

AFPP – 23^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 6, 7 ET 8 DÉCEMBRE 2016

DES PAYSAGES RÉSILIENTS POUR UNE GESTION DURABLE DES PESTICIDES

G. LE HÉNAFF ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Irstea, centre de Lyon Villeurbanne, équipe pollutions diffuses,
69626 Villeurbanne cedex – France

guy.le-henaff@irstea.fr et le-henaff.guy@orange.fr

RÉSUMÉ

Cet article de synthèse clôture près de 40 ans d'activité professionnelle autour des problématiques complexes liées aux produits phytosanitaires : protection des plantes puis atténuation des transferts hydriques de pesticides. L'ambition est de relater le ressenti d'un expert indépendant sur un sujet actuellement très polémique. L'utilisation durable des pesticides implique d'avoir une vision globale des nombreux enjeux liés à leur utilisation dont les transferts hydriques des molécules. Il faut donc comprendre les écoulements hydriques au sein des versants agricoles et le rôle des éléments du paysage. Un maillage parcellaire cohérent, des techniques agronomiques adaptées et des dispositifs tampons intégrés aux versants, apportent de la résilience aux paysages agraires. Cette approche passe par la mobilisation des acteurs et des savoirs en faveur de réaménagements ruraux et permettra de limiter les transferts, de réduire la contamination des milieux aquatiques et naturels et de limiter l'exposition des populations.

Mots-clés : pesticides, gestion durable, réaménagements ruraux, résilience, paysage.

ABSTRACT

RESILIENT LANDSCAPES FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PESTICIDES

This closing summary article is showing nearly 40 years of professional activity around the complex issues related to pesticides: plant protection and mitigation of water transfers of pesticides. The ambition is to relate the feeling of an independent expert on a currently very controversial subject. The sustainable use of pesticides involves a comprehensive view of all the issues associated with their use including water transfer molecules. This requires understanding the water pathways in agricultural catchments and the role of landscape elements. A moderated field size, an adapted agronomic techniques and integrated buffers in catchment, make the agricultural landscapes more resilient. This approach requires the mobilization of actors and local knowledge for news rural planning in order to limit pesticides transfers to reduce contamination of aquatic and natural environments and also limit the exposure of populations.

Keywords: pesticides, sustainable management, rural planning, resilience, landscape.

AVANT-PROPOS

Après 60 ans de passion pour l'agriculture, 41 ans de travail dans le para-agricole, dont 39 ans de fonction publique autour des problématiques liées aux produits phytosanitaires, je m'apprête à tourner la page en regagnant les limons de la côte Nord de ma Bretagne natale. Fils de petit agriculteur d'après-guerre, traditionnel et donc biologique et en circuit court, contraint à la double activité à partir des années 50, je souhaite tirer quelques enseignements de cette carrière proche du terrain. J'ai débuté les expérimentations de réduction d'intrants sur les aires d'alimentation de captages de Franche Comté dès 1992 et publié dès 1995 au COLUMA sur la faisabilité d'approches véritablement raisonnées. En 2016, c'est maintenant l'occasion de transcrire et de transmettre certaines des convictions qui se sont forgés et renforcés au fil des campagnes culturelles et de mes activités dans le domaine de la protection des plantes, des produits phytosanitaires et de la protection de l'environnement. Il me paraît important de partager cette expertise. J'espère apporter ainsi une pierre à l'édifice de productions agricoles françaises pérennes et participer à une utilisation très raisonnable et si possible durable des pesticides en agriculture.

