticides ;
- Un bilan de références, disponibles ou en cours de capitalisation, concernant : les pratiques agronomiques (notamment les pratiques alternatives) ; l'évaluation du « coût-efficacité » des actions qui sont mises en œuvre, et ; les relations pressions/impacts.

1. ORGANISATION DE L'ATELIER

Les objectifs de l'atelier étaient :

- Etablir un diagnostic partagé entre chercheurs et représentants des gestionnaires des ressources en eau des points de blocage rencontrés pour la mise en œuvre de la DCE.
- Discuter des possibilités de mobilisation des outils développés par la Recherche dans la mise en œuvre de la DCE.
- S'accorder sur le contenu d'un référentiel méthodologique.

Ainsi, les participants ont été invités à partager leurs points de vue concernant les questions suivantes :

- Comment s'organise l'action publique autour de la problématique des pollutions des eaux par les produits phytosanitaires (à travers la mise en œuvre de la DCE) ?
- Quels sont les points de blocage que rencontrent les gestionnaires des ressources dans la mise en œuvre de la DCE ?
- Dans quelles mesures des moyens développés par la Recherche peuvent être utilisés par les gestionnaires des ressources intervenant dans cette problématique ?

L'atelier a ainsi été structuré en trois séquences :

1. Analyse de la mise en œuvre des objectifs DCE concernant la réduction des pollutions par les pesticides.
2. Analyse des modalités d'application d'outils issus de travaux de recherche.

3. Discussions et accords autour d'un référentiel méthodologique.

Durant les deux premières séquences des retours d'expériences ont été présentés et ont été suivis d'un temps d'échange. La troisième séquence a permis de tirer le bilan des discussions et de recueillir des avis concernant le contenu d'un futur référentiel méthodologique.

45 personnes ont participé à cet atelier (voir liste en fin de document). Il s'agit de représentants des Agences de l'Eau (AE), de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) du Ministère chargé de l'Environnement, de Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), de Directions Départementales de Territoires (DDT), de collectivités territoriales, de syndicats d'eau potable, de laboratoires de recherche (BRGM, INRA, IRSTEA) et de bureaux d'études (Envilys et Lisode).

2. CONTEXTE DE L'ATELIER

Cet atelier s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre l'Institut National de Recherche en Agronomie (INRA) et l'ONEMA démarrée en 2013.

Après avoir rappelé les raisons pour lesquelles les deux instituts ont été amenés à travailler ensemble, Marc Voltz, responsable de l'action du côté de l'INRA, a rappelé l'objectif du projet : élaborer un référentiel méthodologique sur la question spécifique des pollutions aquatiques par les pesticides pour aider les gestionnaires intervenant dans la mise en œuvre de la DCE.

Le projet s'est déroulé en plusieurs étapes. Des enquêtes ont tout d'abord été menées pour comprendre les modalités d'application de la DCE. Cette compréhension est nécessaire pour identifier les points de blocage pour lesquels la recherche est en mesure d'apporter une aide d'ordre méthodologique. Ceci a également impliqué la réalisation d'un inventaire des outils et démarches développés actuellement par les laboratoires de recherches et potentiellement utiles dans un cadre DCE.

Cet atelier intervient à mi-chemin dans l'exécution du projet. Il doit donc permettre de présenter des réflexions issues de ces enquêtes et de les enrichir avec les représentants des gestionnaires des ressources en eau présents.

3. SEQUENCE 1 : ANALYSE DE LA MISE EN ŒUVRE DES OBJECTIFS DCE CONCERNANT LA REDUCTION DES POLLUTIONS PAR LES PESTICIDES

3.1. Introduction de la séquence (G. Juan)

Un bilan synthétique du travail d'enquête est présenté en introduction de la séquence par Guillaume Juan, chargé d'étude à l'INRA.

Ces enquêtes ont été réalisées par le bureau d'étude Envilys et par G. Juan pour, d'une part, comprendre les liens entre les différentes étapes de mise en œuvre de la DCE et pour, d'autre part, identifier les besoins des gestionnaires des ressources en eau impliqués dans la thématique des pollutions par les pesticides.

La première étape de mise en œuvre de la DCE correspond à la construction des Programmes de Mesures (PDM). Les enquêtes, réalisées auprès des personnes ayant participé à l'élaboration des PDM du 1^{ier} et 2^{ième} cycle DCE, ont permis d'identifier plusieurs besoins en lien avec cette étape - et de manière générale avec la mise en œuvre de la DCE-. Ces besoins ont été regroupés en 4 thématiques :

1. Adéquation entre les politiques agricoles et les politiques environnementales.
2. Organisation du processus de déclinaison de la DCE.
3. Disposer d'un référentiel commun de connaissances.

Une fois que les « ME à risque⁴³ » sont identifiées, les mesures ainsi que les échéances de leur mise en œuvre (maintenant 6 ou 12 ans) sont définies. Ces mesures sont inscrites dans le PDM. Un tableau de bord est construit pour suivre l'évolution des pressions, de l'état et de la mise en œuvre des mesures.

Claire Nivon détaille par la suite la méthodologie d'évaluation du Risque de Non Atteintes des Objectifs Environnementaux (RNAOE) et rappelle brièvement les contenus du SDAGE, du PDM, et de leurs déclinaisons locales (PAOT et programmes d'action locaux), puis finalement du Programme d'Intervention de l'Agence :

Pour établir un RNAOE à l'échelle d'une masse d'eau, l'AERM&C a utilisé sa propre méthodologie :

- 1) Pour chaque pression un niveau d'impact (nul, faible, fort ou majeur) est évalué. Cette évaluation se base sur le calcul d'indicateurs et/ou le croisement de couches d'informations spatialisées. La méthodologie est différente selon le type de ME (masse d'eau de surface (MESU) ou souterraines (MESO)) et l'existence ou non d'un suivi de la qualité de l'eau.
- 2) La ME est considérée en RNAOE lorsqu'il y a au moins deux pressions qui ont un impact fort ou une pression avec un impact majeur.
- 3) Cette évaluation est validée par des experts locaux.

Concernant les pollutions par les produits phytosanitaires d'origine agricole, seules 5 mesures pouvaient être inscrites dans le PDM. Les mesures sont déclinées en actions dans les PAOT à l'échelle des Départements. Cette déclinaison consiste à identifier les surfaces concernées par les actions, les délais de mise en œuvre, les leviers (réglementaires ou financiers) et les maîtres d'ouvrages. Le suivi de la mise en œuvre des actions sur le terrain se fait à partir de 2 outils qui devraient être fusionnés prochainement.

Les actions non réglementaires peuvent être financées par le Programme d'Intervention propre à l'Agence. Des actions peuvent aussi être encouragées en dehors des zones d'intervention définies dans le SDAGE bien que la priorité reste la reconquête de la qualité des eaux des captages définis comme prioritaires et dégradés. L'agence encourage également la mise en œuvre d'actions dites pilotes, menées avec des opérateurs économiques (caves coopératives par exemple).

L'AERM&C a pointé les atouts de sa démarche :

- Un bon réseau de surveillance de la qualité de l'eau ;
- Une vision globale des pressions par les pesticides ;
- Une démarche ayant permis de définir le bon état et le RNAOE.

Et également des freins et questions en suspens :

- Besoin de disposer de connaissances plus fines sur les pressions agricoles (qui pourraient s'enrichir par exemple avec des données sur les quantités de pesticides utilisés et les modes de transferts, à une fréquence annuelle).
- Prise en compte uniquement des molécules interdites : comment prendre en compte les nouvelles molécules qui commencent à être détectées dans les ME pour l'évaluation du RNAOE ?
- Mobilisation des acteurs sur les zones prioritaires : comment construire des argumentaires à partir d'une vulgarisation de connaissances scientifiques pour amener les acteurs à agir ?

Cécile Touya de la DREAL de bassin Adour-Garonne présente la démarche suivie pour l'élaboration des PAOT 2016-2018 :

L'Agence de l'Eau et la DREAL du bassin Adour-Garonne (AG) ont défini une démarche visant à mieux articuler la construction du programme de mesure (PDM) et des plans d'action opérationnels territorialisés (PAOT). Pour cela, les services déconcentrés de l'Etat (DDT-M principalement) ont été mobilisés pour la construction du PDM, basé sur l'évaluation des pressions lors de la mise à jour de l'EDL en 2013. Plus de 60

⁴³ Sous-entendu les masses d'eau en Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE).

réunions, au sein des Missions Inter-Services de l'Eau et de la Nature (MISEN), ont été organisées dans les 26 Départements du bassin pour définir les actions qui seraient pertinentes à mettre en place pour réduire les pressions et améliorer l'état des masses d'eau. Dans certains Départements des animateurs de SAGE, contrats de rivières et de captages ont participé à ces réunions. Ce travail a également constitué le point de départ pour la construction des PAOT.

Le PAOT s'établit pour trois ans (avec une mise à jour possible tous les ans). Il constitue la feuille de route pour la MISEN départementale. Les actions qui y figurent sont précisées et localisées, des maîtres d'ouvrages sont identifiées, un échéancier est défini ainsi qu'un plan de financement selon les cas. Les actions qui sont inscrites dans les PAOT sont de différentes natures (réglementaires, techniques, gouvernance, etc.), et codifiées selon un référentiel national (référentiel OSMOSE) commun à tous les bassins. Plusieurs exemples sont présentés par Cécile Touya.

Face au grand nombre d'actions dans les PAOT, il est demandé aux MISEN de prioriser leur mise en œuvre sur la base des critères suivants :

- l'objectif d'atteinte du bon état (2021 ou 2027) ;
- le gain attendu de l'action pour la réduction des pressions ;
- la disponibilité d'incitations financières ;
- la structuration d'une maîtrise d'ouvrage ;
- la durée de l'action.

Les DREAL s'assurent de la cohérence des PAOT (construits à une échelle administrative) avec la logique de gestion de l'eau par bassin versant. Elles veillent également à ce que le PAOT soit validé par la « MISEN stratégique », en présence du Préfet, afin de renforcer la légitimité des actions menées par les services de l'Etat dans le Département.