L'agriculture française est confrontée à de nombreux enjeux de taille qui peuvent en effet être résumés sous le terme de durabilité. Les nombreux défis à relever sont économiques, sociaux et environnementaux. L'emploi durable des pesticides en agriculture est un objectif qui imposera des changements de paradigmes au sein des décideurs et de la profession agricole. Et inutile de se leurrer, la santé des applicateurs, des riverains, des consommateurs et la protection des milieux aquatiques ou terrestres non cibles impliquent une utilisation toujours plus raisonnable des produits phytopharmaceutiques. Les connaissances scientifiques progressent et valident cette nécessaire utilisation précautionneuse. Je me suis très souvent interrogé sur les retards pris et les distorsions parfois irresponsables entre les connaissances et les pratiques des agriculteurs. Par exemple dans les années quatre-vingt, les agriculteurs revendiquaient le droit d'employer les produits phytosanitaires sans contrainte ni précaution au nom de leur statut de chefs d'exploitation. De même la progression des résistances des bio-agresseurs aux molécules à mode d'action uni-site a le plus souvent été mal gérée alors que les premières alertes datent de plus de 30 ans. Il est vrai que dans le domaine voisin des spécialités pharmaceutiques et de la prévention de l'antibio-résistance, nos sociétés modernes n'ont pas fait preuve d'une grande vigilance. Et que dire de la protection des captages d'eau vis à vis des pollutions diffuses par les pesticides et de la reconquête de la qualité des eaux brutes. Les premiers constats de contaminations à grande échelle par les pesticides des masses d'eau ont été établis dès le développement, au début des années 90, des réseaux de surveillance après la transcription en droit français de la directive européenne de 1980. Les premiers plans d'action efficaces vis-à-vis des pesticides en Aire d'alimentation de captage (AAC) ont débuté dès 1993 (Le Hénaff et al ,1998). Mais depuis, des milliards de m³ d'eau ont coulé, et la problématique reste prégnante dans de nombreux territoires.

La France possède une richesse inestimable, plutôt mal considérée et maltraitée depuis des décennies : son territoire agricole. Associées à un climat tempéré, nos régions agricoles présentent une diversité et un potentiel productif enviés. Cela nous offre aujourd'hui mais aussi pour demain une capacité d'autosuffisance et même une capacité exportatrice importante et bénéfique pour la balance commerciale de notre pays. Les aménités engendrées par l'activité agricoles sont indéniables : maintien d'un tissu humain en zone rurale, entretien des paysages, agro et œnotourismes. Malheureusement ce trésor est menacé par de multiples dangers internes ou externes. La bataille de la productivité lancée après 1945 a été largement gagnée mais à quel prix ! Aujourd'hui, les territoires agricoles sont le plus souvent déstructurés, la population agricole a fortement régressé, les conséquences des pollutions agricoles coûtent très cher à la communauté nationale. Dans le même temps, il devient pour un agriculteur de plus en plus difficile de vivre de son travail : la mondialisation et ses règles de libre échange associées à la pression commerciale de la grande distribution tirent en permanence les prix et donc les revenus vers le bas. Ainsi à chaque crise de l'élevage, des éleveurs se retrouvent en difficulté et disparaissent. La conséquence en est le

retournement de prairies, y compris permanentes, la diminution des surfaces en herbe, la diminution des exploitations en polyculture-élevage et donc une spécialisation accrue de nombre de régions. Et pourtant tout le monde s'accorde pour dire que la diversité des assolements est un atout pour la gestion des effluents d'élevage et pour l'atténuation de l'impact des pollutions diffuses.

Le propos n'est pas d'être donneur de leçon ou moralisateur, mais de « soulever le voile ». Un sujet sociétal comme les pesticides mérite mieux que certaines postures et visions étriquées non argumentées scientifiquement. D'autant que cela conduit souvent à des positions et des prises de décisions dictées par les rapports de forces. Des éclairages et des données objectives, techniques et scientifiques doivent soutenir les politiques publiques nationales, régionales et locales. Voici donc une contribution, basée sur mes domaines de compétences, à une analyse objective autour de l'utilisation des produits phytosanitaires, des pollutions diffuses qui en découlent et de l'intérêt que présentent les zones tampons pour atténuer la dispersion des pesticides dans l'environnement.

ENJEUX

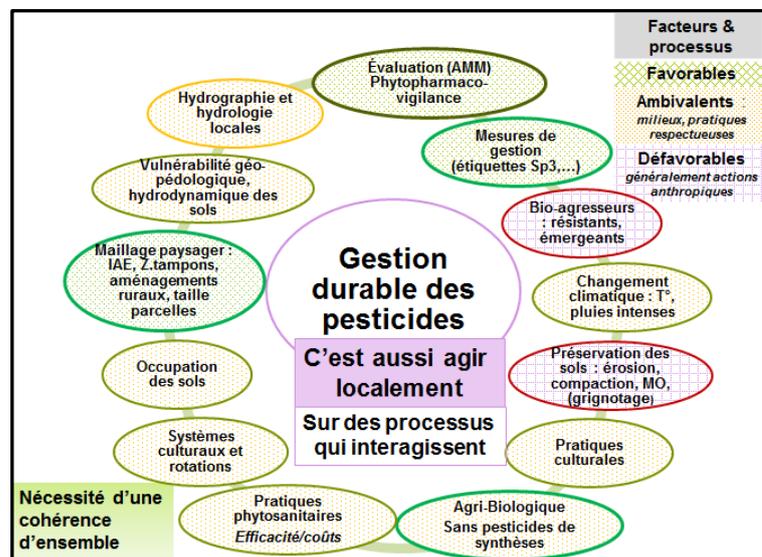
UNE PROBLÉMATIQUE TRÈS COMPLEXE

La gestion des pesticides en agriculture est d'une très grande complexité compte tenu des nombreux enjeux : santé humaine (applicateurs, travailleurs, populations sensibles et riverains), sécurité alimentaire (quantité et qualité), pollutions diffuses (eaux, air, sols), effets non-intentionnels (pollinisateurs et auxiliaires), etc.

Une grande objectivité est nécessaire pour analyser les études d'évaluation, préconiser des mesures de gestion adaptées et bien entendu pour les prises de décisions réglementaires. Une grande ouverture d'esprit et d'écoute est par contre souhaitable de la part de l'ensemble des parties prenantes. Quels que soient leur position et leurs rôles dans la société, les acteurs en lien avec le monde agricole ne peuvent pas être dans le déni ou la mauvaise foi sur une problématique aussi importante. Ainsi vis-à-vis de la dérive aérienne lors des applications des bouillies phytosanitaires, les connaissances sont solides et des mesures de gestion sont d'ailleurs mises en œuvre depuis 2006 vis-à-vis des milieux aquatiques (zones non traitées – ZNT) sur l'ensemble du territoire français. Le citoyen est donc en droit de nous interpeller sur le manque criant de protection des villages ruraux et périurbains, des hameaux et bien sûr des écoles, des établissements publics, etc.

Les paramètres et critères à prendre en compte pour mettre en œuvre une gestion durable des pesticides en agriculture sont en grande partie repris dans la Figure 1 (liste non exhaustive). L'utilisation d'intrants phytosanitaires, y compris de certaines spécialités autorisées et utilisées en agriculture biologique, nécessite de nombreuses connaissances. Agir pour une meilleure gestion des produits phytosanitaires, c'est agir à tous les niveaux, dont le niveau local, sur des processus qui interagissent. Les facteurs et processus à prendre en compte avec une cohérence d'ensemble, pour permettre la mise en place d'une gestion durable des pesticides en agriculture peuvent

Figure 1 : Gestion des phytosanitaires en agriculture
Management of pesticides in agriculture



être classés en trois catégories : favorables, ambivalents ou défavorables.