Les PAOT n'ont pas encore été tous présentés aux acteurs locaux. Un effort de communication doit être fait, notamment à l'attention des collectivités territoriales afin de partager les diagnostics de pression et mettre ainsi en perspective la demande de mobilisation au regard des enjeux locaux et des exigences de la DCE.

Johan Coulomb, animateur réseau régional d'animateurs captages du Languedoc-Roussillon, présente les missions de sa structure :

Le réseau a été construit pour répondre au manque d'échanges entre les animateurs « captages prioritaires » et de références sur ce métier. Son existence s'est officialisée en 2012. Il regroupe les animateurs de 4 Départements de la Région.

Les objectifs du réseau sont :

- enrichir les compétences des animateurs à travers l'organisation de formations et des journées thématiques ;
- créer des temps de partage entre les animateurs ;
- apporter un appui méthodologique aux animateurs ;
- suivre et évaluer des projets ;
- construire des projets pilotes avec la Recherche ;
- communiquer et valoriser les actions menées par les animateurs ;
- accueillir et intégrer les nouveaux animateurs ;
- porter les enjeux de la qualité de l'eau dans les instances de décision au niveau régional.

Johan Coulomb cite des exemples d'actions. Elles sont regroupées sur le site internet du réseau (<http://www.captageslr.fr/>).

Magali Lobre, chargée de mission captages prioritaires de Carcassonne Agglo, présente la démarche de construction de programmes de reconquête de la qualité de l'eau potable de sa collectivité.

L'agglomération de Carcassonne (73 communes) dispose de trois captages prioritaires dont deux en eaux souterraines. Les pollutions sont principalement dues à la présence de substances actives et de leurs produits de dégradation issus des herbicides utilisés en viticulture.

En tant qu'animatrice, Magali Lobre constate que la démarche à suivre pour la construction des programmes d'actions⁴⁴ est très cadrée.

Dans le cas de Carcassonne Agglo, la collectivité a fait intervenir des bureaux d'études pour la construction des programmes d'actions, de la réalisation des études (vulnérabilité du milieu et estimation des pressions) jusqu'à la rédaction du document final.

Les actions du programme de réduction de l'emploi de pesticide concernent à la fois les espaces agricoles et non-agricoles (jardiniers amateurs, agents d'entretien de voiries, etc.). Les collectivités sont également impliquées à travers des actions pour l'acquisition foncière. Le programme aborde les problématiques dues aux pollutions diffuses et ponctuelles par les produits phytosanitaires.

Toutes les étapes de la démarche ont été validées par un COPIL⁴⁵, lequel dispose d'un rôle d'arbitrage (politique et financier). Magali Lobre regrette que la participation des acteurs se limite trop à une consultation. Elle souligne également que les réunions du COPIL servent plus à faire du « reporting » d'activités. Elle pense qu'une démarche de co-construction du programme permettrait de gagner en efficacité dans la mise en œuvre des actions.

D'après elle, le rôle d'un animateur est de veiller au bon déroulement de la démarche. Il est l'interface entre les acteurs institutionnels et les acteurs du territoire. Ils sont également tenus de suivre les indicateurs d'évaluation des impacts des programmes d'actions (bilan d'activités, tableau de bord, etc.), dont le nombre est en augmentation. Finalement, les animateurs doivent favoriser le portage politique de la démarche par les élus.

Magali Lobre identifie ainsi les éléments qui ont favorisé la mise en œuvre de la démarche au sein de sa collectivité :

- La mise en place d'une animation en amont de la démarche et sa pérennisation ;
- Des actions visant tous les publics : agricoles et non agricoles ;
- La démarche « captages prioritaires » est maintenant perçue comme une opportunité pour anticiper le durcissement de la réglementation ;
- Les aides financières qui constituent un réel appui pour la collectivité ;
- Le travail du réseau régional d'animateurs.

Elle pointe aussi plusieurs points de blocage (cf. PPT), en lien avec le cadrage méthodologique de la démarche (« trop descendant », programmes d'action « copier-coller », dimensions sociales et économiques peu développées ...), les leviers d'action actuels (dispositifs financiers complexes, pas toujours adaptés aux contextes locaux, déficit d'innovations techniques, ...) et la mobilisation des acteurs (positions « de principe » du monde agricole, difficultés à intervenir en dehors des limites de la collectivité, ...). Du point de vue de l'organisation institutionnelle, Magali Lobre pense qu'il faut renforcer l'articulation entre les différents projets d'une même collectivité pour intégrer les démarches « captages » au sein d'un réel projet de territoire et la coordination avec les services de l'Etat (qui réalisent partiellement leur mission de contrôle réglementaire).

Finalement, la participation dans des travaux de recherche, la mise en place ou le renforcement d'un processus de concertation (pouvant nécessiter un appui extérieur) et l'implication des filières agricoles

⁴⁴ 1) Délimitation de l'Aire d'Alimentation de Captage ; 2) Etude de la vulnérabilité intrinsèque de l'AAC d'eaux souterraines et superficielles ; 3) Diagnostic des pressions polluantes (agricoles et non agricoles) ; 4) Croisement entre vulnérabilité et pressions pour la délimitation de la Zone d'Action Prioritaire.

⁴⁵ Composé de : collectivité maître d'ouvrage, acteurs institutionnels (Services de l'Etat, DREAL, Agence de l'Eau), Conseil Général de l'Aude, SAFER, Chambre d'Agriculture, Syndicat de bassin, collectivités, structures professionnelles agricoles

constituent selon l'animatrice autant de voies d'amélioration de la démarche engagée par Carcassonne Agglo.

3.3. Les interventions dans la discussion animée par Fabienne Barataud (INRA) et Sébastien Labrune (chargé de mission à l'Agence de l'Eau Artois Picardie)

Pour amorcer les discussions, des questions ont été posées : quelle réflexion peut-on avoir sur l'articulation entre le PDM, les PAOT et les programmes d'actions ? Est-ce qu'elle est optimale ?

Les points qui ressortent de la discussion sont les suivant :

- **Des territoires hétérogènes :**

Les interventions des participants font état d'une forte disparité de territoire, notamment de configuration des aires d'alimentation des captages (AAC) prioritaires. Jean-Luc Janel de la DDT Meurthe et Moselle signale par exemple que dans le bassin hydrographique Rhin-Meuse la superficie moyenne des AAC atteint seulement 500 ha. Claire Nivon précise qu'il peut exister deux échelles d'intervention : les AAC et les masses d'eau dans lesquelles il peut y avoir plusieurs captages prioritaires. Pour ces deux situations, les porteurs de la démarche ne seront pas les mêmes (maître d'ouvrage de l'Adduction d'Eau Potable ou un Etablissement Public Territorial de Bassin).

Les échanges ont également montré que d'un bassin à l'autre il existe des différences dans la gouvernance de la démarche « captages prioritaires » : avec ou sans animateurs, le niveau de coordination entre le Secrétariat Technique de Bassin (STB) et les MISEN, prise des arrêtés de la démarche « Zones Soumises à des Contraintes Environnementales » (ZSCE), etc.

- **La coordination des acteurs intervenant dans la démarche :**

De nombreux participants ont fait état de difficultés de coordination entre les acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE.

Entre les services de l'Etat et les maîtres d'ouvrages responsables de la gestion des captages :

Des animateurs de captages déclarent ne pas connaître l'existence des PAOT et ne pas avoir participé à leur construction. A ce sujet Sébastien Labrune de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie pense qu'une meilleure articulation entre les interventions réglementaires des DDT et l'animation territoriale dans les AAC permettrait aux collectivités de mieux faire valoir leurs actions auprès des acteurs locaux.

Entre les bureaux d'études et les collectivités territoriales :

La question de la place des bureaux d'études dans le processus est posée par Marianne Cerf (INRA), ainsi que leur capacité à intégrer des propositions correspondant aux attentes des acteurs locaux dans leurs études. Laurent Bouchet, du bureau d'études Envilys, pense qu'il est tout aussi important de questionner la volonté des maîtres d'ouvrages à s'impliquer dans ce type de démarche. Pour que la démarche apporte des résultats il faut pouvoir compter sur un maître d'ouvrage « éclairé » et un BE disposé à innover dans sa façon de travailler. Laurent Bouchet ajoute que dans certains contextes il serait plus intéressant de réaliser des ateliers avec les acteurs locaux pour mieux connaître leur position et ainsi « déminer le terrain » plutôt que de réaliser des études techniques.

Entre les collectivités et la profession agricole :

Jean-Emmanuel Rougier de la société LISODE pense que l'accompagnement des agriculteurs par les collectivités doit être amélioré.

- **Analyse des démarches actuelles pour la prévention des pollutions dues aux pesticides :**

Les échanges se sont centrés sur les démarches de construction des programmes d'action locaux.

Certains animateurs de captages soulignent que les tâches administratives qu'ils ont à leur charge prennent une place trop importante dans leurs activités.

Véronique Lecomte de la Communauté d'agglomération Rouen-Elbeuf-Austreberthe (CREA) estime quant à elle que les collectivités ne sont pas suffisamment consultées dans le choix des captages prioritaires. Selon elle les critères de priorisation utilisés ne répondent pas aux enjeux locaux.

Certains animateurs réclament plus de souplesse notamment pour pouvoir travailler avec la profession agricole en dehors des cadres imposés par l'UE.

Joël Raymond de la DREAL Languedoc-Roussillon rappelle que la démarche actuelle s'est construite historiquement en réaction au manque de mobilisation des collectivités face à la problématique des pollutions diffuses jusqu'en 2008.

Marguerite-Marie Larroque, responsable des projets territoriaux de protection des captages au service protection de la ressource d'Eau de Paris, pense que la démarche « captage prioritaire » est trop sectorielle. Marc Voltz rajoute qu'il faudrait étudier la possibilité de l'intégrer dans une dynamique territoriale plus englobante. Cette vision a également été défendue par l'AERM&C. Cependant Sébastien Labrune pense que la mise en pratique de ce type de dynamique pose encore question.

Selon la représentante de l'AERM&C l'existence d'une démarche pour la construction d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) facilite la mise en œuvre d'actions sur le territoire en relation avec les pollutions par les pesticides. D'après Jean-Emmanuel Rougier le travail d'animation et de concertation réalisé dans le cadre des SAGE, amorcé il y a plus de dix ans, explique cette situation.