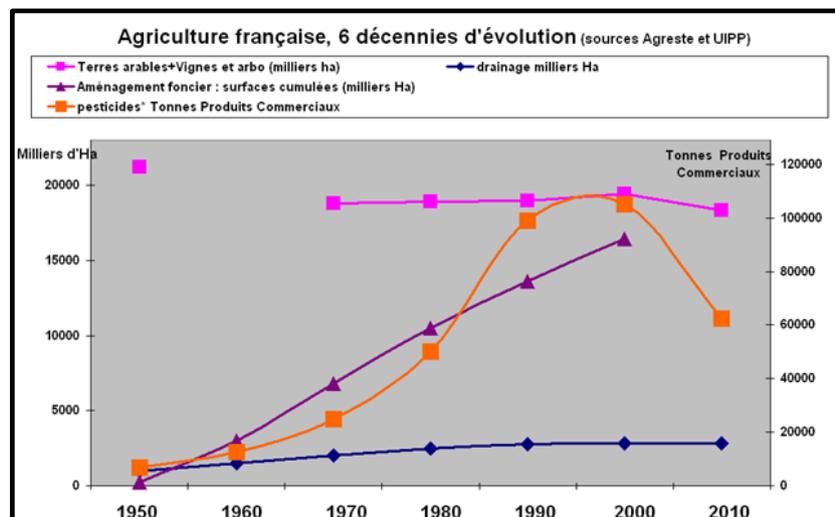
Pour un agriculteur, même formé et détenteur du Certiphyto (Certificat individuel de produits phytosanitaires), il s'avère difficile de tenir compte en permanence de l'ensemble des interactions techniques, environnementales et de santé humaine. Par contre la France possède un réseau important de conseillers agricoles ayant les compétences nécessaires. Ils peuvent accompagner les meilleures prises de décision possibles et favoriser l'efficacité technique dans le respect des règles d'application et des mesures de gestion règlementaires des phytosanitaires. Des sommes importantes sont actuellement mobilisées pour une réduction et une meilleure utilisation des produits phytosanitaires : plan Ecophyto, phase 2 (plan initié en 2008 ayant pour objectif de réduire l'usage des produits phytosanitaires). Il serait souhaitable que ce plan prenne aussi en compte les enjeux de territoires et notamment l'atténuation des flux de pesticides qui sortent des parcelles, limitant ainsi l'imprégnation des milieux et permettant la réduction des impacts sur les milieux aquatiques et terrestres (INRA-Cemagref, 2005).

ÉVOLUTION DES TERRITOIRES AGRAIRES

Quand le passé éclaire le présent

L'intérêt porté aux dispositifs tampons vis à vis des pollutions diffuses est relativement récent et démarre au début des années 1990 avec la prise en compte de la qualité de l'eau et notamment pour la France la transcription en droit français (Décret n° 89-3 du 03/01/89 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine) des directives européennes de 1979 et 1980. Il est vrai que cela coïncide au doublement de l'utilisation des produits phytosanitaires dans les années 1980, et que l'heure était encore aux retournements massifs de prairies, au drainage des parcelles et régions hydromorphes et aux aménagements fonciers. En effet durant la deuxième moitié du XXème siècle, la priorité a été donnée aux aménagements fonciers subventionnés de grande ampleur. Durant cinquante ans (Figure 2), avec une forte incitation financière des pouvoirs publics, on a remembré et restructuré plus de 3 millions d'ha par décennie, c'est à dire près de 10% de la SAU (surface agricole utile) tous les 10 ans. Durant cette période, environ 50 000 ha ont été drainés tous les ans pour atteindre actuellement en France une surface drainée totale d'environ 3 millions d'ha. D'autres facteurs, dont la spécialisation des territoires qui perdure encore aujourd'hui, ont également contribué à une plus grande sensibilité des paysages agraires aux écoulements hydriques rapides chargés de contaminants (nitrates et pesticides notamment). Un exemple bien connu est la réduction des surfaces en herbe, en lien à partir de 1984 avec les quotas laitiers, qui a en effet fortement limité l'importance des prairies de tour de village. Dans de nombreuses régions (notamment de plateaux limoneux ou de coteaux viticoles) ces prairies proches des habitations jouaient le rôle, méconnu à l'époque, de ceintures vertes tampons autour des habitations avec

Figure 2 : Six décennies d'évolutions : confrontation de grands descripteurs de l'agriculture française.
Six decades of developments: major descriptors of French agriculture confrontation.



une fonction importante de fixation des sols et d'atténuation des coulées de boues pouvant provenir des parcelles travaillées de l'amont.

Un passé proche et un présent mitigé : la mise en place des bandes enherbées : 25 ans d'études et de développement en France

La protection actuelle de nos cours d'eau est fortement liée à la mise en place des bandes enherbées « éco-conditionnelles » de 5m le long des cours d'eau et à la généralisation des zones non traitées (ZNT) le long des points d'eau (arrêté du 6 septembre 2006). La capacité de remédiation des zones tampons et des bandes enherbées en particulier est maintenant bien établie mais, avant les années 90, il existait peu de références concernant l'action des dispositifs enherbés sur les transferts de pesticides. En France, le CORPEN (Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement) créé en 1984 sur décision des ministères chargés de l'environnement et de l'agriculture s'est d'abord préoccupé des pollutions par les nitrates et phosphates. Il a étendu son domaine d'action aux pesticides en 1992 en créant des groupes de travail dont celui sur les dispositifs enherbés. À partir de 2001, ce comité a étendu ses actions à l'ensemble des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (aquifères, milieux aquatiques, air et sols). Dans le cadre de ses préoccupations d'améliorations des pratiques agricoles afin de mieux protéger l'eau, le CORPEN a initié des démarches de diagnostic en vue de l'action en posant le postulat : « une action sur les pratiques pour être efficace, doit être adaptée aux conditions locales déterminant les situations constatées sur le terrain ». Le recours opérationnel aux bandes enherbées comme outil de préservation de la qualité de l'eau a d'abord été introduit en 1995 par le biais d'actions volontaires (mesures agri-environnementales) dans le cadre d'opérations territorialisées puis via le volet environnemental des contrats territoriaux d'exploitation (CTE) et des contrats d'agriculture durable (CAD).

À partir de 2005, lors de la mise en place de la conditionnalité au titre de la PAC (Politique Agricole Commune), la France a choisi de consacrer 3% de la surface primée en grande culture en « surface de couvert environnemental » placé prioritairement le long des cours d'eau classés « BCAE » (Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales). La protection actuelle de l'intégralité de ces cours d'eau, par une bande enherbée ou boisée de 5 mètres de largeur, a débuté avec le 4^{ème} programme nitrate en zones vulnérables généralisé par l'application en 2010 des dispositions résultant du bilan de santé de la PAC. Définis par arrêtés préfectoraux, ces « cours d'eau BCAE » correspondent aux cours d'eau figurant en trait bleu plein sur les cartes IGN au 1/25000^{ème} les plus récentes auxquels s'ajoutent dans le cas général les cours d'eau en trait bleu pointillé nommés. Signalons qu'actuellement une opération de cartographie et d'identification des cours d'eau a été lancée par le Ministère en charge de l'Écologie (instruction du Gouvernement du 3 juin 2015). L'objectif est de clarifier, à l'échelle du territoire français, le statut des cours d'eau. Ce travail de concertation avec les parties prenantes aboutira sans doute localement à une modification du classement de certains cours d'eau ou fossés au regard des BCAE. Le risque existe donc de revenir, pour certains secteurs, à une protection moindre du réseau hydrographique. La mise en place à grande échelle des zones tampons a pourtant placé la France en position de pionnière en matière de protection rivulaire des cours d'eau.