Finalement, la plus-value qu'apporte le travail en réseau des animateurs a été soulignée.

Synthèse de la séquence 1 :

Durant cette séquence de discussion, les animateurs de terrain travaillant auprès des collectivités territoriales engagées dans une démarche « captage prioritaire » ont fortement mis en avant les difficultés de coordination avec les services de l'Etat, notamment avec les DDT-M. Selon eux cette situation se répète dans de nombreux territoires et est préjudiciable pour la mise en œuvre d'actions avec les acteurs locaux. De la même manière, ils regrettent ne pas pouvoir mener leur animation plus librement. En effet, la démarche apparaît aux yeux des animateurs comme étant trop rigide, trop cadrée. Cela induit également une forte charge de travail autour des aspects administratifs (montage et suivi de projet, contractualisation de MAE, etc.).

Dans un même temps, les représentants des services de l'Etat ont présenté des éléments d'analyse pour expliquer la structuration actuelle de la démarche tout en étant conscients des difficultés rencontrées par les animateurs de terrain.

Ces échanges mettent en avant d'importants problèmes de concertation et de coordination. Les positions prises par les animateurs des masses d'eau et induites par la présence de représentants de l'Etat reflètent un sentiment d'isolement. Même si cet aspect a dominé les débats, le besoin d'**outils de diagnostics** pour mener des démarches de protection des masses d'eau potable soumises à des pollutions diffuses d'origine agricole reste également important. Ceci a en effet été précisé lors des interventions des séquences 2 et 3.

Le cadre des dispositifs d'actions défini par l'UE (Mesures Agro-Environnementales et Climatiques, Plans pour la Compétitivité et l'Adaptation des Exploitations, etc.) est jugé contraignant. Néanmoins, les collectivités territoriales peuvent difficilement se passer de cet apport financier. L'expérience de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie dans le cadre de son Programme Eau et Agriculture (PEA) montre cependant que des aménagements peuvent être négociés avec l'UE. Des dispositifs d'aides agro-environnementales spécifiques à ce territoire ont ainsi été définis. De manière générale, les actions menées localement correspondent à celles prévues dans les dispositifs financiers actuellement en place.

Il en est de même pour la délimitation des territoires d'intervention. Actuellement, **la démarche**, construite à des échelles supra (nationales ou européennes) apparaît donc comme fortement

« descendante » et en conséquence normalisatrice.

Un enjeu est de proposer des outils qui permettraient d'établir des stratégies d'action plus en lien avec les contextes socio-économiques locaux. Ce type de démarche rejoint la nécessité, exprimée par les gestionnaires de ressources en eau, de **construire des projets de territoire impliquant l'ensemble des acteurs**. Cela suppose notamment d'associer à la démarche les acteurs des filières agricoles.

On peut remarquer également que les échanges entre les participants se sont focalisés sur les démarches « captages prioritaires » au niveau des AAC. Les autres étapes de mise en œuvre de la DCE ne doivent pas pour autant être éclipsées. **Des besoins d'outils ont aussi été exprimés pour la construction des PDM et des PAOT.**

L'action publique, pour lutter contre les pollutions dues aux pesticides, se concentre sur les captages d'eau potable les plus touchés. Cette priorisation a été établie pour des questions de calendrier (atteinte du bon état écologique fixée à 2015). Cependant ce focus mis sur certaines zones plus sensibles évite d'engager le débat sur le modèle agronomique prédominant en France très dépendant des intrants chimiques de synthèse. Or les aires prioritaires se trouvent insérées *dans* et contraintes *par* ce contexte global. **Des réflexions sur les politiques actuellement engagées devraient donc être provoquées** afin d'en améliorer la stratégie. Les acteurs de la recherche peuvent, voire devraient, être impliqués dans ce débat.

Finalement, **le schéma représentant l'articulation des documents de mise en œuvre des objectifs de la DCE en lien avec les pollutions dues aux pesticides est apparu partagé** par les intervenants.

4. SEQUENCE 2 : ANALYSE DES MODALITES D'APPLICATION D'OUTILS ISSUS DE TRAVAUX DE RECHERCHE

4.1. Introduction de la séquence (G. Juan)

Dans le cadre de ce projet, l'INRA a réalisé un inventaire d'outils de recherche potentiellement mobilisables dans la mise en œuvre de la DCE. Des laboratoires de l'INRA, de l'IRSTEA, du BRGM et du CNRS ont été enquêtés. 75 outils ont été identifiés dont 40% ont été testés par des acteurs intervenant dans la mise en œuvre de la DCE. Ces outils ont été classés en plusieurs catégories : les modèles, les indicateurs, les méthodes, les plateformes de travail collaboratif et les démarches participatives. Les méthodes et les modèles ont été le plus développés. Les caractéristiques de chaque outil sont décrites dans une fiche de renseignement.

La définition utilisée du terme « outil » repose sur trois éléments : un support matériel, une procédure de recueil d'information et des règles d'interprétation des résultats.

Les outils inventoriés ont été positionnés par rapport aux questions que se posent les gestionnaires des ressources lors de la construction et mise en œuvre des programmes d'actions. La grande majorité est mobilisable à l'échelle des bassins d'alimentation des masses d'eau.

De plus, les outils ont des niveaux de maturité opérationnelle différents. Pour évaluer ce niveau de maturité il est proposé d'adapter l'échelle « Technology Readiness Level » (Mankins, 1995).

Trois retours d'expérience ont été présentés par la suite pour illustrer des utilisations d'outils de la recherche dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE.

4.2. Retours d'expérience

Véronique Gouy d'IRSTEA a présenté l'outil ARPEGES (Analyse de Risque Pesticides pour la Gestion des Eaux de Surface) et son utilisation par les Agences de l'Eau :

L'outil ARPEGES (Gauroy et al. 2014) a été développé dans le cadre d'une collaboration entre IRSTEA et l'ONEMA. L'objectif du projet était de répondre au manque d'harmonisation des méthodologies utilisées en France pour l'estimation des pressions dues aux pollutions par les produits phytosanitaires dans le cadre des EDL. L'outil devait pouvoir être mobilisé sur l'ensemble du territoire national, évolutif et facilement appropriable.

La méthode mobilise des bases de données nationales pour décrire les pressions (utilisation des pesticides), la vulnérabilité intrinsèque des milieux aux transferts et les propriétés physico-chimiques des substances. Pour évaluer les transferts des substances vers les MESU deux saisons ont été considérées, au cours desquelles les processus dominants sont différents. Les quantités utilisées ont été estimées à partir du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) et la Banque Nationale des Ventes pour les Distributeurs (BNVD) pour définir la nature des substances appliquées.

L'outil calcule un potentiel de contamination, en lien avec les processus de transfert dominants et les conditions du milieu. La méthode des réseaux bayésiens a été choisie car elle permet de tenir compte des incertitudes lors du croisement des bases de données. Le potentiel de contamination peut être faible, moyen ou fort. A ce résultat est associée une appréciation de l'erreur liée au calcul. Les calculs ont été fait pour des substances toutes confondues et à l'échelle de la masse d'eau. L'outil est testé actuellement par substance (pour une liste finie de substances) dans le cadre d'une collaboration avec l'ANSES.

Trois bassins hydrographiques ont utilisé l'outil pour évaluer le RNAOE dans le cadre de la mise à jour de l'EDL de 2013. Les agences ont effectué des ajustements par rapport à la méthode initialement définie. D'après le retour d'expérience qui a été réalisé, les agences attribuent une avancée conceptuelle à l'outil, notamment grâce à la prise en compte de la vulnérabilité des milieux. Cependant, elles souhaiteraient pouvoir y intégrer des bases de données mises à jour et de nouveaux éléments pour le calcul du potentiel de contamination (par exemple : les échanges avec les nappes souterraines et les débits d'étiage).

Pour la validation de l'outil IRSTEA a prévu de comparer le potentiel de contamination calculé avec les mesures de qualité de l'eau des réseaux de surveillance. Un guide d'interprétation des résultats est également en cours de rédaction pour faciliter son utilisation.

Cybill Prigent (INRA) et Sophie Goineau (animatrice territoriale au Syndicat Des Eaux de la Charente-Maritime) ont présenté un exemple d'utilisation de l'outil Co-click'eau pour la construction du programme d'action à l'échelle d'une AAC :

La démarche outillée « Co-click'eau » (Chantre et al. 2012) a été développée par l'INRA pour faciliter la construction des programmes d'actions pour les captages prioritaires. C'est une démarche participative qui prend en compte la diversité de l'agriculture locale. La démarche se déroule en plusieurs étapes. Les utilisateurs doivent d'abord renseigner une matrice technique contenant des indicateurs simples qu'ils ont préalablement choisis et les conduites culturelles existantes et possibles de mettre en place sur le territoire. Dans un second temps les porteurs d'enjeux définissent des objectifs chiffrés à atteindre pour chaque indicateur. Finalement, des scénarios de territoire sont modélisés à partir de la méthode d'optimisation sous contrainte. Cette démarche a été appliquée sur le bassin versant de l'Arnoult en 2015.

Trois captages prioritaires sont présents sur ce bassin (36000 ha pour 500 agriculteurs majoritairement céréaliers). Dans ces captages les concentrations en nitrates dépassent la norme en période hivernale. Les concentrations en atrazine sont en diminution mais de nouvelles molécules apparaissent.

Entre 2010 et 2014 un premier programme d'actions a été mis en œuvre pour faire baisser ces niveaux de pollution et atteindre les normes réglementaires. Ce programme a été évalué en 2014 : la mobilisation des agriculteurs a été limitée et les élus souhaitent continuer les actions. Co-click'eau a été proposé pour la construction du nouveau programme 2016-2020.