Afin de poursuivre la démarche de progrès, il reste encore à améliorer les fonctionnalités de l'existant, à développer l'épuration des eaux de drainage et à renforcer la protection du petit chevelu hydrographique grâce aux mesures de gestion du ruissellement ou à une meilleure protection réglementaire des fossés. Aujourd'hui des actions, notamment de réhabilitations de bocage sont en cours et pour certaines de façon significative et bien visible sur le terrain (Breizh Bocage,...). Des mesures agri-environnementales (MAE) offrent aussi la possibilité de préserver ou recréer des infrastructures agro-écologiques. Cependant en l'absence de données disponibles, il est difficile de répondre à la question : à l'échelle française, les créations et réhabilitations d'éléments du paysage concernent-elles plus de surfaces ou de linéaires que les destructions encore observées? En effet

dans beaucoup de régions intermédiaires les regroupements parcellaires avec pertes de haies correspondent à la disparition, à nouveau importante des petites exploitations de polyculture-élevage et à une progression des soles céréalières.

DES TERRITOIRES EN PASSE DE DEVENIR « QUASI-ORPHELINS », CAR A FAIBLE POSSIBILITÉ DE CHOIX D'HERBICIDES

Pour les territoires identifiés en risques forts vis à vis du ruissellement, les contraintes d'emploi des produits phytosanitaires vont constituer un vrai défi dans les années à venir : nécessité de mise en place de dispositifs végétalisés permanents de 5 m ou 20 m en bordure des points d'eau et parfois pour les mêmes parcelles, interdiction ou limitation d'emploi sur sols drainés. L'évaluation de la vulnérabilité par la méthode ARPÈGES (Analyse de Risque Pesticides pour la Gestion des Eaux de Surface) (Gauroy et al, 2014) est basée sur la construction d'un modèle de connaissance des processus de transfert. Dans de nombreuses régions à vulnérabilité forte (Figure 3), les contraintes hydriques des sols limitent souvent les possibilités de rotation et parfois d'introduction de cultures de printemps, action agronomique pourtant très utile pour contrarier les cycles des adventices et réduire les stocks semenciers. Compte tenu de ces fortes contraintes pédo-climatiques la gestion des résistances des adventices aux herbicides y constitue également un enjeu fort qui nécessitera idéalement le recours durable à des modes d'action diversifiés. Pour ces régions qui peuvent également être drainées (Figure 4), le risque est croissant d'avoir rapidement des territoires « orphelins ». Les contraintes réglementaires spécifiées sur les étiquettes (phrases dites « Spe3 ») liées aux réseaux de drainage et aux risques de ruissellement, associées à la complexité technique de gestion des résistances aux herbicides réduiront drastiquement les solutions herbicides pour ces territoires. Alors qu'il s'agit souvent de contextes pédo-climatiques peu propices aux alternatives agronomiques passant par des allongements de rotation, l'introduction de cultures de printemps ou des modification de dates de semis (Plateau lorrain, Bresse, Perche, etc.), ce risque de généralisation des résistances est une vraie préoccupation. Actuellement au niveau européen, l'EFSA propose d'avoir recours à des dérogations en cas de manque de mode d'action pour un usage à risque de résistance. La solution simpliste adoptée par de nombreux

Figure 3: Vulnérabilité intrinsèque au ruissellement en nappe haute (novembre à mars)
The intrinsic vulnerability to runoff during high water table (November to March)