Différents acteurs ont ainsi participé au choix des indicateurs et à la description des itinéraires techniques. Les indicateurs retenus concernent principalement la problématique des pollutions dues aux nitrates. L'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) des pesticides a été utilisé en parallèle pour vérifier la cohérence des scénarios testés. Plusieurs leviers d'action ont été proposés pour réduire de 30% le reliquat de début de drainage, choisi comme l'indicateur de référence. Plusieurs scénarios ont été testés, en combinant parfois les leviers. Un scénario a été retenu. Il a permis de définir le nombre d'hectares que l'on doit atteindre pour chaque levier (fertilisation équilibrée, couverture de sols, agriculture biologique, etc.) sur les différentes zones du territoire.

Sophie Goineau termine son exposé par un bilan de la démarche. Sa mise en œuvre est chronophage et nécessite des compétences pointues en agronomie. Sans l'appui de l'équipe de l'INRA l'outil n'aurait pas pu être mobilisé. Cependant, cette démarche est participative et construite à partir de données de terrain. Co-click'eau continuera à être utilisé par le syndicat pour réaliser le suivi du programme d'action.

Laurent Bouchet du bureau d'études Envilys a présenté une démarche d'évaluation de scénarios de pratiques agricoles et gestion de l'espace à partir de la plateforme de modélisation OpenFLUID :

L'activité principale d'Envilys est la réalisation de diagnostics agraires en zone de captage et l'évaluation de politiques publiques. Ce bureau d'étude travaille en collaboration avec l'UMR LISAH de l'INRA autour de la construction d'une démarche de modélisation des transferts de pesticides à l'échelle de petits bassins versants agricoles. Ces travaux ont démarré en 2008.

La démarche de modélisation développée consiste à : fixer des objectifs ; collecter des données de terrain (enquêtes et métrologie) ; construire le modèle ; valider le modèle. Elle est adaptée à des bassins où il existe très peu de données. Elle fait intervenir les équations du modèle MHYDAS (Moussa et al. 2002) et la plateforme de modélisation OpenFLUID (Fabre et al. 2010). La plateforme permet de segmenter finement les paysages et de prendre en compte certains de ses éléments (fossés, buttes, etc.). Le modèle simule les pluies, les transferts des pesticides et leur stockage dans le sol. De nombreuses données sont nécessaires pour faire fonctionner le modèle ; limitant ainsi son utilisation pour le moment aux petits territoires.

Les étapes intermédiaires de cette démarche produisent aussi des résultats, mobilisables par les acteurs de terrain. Par exemple, dans le cadre d'un projet avec le groupe coopératif Mais Adour un paramétrage fin du terrain et un diagramme topologique ont été réalisés pour comprendre le fonctionnement du bassin versant. Cette segmentation du territoire a permis d'agréger des indicateurs parcellaires facilement calculables pour obtenir un diagnostic précis.

La démarche de modélisation a été menée jusqu'au bout dans deux petits bassins, dans la vallée du Libron et au nord du site expérimental de Roujan. Les résultats sont utilisés par Envilys pour échanger avec les agriculteurs.

Les expériences présentées ont montrées que la modélisation apporte des éléments de discussion mais que le plus important est la démarche. Elle a d'autant plus de valeur quand elle s'inscrit dans un processus participatif.

Laurent Bouchet souligne la plus-value indéniable de cette collaboration. Néanmoins la démarche de modélisation demande un investissement important pour un bureau d'études. L'accompagnement des chercheurs est donc indispensable. Il constate également qu'il existe peu d'utilisateurs potentiels de ce type d'outils.

4.3. Les interventions dans la discussion animée par Véronique Gouy (IRSTEA) et Pierre Benoit (INRA) :

Les animateurs rappellent les objectifs de la discussion :

- Recueillir des retours pour enrichir cette interaction Recherche-gestionnaires.

- Illustrer à partir de vos points de vue des utilisations d'outils de recherche en tant que non-chercheurs.
- Etablir un diagnostic partagé des conditions pour qu'un outil issu de travaux de recherche puisse être utilisé dans le cadre de la DCE.

Les discussions se sont organisées autour des thèmes suivants :

- **Des zones d'ombre en termes de connaissances :**

Les participants constatent que de nombreuses questions concernant les pesticides et leur devenir dans l'environnement restent encore en suspens. De nombreuses impasses techniques ont été soulevées notamment dans l'évaluation des transferts des molécules du sol vers les masses d'eau de surface et souterraines, l'évaluation des impacts des (changements de) pratiques mais aussi des plans d'actions mises en œuvre. Or ces connaissances sont indispensables pour le bon dimensionnement des programmes d'actions et l'établissement des Etats Des Lieux (EDL), comme l'ont souligné Anouk Vermandère et Sébastien Labrune.

- **Des travaux scientifiques en cours :**

Plusieurs instituts de recherche travaillent actuellement sur ces questions. Certains projets sont financés par l'ONEMA. L'Observatoire du Développement Rural (ODR) de l'INRA, par exemple, construit actuellement des couches d'occupation des sols annualisées issues des données du RPG et une méthode de spatialisation des bases de données des ventes de produits phytopharmaceutiques (au code postal de l'acheteur) pour estimer les quantités de pesticides potentiellement utilisées sur un territoire. Néanmoins, Eric Cahuzac précise que l'ODR ne peut pas pour l'instant diffuser ces informations car elles sont soumises à des conditions de diffusion particulières (secret statistique).

D'autres travaux en cours sont mentionnés par d'autres participants, faisant intervenir par exemple la modélisation de l'hydrologie d'un territoire et des décisions des agriculteurs ou les approches de modélisation d'accompagnement.

- **Un besoin réel et pressant de la part des gestionnaires :**

Les gestionnaires soulignent qu'ils doivent agir urgemment. La France est attendue sur ses résultats par l'Europe. De fait, certains participants s'interrogent sur la place qui doit être accordée aux modèles mathématiques. Marc Voltz estime que leur utilisation n'est pas systématiquement nécessaire, mais est utile pour répondre à certaines questions dans certains contextes.

Des animateurs de captages ont signalé leurs besoins d'outils, de méthodes et de références pour l'accompagnement des agriculteurs, la concertation et la prise de décision.

La représentante de l'AERM&C a manifesté la nécessité de disposer de couches géographiques d'occupation du sol (agri. et non agri.) actualisées et à une échelle plus fine. De même elle estime nécessaire l'accès à des données concernant les pratiques agricoles et des outils permettant d'estimer les pressions et les impacts des pesticides dans le cadre de l'évaluation du RNAOE des masses d'eau.

- **Quels partenariats entre les chercheurs et acteurs de la DCE ?**

Des partenariats existent ou ont existé entre gestionnaires, monde agricole, chercheurs et bureaux d'études. Plusieurs illustrations positives ont été rapportées par les participants. Cependant ces partenariats resteront limités par le nombre de chercheurs « disponibles », comme le rappelle Marc Voltz.

De nouvelles structures se mettent en place pour faciliter l'accès aux moyens mis à disposition par la Recherche, comme par exemple : un centre de ressource captage national. Jeanne Bougahba de la DEB informe qu'il est prévu d'apporter une aide au choix des outils et méthodes par le biais d'un site Internet.

Plusieurs participants ont finalement proposés des pistes de réflexions pour construire de nouvelles formes de partenariats :

- En développant des « démonstrateurs coopératifs » d'AAC réunissant BE, acteurs locaux et chercheurs ;

- En s'appuyant sur les réseaux régionaux d'animateurs pour relayer l'utilisation d'outils et la production de données (à partir de sources encore sous exploitées), ou ;
- En encourageant les collectivités locales à présenter des projets de R&D ;
- En développant des projets de R&D entre recherche et BE pour améliorer leur capacité à intégrer de nouveaux outils et méthodes.

De plus, Philippe Martin d'AgroParisTech souligne que la profession agricole devrait être mieux intégrée dans les partenariats, notamment les coopératives qui détiennent de nombreuses données sur les pratiques.

Synthèse de la séquence 2 :

Des besoins de différentes natures ont été exprimés par les participants :

- références agronomiques (notamment autour des pratiques alternatives) ;
- connaissances et références sur les relations pressions-impacts environnementaux ;
- retours d'expérience et références sur le « coût-efficacité » des actions qui peuvent être mises en œuvre pour diminuer les pollutions dues aux pesticides (pratiques agronomiques, dispositifs agro-environnementaux, etc.).

Les gestionnaires de ressources en eau semblent avoir un intérêt plus fort vis-à-vis de références que des outils, comme les modèles jugés trop complexes et coûteux. La recherche doit donc veiller à **produire des outils facilement appropriables** par les gestionnaires lorsqu'il existe un intérêt mutuel de transfert de connaissances. Concernant les références évoquées lors des discussions, elles n'existent sans doute pas toutes. Des expérimentations ont été menées pour certains types de culture et dans des contextes agropédoclimatiques particuliers. Des monographies de cas de démarches « captage prioritaire » ont été réalisées. **Un travail d'identification de ces références et retours d'expérience doit être engagé** pour être portées à connaissance des acteurs impliqués dans la mise en œuvre de la DCE.

Au vu de l'inventaire des outils de la recherche présenté on peut remarquer qu'il existe un **déséquilibre entre les outils dits « biophysiques » et les outils issus des Sciences Humaines et Sociales (SHS)**. Pour expliquer cette situation, on peut supposer que le nombre réduit des outils issus des SHS est dû à leur application récente dans la thématique de la gestion des ressources en eau. Il est possible également que des outils de ce type n'aient pas été identifiés lors des enquêtes réalisées auprès des équipes de recherche car moins « visibles » (en comparaison aux programmes informatiques par exemple). La volonté d'intégrer ces outils dans l'inventaire actuellement mené doit donc se traduire dans le rapport de cette étude. En effet, les animateurs de captage souhaitent pouvoir accéder à ces outils pour les mobiliser dans leurs démarches d'animation.

En résumé, il est important de veiller à conduire des **démarches équilibrées** alimentées à la fois par des connaissances fines du fonctionnement biophysique du milieu et des propositions co-construites avec les acteurs locaux. Les programmes d'action doivent être consensuels mais aussi pertinents techniquement par rapport aux objectifs à atteindre.

Les représentants de gestionnaires de ressources sont conscients que des outils existent mais se posent la question de leur capacité à les utiliser. L'appropriation des outils issus de travaux de recherche soulève la question des compétences humaines disponibles, mais aussi celle des démarches dans lesquelles l'utilisation de l'outil s'intègre. La création annoncée d'un Centre de Ressources national « captage » est jugée très utile mais ne sera pas suffisante pour répondre à ces deux questions. Généralement les animateurs de captage ressentent un déficit d'accompagnement technique. **Les capacités d'utilisation d'outils complexes et la formalisation des démarches qui les emploient doivent donc être augmentées et/ou améliorées.** Pour cela, plusieurs pistes de réflexions peuvent être suggérées :

- La création de « relais locaux » techniques en relation proche avec les collectivités territoriales. Ces relais pourraient avoir une vocation plus générale, en intégrant l'ensemble

des thématiques en lien avec la gestion des ressources en eau. La conception de ces « relais locaux » devrait s'appuyer sur les réseaux d'animateurs existants.

- Le renforcement des partenariats actuels entre la recherche et des gestionnaires de ressources est susceptible de faire émerger des « démonstrateurs en situation réelle » visant à diffuser de nouvelles démarches. Ces démonstrateurs pourraient aussi constituer des sites de formation. Ces partenariats pourraient également donner naissance à des « living labs » qui serviraient non pas simplement à tester des outils de la recherche mais à co-construire des outils et/ou les démarches d'utilisation d'outils avec les acteurs du territoire.

5. SEQUENCE 3 : DISCUSSIONS ET ACCORDS AUTOUR D'UN REFERENTIEL METHODOLOGIQUE

5.1. Analyse des besoins identifiés (Nolwenn Bougon, ONEMA) :

Pour amorcer la discussion une interprétation des besoins en termes d'outils, réalisée par l'équipe projet, est présentée. Les besoins sont de différents types : connaissances (pratiques et impacts), données, outils et références. Ces besoins s'expriment avec plus ou moins d'importance selon l'échelle de gestion.

Un tableau représentant une répartition des besoins identifiés selon quatre échelles territoriales (National, Bassin Hydrographique, Département, Bassin d'alimentation de la masse d'eau ou du captage) et en fonction des questions que se posent les gestionnaires dans leur planification des actions à mettre en œuvre est présenté.

5.2. Récapitulatifs des besoins exprimés pendant la journée (Marc Voltz, INRA) :

Les discussions ont permis d'enrichir et de valider une synthèse des besoins exprimés lors de l'atelier présentée par Marc Voltz :

- De type institutionnel :
 - Renforcer la collaboration entre l'animation à l'échelle de la ME et les services de l'Etat.
 - Renforcer la circulation de l'information entre les personnes en charge des PA, du PAOT et du PDM.
 - Passer d'actions centrées sur les AAC à des actions intégrées dans des projets territoriaux. Ceci semble se mettre en place plus facilement lorsqu'il existe une animation de SAGE dans le territoire.
- Sur la mise en œuvre des plans d'actions :
 - Problème d'appropriation par les acteurs, il est nécessaire de mettre en place des démarches participatives pour la co-construction des plans.
 - Besoin de dispositifs et d'outils d'accompagnement pour notamment dialoguer et « négocier » directement avec les agriculteurs.
- Besoins de références, de connaissances et d'outils :
 - Connaissances sur les milieux, les pratiques agricoles et phytosanitaires, et accès à données avec des résolutions spatiales et temporelles plus fines qu'actuellement.
 - Des outils plus aboutis : notamment pour établir la liaison « pressions-impacts » pour la construction de l'EDL.
 - Des références sur les coûts-efficacité des actions mises en œuvre pour l'évaluation des

politiques et programmes d'actions.

- Certains animateurs de captages souhaiteraient avoir accès à des références empiriques de terrain, en agronomie⁴⁶ notamment.
- Concernant les modèles se pose la question de leur applicabilité dans des contextes opérationnels : bien qu'ils soient reconnus comme une étape utile, leur utilisation est complexe et chronophage. Les gestionnaires de ressources estiment ne pas avoir les capacités nécessaires pour les utiliser. Faut-il trouver des échelons intermédiaires qui seraient en capacité d'utiliser des modèles ? Quelles démarches de construction et d'utilisation des modèles ? Quel partage des informations nécessaires pour le fonctionnement des modèles ?

Les participants ont exprimé leurs différents points de vue sur l'utilité d'un référentiel méthodologique.

Plusieurs représentants des collectivités pensent qu'un recueil serait nécessaire pour faire le tri entre les nombreux outils existants.

Le référentiel doit être adapté aux attentes des gestionnaires. Pour cela, il doit inclure :

- Des références agronomiques ;
- Des méthodes pour la mise en place de démarches participatives et d'accompagnement ;
- Des idées d'intervention et des retours d'expériences pour faire des propositions aux agriculteurs ;
- Une aide concernant les procédures administratives à suivre, pour la contractualisation de MAE par exemple.

Synthèse séquence 3 :

Suite aux échanges mentionnés ci-dessus, il apparaît utile que le référentiel méthodologique contienne :

- Des retours d'expérience d'application d'outils ;
- Des analyses de démarches de mise en place de programmes d'actions dans le cadre de masses d'eau contaminées par des pesticides à partir d'études de cas ;
- Un bilan des références, disponibles ou en cours d'acquisition, « en vue de capitalisation » :
 - ↗ de pratiques agronomiques issues des dispositifs expérimentaux et de réseaux ;
 - ↗ technico-économiques ;
 - ↗ sur les relations pressions/impacts ;
 - ↗ sur les structures paysagères.

6. LISTE DES PARTICIPANTS :

Prénom et Nom	Structure
Sébastien Labrune	AE Artois-Picardie
Claire Nivon	AE RMC
Sophie Durandeu	AE Seine-Normandie
Arnaud Conrad	ANSES
Franck Eymery	ANSES
Nicole Baran	BRGM
Magali Lobre	Carcassonne Agglo

⁴⁶ Marc Voltz indique que les moyens existants ne permettent pas de tester toutes les techniques agronomiques dans tous les contextes agropédoclimatiques de la France. Pour cela, la modélisation est une alternative utile.

Sami Soyah	Communauté d'Agglo de Perpignan
Véronique Lecomte	CREA
Jean-Luc Janel	DDT Meurthe-et-Moselle
Jeanne Bougahba	DEB
Lucile Gauchet	DEB
Cécile Touya	DREAL bassin AG
Geneviève Golaszewski	DREAL bassin RMC
Joël Raymond	DREAL Languedoc-Roussillon
Marylène François	DRIEE bassin SN
Hélène Videau	DRIEE Ile de France
Margueritte-Marie Larroque	Eau de Paris
Laurent Bouchet	Envilys
Alain Carpentier	INRA - SMART
Guillaume Juan	INRA - AE
Cybill Prigent	INRA - Agronomie
Laurence Guichard	INRA - Agronomie
Pierre Benoit	INRA - ECOSYS
Christian Bockstaller	INRA - LAE
Marc Voltz	INRA - LISAH
Eric Cahuzac	INRA - ODR
Phillipe Martin	INRA - SAD-APT
Fabienne Barataud	INRA - SAD-ASTER
Chantal Gascuel	INRA - SAS
Marianne Cerf	INRA - SENS
Françoise Vernier	IRSTEA
Guy Le Hénaff	IRSTEA
Julien Tournebize	IRSTEA
Véronique Gouy	IRSTEA
Jean-Emmanuel Rougier	Lisode
Lauriane Vasseur	ONEMA
Christophe Minier	ONEMA
Frédérique Martini	ONEMA
Anne Rogé	ONEMA
Nolwenn Bougon	ONEMA
Claire Billy	ONEMA
Johan Coulomb	Réseau animateurs captages LR
Sophie Goineau	Syndicat des Eaux de la Charente-Maritime
Anouk Vermandere	Syndicat des Eaux du Vivier

ANNEXE 3 : METHODOLOGIES L'ÉVALUATION DU RISQUE DE NON ATTEINTE DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX DU AUX PESTICIDES

Le guide⁴⁷ de 2012 de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement présente des recommandations méthodologiques pour l'évaluation des **pressions** exercées sur la masse d'eau et de l'**état**⁴⁸ de la masse d'eau quel que soit le type de masse d'eau. Ces deux éléments permettent ensuite d'estimer le Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE).

1. OBJECTIF DE L'ÉVALUATION DU RNAOE

L'évaluation du RNAOE consiste à estimer si les masses d'eau peuvent, en l'absence de mesures correctrices nécessaires, atteindre les objectifs fixés par la Directive Cadre sur l'Eau. Cette évaluation se réalise sur l'ensemble des masses d'eau et fait partie du processus d'élaboration de l'Etat des Des Lieux (EDL)⁴⁹ et du Programme de Mesure (PdM)⁵⁰. Lors de la mise à jour de l'EDL en 2013, elle a consisté à identifier les masses d'eau (ME) qui sont susceptibles de ne pas remplir en 2021 les objectifs DCE et le type de pression à l'origine de ce risque.

L'évaluation du RNAOE ne préjuge cependant pas de ce que sera effectivement l'état des eaux à l'échéance concernée, dans la mesure où :

- Il s'agit d'une approche en terme de probabilité, par conséquent dotée d'un certain niveau d'incertitude ;
- L'évaluation du risque doit justement permettre de lister par la suite les actions qui seront nécessaires au cours du prochain cycle de gestion (2016-2021) pour atteindre ou maintenir le bon état.

Le RNAOE ne préjuge pas non plus des objectifs qui seront affichés dans le SDAGE. « *Ces objectifs résulteront des mesures à mettre en œuvre et de leur efficacité supposée pour réduire les effets des pressions importantes à un niveau suffisant, que ces pressions soient celles déjà exercées ou susceptibles d'émerger au cours de la durée du plan de gestion.* » (DEB, 2012). Cette remarque montre donc l'importance d'une priorisation géographique des mesures mais aussi de l'évaluation économique du coût disproportionné qui justifie un étalement dans le temps des mesures au-delà du cycle DCE.

⁴⁷ Guide pour la mise à jour des Etats des Lieux.

⁴⁸ L'état des MESU correspond à l'état chimique et écologique alors que l'état des MESO correspond à l'état quantitatif et chimique.

⁴⁹ L'EDL se composent des parties suivantes, conformément à l'article R. 212-3 du code de l'environnement :

- a) Une analyse des caractéristiques du bassin ou du groupement de bassins, qui comprend notamment la présentation des masses d'eau du bassin et l'évaluation de l'état de ces masses d'eau ;
- b) Une analyse des impacts des activités humaines sur l'état des eaux, qui inclut notamment l'évaluation des pressions et l'évaluation du risque de non-atteinte des objectifs environnementaux à l'horizon 2021 ;
- c) Une analyse économique de l'utilisation de l'eau, qui comporte notamment une description des activités utilisatrices de l'eau, une présentation des prix moyens et des modalités de tarification des services collectifs de distribution d'eau et d'irrigation et une évaluation du coût des utilisations de l'eau.

⁵⁰ Le RNAOE constitue une première étape pour la construction du programme de mesures lequel est « [...] *destiné à réduire les pressions importantes à l'origine d'un RNAOE pour faire en sorte que, hors demandes d'exemptions dûment justifiées, le risque ne se traduise pas dans les faits par une non atteinte des objectifs à l'échéance considérée* ». Le RNAOE permet aussi « *la mise en place des contrôles opérationnels du programme de surveillance, qui concernent les masses d'eau à risque et qui visent à évaluer leur état initial et les effets du programme de mesures sur la réduction des pressions.* » (DEB, 2012).

Plusieurs étapes ont ainsi été définies pour évaluer le RNAOE :

- a) estimation des pressions et des impacts et de leur évolution prévisible ;
- b) évaluation de l'état des masses d'eau ;
- c) estimation des liens pressions / impacts / état ;
- d) évaluation du risque ;
- e) détermination des objectifs et des mesures nécessaires pour les atteindre.

Nous détaillons dans les parties suivantes les outils et méthodes utilisées pour l'évaluation de l'état et de la pression pour les deux types de masses d'eau.

2. EVALUATION DU RNAOE POUR LES MASSES D'EAU DE SURFACE

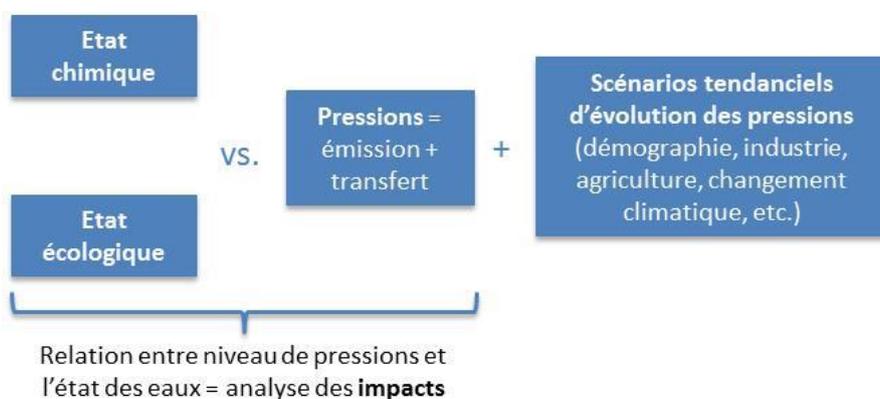
L'évaluation du RNAOE fait intervenir de nombreuses données dont celles issues des réseaux de surveillance mais aussi des outils et des méthodes d'évaluation propres à chaque bassin.

Dans l'ensemble des bassins hydrographique chaque type de pression est analysé séparément. Ainsi la question des usages et des rejets de pesticides sont traités dans l'évaluation des pressions diffuses d'origine agricole par les pesticides. Cette analyse conduit généralement à l'évaluation d'un RNAOE spécifique lié aux pollutions par les pesticides.

2.1. Pour les masses d'eau de surface

Comme l'indique la figure suivante, la démarche consiste en une analyse croisée des données « état-pressions » disponibles.

Figure 15 : Eléments pris en compte pour l'évaluation du RNAOE pour les masses d'eau de surface



La qualification de l'état se réalise à partir des données issues des réseaux de surveillance et des normes de qualité établies. Plusieurs arrêtés ont été établis pour la mise en place des réseaux de surveillance et la définition des méthodes d'évaluation selon le type des masses d'eau.

Pour les eaux de surface il existe 2 arrêtés : l'« arrêté surveillance » du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux, pour les eaux douces de surface (cours d'eau, canaux et plans d'eau) et l'« arrêté évaluation » relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface. L'« arrêté surveillance » établit la liste des substances chimiques à suivre. Elle correspond aux deux listes établies au niveau européen :

- La liste I des Substances Dangereuses Prioritaires (SDP) dont les rejets doivent être éliminés ;
- La liste II des Substances Prioritaires (SP) dont les rejets doivent être réduits.

Plusieurs pesticides en font parties. Ces listes sont complétées par les substances inscrites dans la directive 2006/11⁵¹ sans pour autant prévoir des objectifs sur les rejets.

Il est important de noter qu'elles ont fait l'objet d'une mise à jour à travers la Directive « substances prioritaires » 2013/39/CE du 12/08/13 modifiant la DCE et la directive 2008/105/CE (établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau). Ce sont maintenant 63 substances dont 30 produits phytosanitaires qui doivent faire l'objet d'un suivi dans chaque pays membre. Cependant cette mise à jour de l'évaluation de l'état, traduite en droit français par l'arrêté du 07 août 2015, ne sera appliquée qu'à partir de l'état des lieux de 2019 du cycle 2022-2027. En effet, les règles d'évaluation de l'« état » ne changent pas durant un cycle DCE⁵².

Le tableau suivant résume les règles d'évaluation utilisées en 2013 pour établir l'état des masses d'eau de surface.

Tableau 22 : Normes et nombres de pesticides pris en compte pour la caractérisation de l'état des masses d'eau lors de la réalisation de l'« Etat Des Lieux » de 2013

Type de ME	Type d'état	Nombre de pesticides	Norme de qualité à respecter	Résumé des règles d'évaluation
Masses d'eau de surface	Etat écologique	5 pesticides sur 10 polluants spécifiques : chlortoluron, oxadiazon, linuron, 2,4 D, 2,4 MCPA et le chlordécone (uniquement pour la Martinique et la Guadeloupe)	Normes de Qualité Environnementale (NQE), par le biais de valeur seuil, qui portent sur les concentrations moyennes annuelles (NQE-MA) et sur les concentrations maximales admissibles (NQE-CMA).	Principe du paramètre déclassant. Lorsqu'au moins un élément de qualité biologique est en état moyen, médiocre ou mauvais, les éléments de qualité physico-chimiques n'ont pas d'incidence sur le classement de l'état écologique.
	Etat chimique	15 pesticides sur 41 substances : hexachlorocyclohexane (lindane), endosulfan (total), trifluraline, diuron, atrazine, chlorpyrifos, simazine, alachlore, chlorfenvinphos, isoproturon, aclonifène, bifénox, cyperméthrine, dichlorvos, terbutryne, cybutryne, aldrine, DDT, dieldrine, isodrine, endrine		La concentration moyenne annuelle est calculée en faisant la moyenne des concentrations obtenues sur une année et est comparée à la norme. Lorsqu'il y a plusieurs station pour une même masse d'eau c'est l'état de la station la plus « déclassante » qui est retenu.

⁵¹ Conformément à l'annexe IX de la DCE, les objectifs de qualité et les valeurs limites d'émission sont établis par les « directives filles » de la directive 2006/11/CE. Cette dernière établit des règles de protection et de prévention contre la pollution résultant du rejet de certaines substances dans le milieu aquatique. Elle s'applique aux eaux intérieures de surface, aux eaux de mer territoriales et aux eaux intérieures du littoral.

⁵² Pour éviter que « les acteurs participant à la mise en œuvre de la directive cadre ne seront pas déroutés par d'éventuels changements dans le « thermomètre » d'évaluation de l'état des eaux » (DEB, 2012). Entre les cycles, les règles peuvent changer pour répondre aux progrès techniques et évolutions de la réglementation. Le rapportage en 2016 se réalisera donc à partir du référentiel d'évaluation de l'état des eaux (REEE) établi en 2010 et non pas en 2013 à l'occasion de la mise à jour de l'EDL.

Ce sont ainsi 15 pesticides sur 41 substances⁵³ qui interviennent dans la caractérisation de l'état chimique. S'ajoutent 5 pesticides sur les 9 polluants caractéristiques du bon état écologique⁵⁴. L'état chimique et l'état écologique sont déterminés au regard du respect par leurs paramètres (substances) des normes de qualité environnementale (NQE), par le biais de valeur seuil définies par la directive 2008/105/CE. Ces normes portent sur les concentrations moyennes annuelles (NQE-MA) et sur les concentrations maximales admissibles (NQE-CMA).

Pour l'évaluation des « pressions » (au sens de l'exercice d'une activité humaine) relatives aux risques de contamination des eaux par les pesticides, des outils « pressions-impacts » ont été développés. Cependant il est encore difficile d'associer ces pressions à des effets quantifiés sur les classes d'état. Ces outils estiment un risque de contamination. Dans le cadre des pesticides il s'agit donc plutôt d'outils pressions⁵⁵.

Malgré le cadre méthodologique fourni par la DEB (2012) les AE ont été amenées à interpréter différemment les relations entre l'état de la masse d'eau et les pressions qui s'y exercent pour évaluer le RNAOE, comme le montre le tableau ci-dessous.

⁵³ Aux 33 substances « dangereuses prioritaires » et « prioritaires » de la DCE s'ajoutent 8 substances de la liste I de la directive 2006/11/CE du 15/02/06 concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté.

⁵⁴ Les polluants spécifiques de l'état écologique sont les substances dangereuses pour les milieux aquatiques déversées en quantité significatives dans les masses d'eau de chaque bassin ou sous bassin hydrographique. Elles sont arrêtées par les préfets coordonnateurs de bassin dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE). Cette liste a été ajoutée pour compléter celle de l'état chimique.

⁵⁵ Le recueil des méthodes de caractérisation des pressions (2012) de l'Onema propose l'utilisation des outils Arpèges et Mercat'eau. Pour l'Etat des Lieux 2017 Mercat'eau ne sera pas mis à jour.

Tableau 23 : Comparatif des éléments méthodologiques utilisés par les six STB métropolitains pour l'évaluation du RNAOE des MESU

	RMC	AP	AG	SN	LB	RM
Données et outils de départ	<ul style="list-style-type: none"> - Données qualité - Occupation du sol (CLC, 2006) - IDPR - Stations de surveillance (2008-2011) 	<ul style="list-style-type: none"> - Arpèges - Mercat'eau - Conso. Captages 	<ul style="list-style-type: none"> - Arpèges - Occupation sol et agricole 	<ul style="list-style-type: none"> - Arpèges - Résultats du réseau de suivi des ME (300 molécules suivies) - Etat écologique 	<ul style="list-style-type: none"> - Mercat'eau (RA 2000, PK 2006, BNVD 2008) - Données qualité (2011) - Occupation du sol (CLC 2006, BDTOPO) et agricole (RPG 2009) - PNEC (INERIS, 2011) - Syrah zone boisé - Solagro - RA 2010 	<ul style="list-style-type: none"> - Arpèges - Occupation sol et agricole
Pression pesticide	<p>Inclus dans le groupe « pollution par les substances »</p> <p>Indice d'impact = $\sum(\text{nombre de dépassement du seuil de } 0,1 \mu\text{g/l} / \text{nombre de prélèvement})$</p> <p>Risque d'impact (3 niveaux) fort si indice $\geq 100\%$</p> <p>Cette estimation est soumise à l'expertise locale (réunions)</p>	<p>Arpèges</p> <p>Mercat'eau</p> <p>Les mesures ne montrent pas de dépassements de seuils</p> <p>Pas de liens établis entre pressions et risques</p>	<p>Corrélations établies entre risque fort Arpèges et nombre de molécules détectées (réseau Phyto)</p> <p>Arpèges : l'évaluation du risque de contamination chronique à l'étiage (3 niveaux) a été retenue comme indicateur représentatif de la pression phytosanitaire du bassin.</p> <p>Développement en cours d'un outil cartographique (QGis) collaboratif pour EDL</p>	<p>Les données de suivi de qualité du milieu sont privilégiées pour estimer le niveau de pression</p> <p>Pression significative si niveau de pression moyen et état écolo. moins que bon ou pression forte indépendamment de l'état écolo.</p> <p>Pression significative pesticide si $[\sum\text{pest.}]$ moyenne annuelle mesurée $> 0,5 \mu\text{g/l}$ sur MESU en état écologique moins que bon ou si $[\sum\text{pest.}]$ mesuré $> 2 \mu\text{g/l}$ sur MESU en état écologique bon ou très bon</p>	<p>Pression significative (3 niveaux) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Si ≥ 3 dépassements PNEC 2) Si non, Urba. $\geq 20\%$ ou VitiArboMarai. $\geq 10\%$ ME 3) Si non, Mercat'eau (pondéré par drainage, haies et surf. Boisées cours d'eau) = classe très forte 4) Si classe forte ou moyenne, typologie agricole (9 typo. de ME qui présente des dépassements de NQE) 5) Dépassement d'au moins 1 VR = consultation <p>Pression forte : plus de 3 dépassements de PNEC ou 3 des 4 types de pression ou plus de 55% de la ME en viticulture ou plus de 70% de la ME urbanisée</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Corrélations entre Arpèges et réseau de surveillance 2) Agrégation des 4 risques Arpèges en 1 seul = 3 niveaux de pression 3) Croisement entre un pseudo-état (centile 50 de la \sum des pesticides par prélèvement sur la période 2009-2011) et niveaux de pression modélisé pour déterminer l'impact <p>Pression significative pesticide si état moyen ou fort ($[\sum\text{pest.}]$ entre 0,1 et 0,4 $\mu\text{g/l}$ ou $> 0,4 \mu\text{g/l}$) ou NC et si pression forte ou moyenne ou NC (impact moyen et fort)</p>

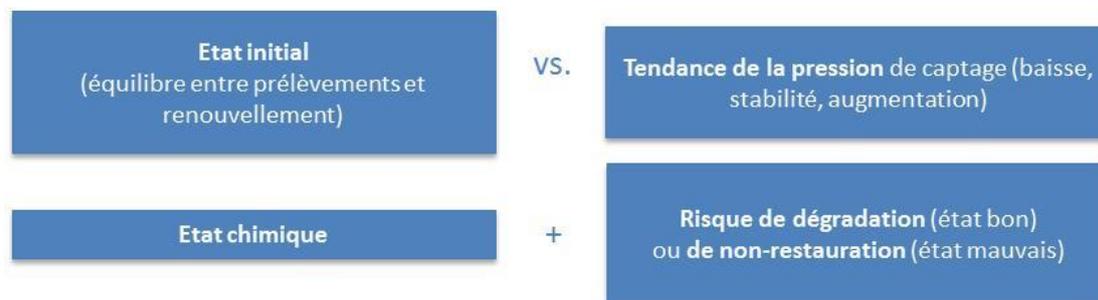
					Rq. : méthodo. intègre les pollutions non agricoles	
Scénario tendanciel des pressions pesticides	Pas de scénario pour l'agriculture donc l'évaluation des impacts est actuelle	Diminution des surfaces en herbe et augmentation des grandes cultures	↘ 20% mais pression actuelle = pression 2021	Probable augmentation des pressions pesticide Les actions conduites dans le domaine agricole ne permettent pas de réduire suffisamment les pressions jugées significatives	Stagnation des pressions	Tendances nettes et exploitables relatives à l'augmentation de la proportion de terres labourables (« retournement de prairies »)
ME sans surveillance	Modélisation à partir de l'état d'une ME comparable, sur la base d'un croisement entre les données d'occupation agricole et ruissellement superficiel des sols (IDPR) Des corrélations ont été établies entre surfaces agricoles impactant les ESU et les résultats des stations de surveillance à diverses échelles graphiques		Idem	Risque hivernal Arpèges fort sur ME en état écologique actuel jugé moins que bon	Etapas 2 à 5	Inclues dans la méthodologie
RNAOE	Si l'impact d'une pression est fort ou si plusieurs pressions ont un impact moyen Les niveaux d'impact ont été construits et validés par acteurs locaux	L'isoproturon est le pesticide le plus délassant pour le RNABE chimique Pas de MESU en RNAOE en relation avec les pesticides	RNAOE global = RNAOE écologie + RNAOE chimie Pressions projetées en 2021 et calées sur les critères de risque d'altération (pas de risque d'altération, doute et risque d'altération) puis comparées à l'état.	RNAOE si pression significative non corrigée par des actions jugées efficaces L'analyse se fonde sur l'état écologique pour tous les types de pression Si pression significative liée aux pesticides alors RNAOE 2021 Si plusieurs pressions alors	RNAOE si : - Pression pesticide forte (niveau 3) et observation d'altération - Pression moyenne et déjà en risque 2013 sans les phyto ou état mauvais - Pression faible et déjà	Evaluation d'un risque « pesticide s » RNAOE = pression significative pesticide ou pression non significative (impact faible) mais pression moyenne et forte ou état moyen + augmentation sup. agricole > 3% en 10 ans +

			<p>Une part importante de ME classé en RNAOE chimie le sont sans évaluation de leur état</p>	<p>règle du paramètre le plus déclassant</p> <p>Estimation du RNAOE est soumise à l'expertise locale</p> <p>Risque annulé si mesure tendancielle efficace (PTAT)</p>	<p>en risque 2013 sans les phytos ou état mauvais et pression nitrate</p>	<p>SAU > 25%</p>
--	--	--	--	--	---	---------------------

2.2. Pour les masses d'eau souterraines

Dans le cas des ME souterraines, le RNAOE repose sur l'évaluation du « risque quantitatif » et du « risque qualitatif chimie », comme l'indique la figure suivante.

Figure 16 : Eléments pris en compte pour l'évaluation du RNAOE pour les masses d'eau souterraine



L'objectif qualitatif des ME souterraines se décline sous 2 aspects :

- le risque de dégradation des masses d'eau souterraine qualifiées comme étant en bon état chimique et ;
- le risque de non-restauration de la qualité des eaux souterraines déclarées en mauvais état chimique.

Ces évaluations⁵⁶ doivent donc être basées sur une estimation de l'évolution de l'état chimique de la masse d'eau souterraine à l'horizon 2021.

Les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines⁵⁷ sont établis par l'arrêté du 17 décembre 2008.

La DEB a mis à disposition un guide d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraines et d'établissement des valeurs seuils⁵⁸ en 2012. Il repose en grande partie sur des travaux réalisés par la Commission Européenne et le BRGM⁵⁹ en appui aux AE (notamment pour l'élaboration de leur réseau de surveillance). Son application reste cependant tributaire des informations disponibles.

Le guide de mise à jour de l'Etat des Lieux (2012) fournit également des éléments méthodologiques pour l'évaluation du risque de non atteinte du bon état chimique en 2021 des masses d'eau souterraine. La démarche consiste, pour chaque paramètre considéré⁶⁰, à exploiter l'ensemble des résultats des mesures

⁵⁶ A noter que le risque de dégradation repose principalement sur la définition des pressions polluantes et de la vulnérabilité de la ressource, et que le risque de non-restauration dépend principalement de la caractérisation de l'état de la masse d'eau, c'est-à-dire d'un diagnostic d'impact d'un polluant sur la masse d'eau.

⁵⁷ L'arrêté se base notamment sur la directive 2006/118 du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration.

⁵⁸ Ce guide constitue l'annexe III de la circulaire relative à l'application de l'Arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines

⁵⁹ Blum A. et Auterives C. (?). Evaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine au titre de la directive cadre sur l'eau 2000/60/CE et de sa directive fille 2006/118/CE, version provisoire.

⁶⁰ Pour tous les pesticides et leurs métabolites la norme de qualité est de 0,1 µg/l/substance (contrairement aux NQE des pesticides des ME de surface) sauf pour quatre pesticides (aldrine, dieldrine, heptachlorépoxyde, heptachlore) pour lesquels la norme a été abaissée à 0,03 µg/l dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE au niveau français. Il n'existe pas de liste nationale de molécules à rechercher obligatoirement. Le nombre de molécules recherchées dépend plus des avancées de la recherche et du coût des analyses.

chimiques effectuées sur les points de contrôle des différents réseaux surveillance, à utiliser le critère Mma de l'évaluation de l'état chimique des eaux souterraines et les résultats d'analyse de tendances⁶¹, à croiser ces informations avec les pressions actuelles, la vulnérabilité intrinsèque et le comportement de la masse d'eau. Cependant il est recommandé de prendre peu en compte les scénarios tendanciels du fait de la lenteur de l'évolution des phénomènes naturels. Les chroniques des mesures chimiques passées sont cependant considérées pour l'évaluation du risque. Pour l'EDL 2013 la période de référence était 2007-2010.

⁶¹ Lopez B. et Leynet A., (2011), Evaluation des tendances d'évolution des concentrations en polluants dans les eaux souterraines. Rapport final. BRGM/RP-59515-FR.

Tableau 24 : Comparatif des éléments méthodologiques utilisés par les six STB métropolitains pour l'évaluation du RNAOE des MESO

	RMC	AP	AG	SN	LB	RM
Données et outils de départ	<ul style="list-style-type: none"> - Données qualité - Occupation du sol (CLC, 2006) - IDPR - Points de surveillance (ADES, 2006-2011) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mercat'eau - Conso. captages 	?	<ul style="list-style-type: none"> - Données surveillance (base ADES) 2007-2010 pour Mma et Freq et 1997-2010 pour tendances - Mercat'eau (20 mol.) - Outil BRGM-Onema (Lopez et al. 2013) <p>⇒ Les produits phytosanitaires sont les paramètres les plus pénalisants pour la qualité des masses d'eau souterraine du bassin (36 MESO déclassées sur 53)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Données qualité - Observations de terrain 	<ul style="list-style-type: none"> - Points de surveillance (ADES)
Pression pesticide	<p>1) Localisation des activités de surface potentiellement « utilisatrices » de pesticides</p> <p>2) Évaluation d'une « pression potentielle » (3 niveaux) par croisement des activités de surface avec l'IDPR (aptitude d'infiltration)</p> <p>3) Pression significative lorsque la « pression potentielle » importante affecte plus de 20% de la surface de la MESO</p> <p>4) Estimation des impacts au regard des résultats de la surveillance disponibles</p>	<p>Mercat'eau bonne correspondance</p> <p>Pas de liens établis entre pressions et risques</p>	Non qualifiée	Voir plus bas	N'ont pas été utilisées	<p>Mercat'eau cohérent avec mesures</p> <p>Les couches vulnérabilité pressions ne permettent pas de discriminer les zones à forte pression</p> <p>Pas de tendances d'évolution</p>

RNAOE	<p>Si niveau d'impact fort (pouvant entraîner un déclassement de la ME) ou cumul d'impacts de niveau 2 (pression moyenne ou forte mais localisée et impact moyen ou localisée)</p> <p>L'état chimique est pris en compte indirectement</p>	<p>Basé sur les dires d'expert</p> <p>Les ME en mauvais état actuellement étaient en RNA du bon état, de même que les ME qui présentent des points avec des concentrations de nitrates en hausse.</p> <p>Uniquement les MESO à enjeu eau potable : captage prioritaire ou > 500.000 m³/an</p>	?	<p>1) Application du schéma décisionnel pour analyse du risque au point :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluation de la tendance significative (seuls les points avec les concentrations supérieures au seuil de risque, possédant au moins 5 valeurs et à taux de quantification > à 50% sont pris en compte) pour chaque paramètre (outil national BRGM - ONEMA) et projection de la concentration au point à l'horizon 2021 (par multiplication de la pente par 11) ; - Comparaison des concentrations projetées avec la norme (valeur-seuil) et le seuil de risque (75% de la norme) ; - S'il est impossible de calculer la tendance : comparaison de la Mma aux seuils spécifiques (vigilance et risque) et calcul de la fréquence de dépassement de ces deux seuils par paramètre d'état des eaux souterraines. <p>2) Agrégation du diagnostic au point à l'échelle de la masse d'eau en appliquant le critère « la MESO est à risque si de plus de 20% de la surface est à risque ».</p> <p>3) Croisement des résultats à l'échelle de la masse d'eau avec les informations sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les pressions (évaluées dans le cadre de l'exercice de l'Etat des Lieux) ; - la vulnérabilité intrinsèque et le comportement de la MESO (nappe captive ou pas, présence du karst, temps de réaction de la MESO à la pollution de surface estimé par modélisation (résultats STICS-MODCOU sur le bassin Seine- Normandie relatives à 20 MESO modélisées sur 53 rattachées au bassin), la vulnérabilité simplifiée évaluée à partir de croisement de l'IDPR, de l'épaisseur de 	<p>2 critères :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparaison des concentrations interannuelle (2007-2012) des points de mesure avec le seuil de 0,1 µg/L. - Signes observés de dégradation du milieu souterrain (abandon de captages par exemple) ont aussi été pris en compte avec un rôle modéré. 	<p>Les déclassements observés sont très souvent dus à des pesticides aujourd'hui interdits tels que l'atrazine et ses produits de dégradation</p> <p>Risque évalué à partir des points d'eau « à risque ». Un point est à risque si :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la moyenne des moyennes annuelle sur la période 2007-2011 est supérieure à 0,1 µg/l (risque très fort), ou ; - cette moyenne est comprise entre 0,05 et 0,1 µg/l et la fréquence de dépassement de 0,1 µg/l est supérieure à 20% (risque fort), ou ; - cette moyenne est inférieure à 0,05 µg/l et la fréquence de dépassement de 0,05 µg/l est supérieure à 20% (risque moyen) <p>Si la surface représentée par les points à risque représente plus de 20 % de la superficie de la masse d'eau, la masse d'eau est déclarée à risque.</p> <p>Méthode de</p>
-------	--	---	---	--	---	--

				<p>la ZNS et la densité des cavités/du karst).</p> <p>4) Analyse des actions programmées dans des PTAP-PAOT 2013-2018 (compilation OSMOSE) pouvant influencer les paramètres responsables du RNAOE.</p> <p>5) Utilisation des données complémentaires sur les risques par paramètre à l'échelle de la MESO :</p> <ul style="list-style-type: none"> - tendances en nitrates à la MESO calculées à partir des observations 1997-2010 (Kendall régional, BRGM) - tendances en nitrates modélisées par la chaîne STICS-MODCOU, projection des concentrations et des surfaces dégradées à l'horizon 2021 ; - risques estimés par MERCAT'Eau pour 20 pesticides homologués. <p>6) Expertise régionale approfondie en STL : mobilisation des connaissances « locales » et « à dire d'expert » (consultation technique sur la proposition RNAOE du siège).</p>		<p>sectorisation de Thiessen a été utilisée pour définir la surface de représentativité de chaque point de surveillance</p>
--	--	--	--	--	--	---

3. BILAN DE L'UTILISATION D'OUTILS ET METHODES POUR L'EVALUATION DU RNAOE

Malgré l'existence d'un guide méthodologique national, les méthodes déployées dans chaque étape sont différentes d'un bassin à l'autre. En effet, s'agissant d'une approche probabiliste les STB sont amenées à interpréter de manière différente les relations entre l'état de la masse d'eau et les pressions qui s'y exercent. Les principales différences ont été observées dans les étapes a) et d).

L'ensemble des bassins estime que les relations entre usage des pesticides et contamination des eaux sont difficile à établir. Pour cela, les étapes a) et c) font intervenir uniquement les notions de pressions et d'état.

Pour leur évaluation, les STB ont développé leur démarche dans laquelle intervient l'utilisation d'outils et de méthodes. Ces outils et méthodes ont soit été développés en interne (c'est le cas du bassin RM&C) ou mis à disposition par l'ONEMA. Durant la période 2011-2013, l'ONEMA a financé le développement de plusieurs outils et méthodes, dont ARPEGES et MERCAT'EAU destinés à évaluer les pressions par les pesticides. « Ces deux méthodes, bien que basées sur des approches différentes (méthode experte, probabiliste de réseau bayésien et modèle numérique de simulation des transferts d'eau et de pesticides), sont relativement comparables en terme de données utilisées en entrée et de type de résultat en sortie : indicateur de risque de contamination à l'échelle de la ME. » (Bouchet et al. 2015).

Ces outils ont été présentés aux responsables des STB. Le retour d'expérience de l'utilisation de ces outils (2015) réalisé par l'Oleau et nos propres enquêtes ont montré que ces outils ont été utilisés de manière différente d'un bassin hydrographique à un autre.

Tableau 25 : Intégration des outils nationaux de pression/impact dans les méthodologies d'évaluation du RNAOE des MESU et MESO des différents bassins hydrographiques métropolitains

	Méthodologie ne faisant pas intervenir les outils nationaux	Outil national adapté et en partie intégré à la méthodologie initiale	Méthodologie construite à partir d'un outil national
Evaluation RNAOE - MESU	RM&C AP	SN	AG RM LB
Evaluation RNAOE - MESO	RM&C LB AP	AG RM	SN

Au-delà des outils et des méthodes, les STB ont également eu recours à l'expertise (parfois locale) pour élaborer les estimations ou les valider. Dans le bassin RMC, de nombreuses réunions (plus d'une centaine) ont été organisées pour recueillir les avis d'experts locaux pour évaluer les pressions. De plus, il n'est pas exclu que d'autres critères, en dehors des critères techniques, soient utilisées pour évaluer les RNAOE.

Bien que les STB aient priorisé indirectement les actions sur les MESO, les outils développés correspondent à des problématiques liées aux MESU. Ceci peut s'expliquer par le fait que les AE ont rencontré des difficultés pour l'application de la méthode proposée par la DEB (2013), notamment dans l'estimation des pressions. Seules les agences Rhône-Méditerranée et Adour-Garonne auraient pris en compte les pressions dans leur démarche d'évaluation du RNAO qualitatif des ME souterraines.

Avec le soutien financier de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr



www.inra.fr