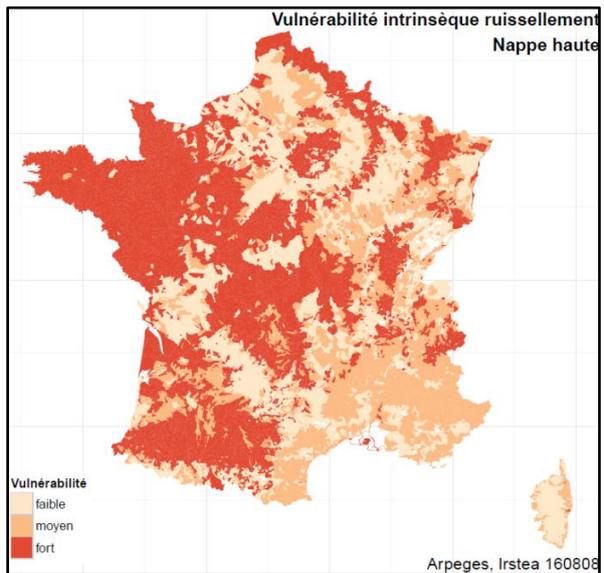
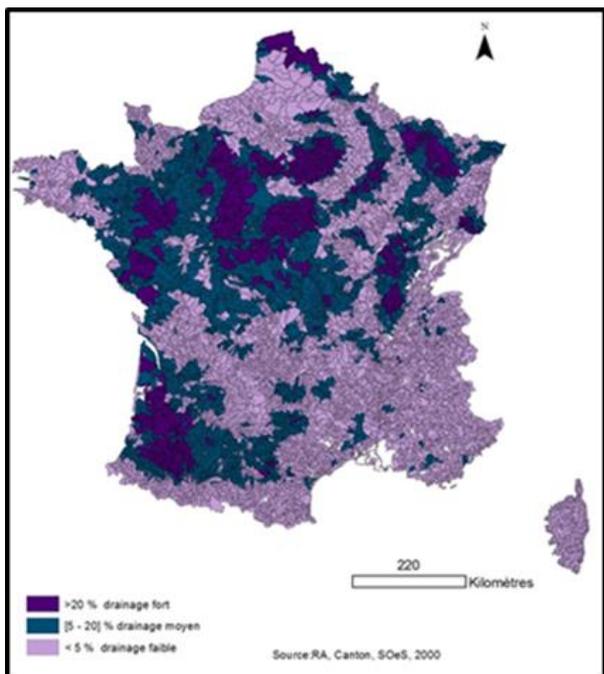


Figure 4 : Importance des superficies drainées à l'échelle du bassin versant local des masses d'eau (ARPEGES,2013).
Importance of drained areas across the local catchment water bodies



distributeurs de produits phytosanitaires, à savoir de construire leurs gammes pour éviter les mesures de gestion imposées pour certaines spécialités, n'est pas réaliste et surtout n'est pas tenable dans le temps.

UN AVENIR À PRÉPARER AVEC DE VRAIES AMBITIONS : PRISE EN COMPTE DES FACTEURS LIMITANTS

La figure 5, emprunte aux fondamentaux de l'agronomie la loi du minimum en fertilisation de Liebig (1862). En nutrition des plantes, la croissance et les niveaux de productions sont sous la contrainte d'un ou de plusieurs facteurs limitants. Pour l'agriculteur, l'exemple très classique d'une sous fertilisation azotée illustre très bien cette loi. En protection de l'environnement et vis-à-vis des pollutions diffuses par les pesticides, cette loi peut être utilement reprise (Figure 5). Dans cette figure les hauteurs des douelles du tonneau sont données à titre indicatif. Cependant la hiérarchie à dire d'expert est cohérente pour les territoires sensibles au ruissellement sur lesquels nous avons beaucoup travaillé à Irstea de Lyon-Villeurbanne.

Les transferts hydriques non pris en compte ou mal gérés pèsent fortement sur les niveaux de contaminations observés en eaux de surface. Par rapport à une problématique et à des enjeux locaux, il faut agir sur les bons leviers et surtout ne pas négliger le ou les dysfonctionnements majeurs. Dit autrement, c'est une bonne chose de réduire les intrants phytosanitaires à condition que la parcelle ne montre pas un comportement de passoire à la première pluie, laissant l'eau contaminée rejoindre le milieu aquatique trop rapidement. Comme évoqué pour les territoires français les plus sensibles aux ruissellements, il est donc peu raisonnable de ne pas porter une attention particulière aux risques de transferts. Malheureusement il est établi qu'il est rarement tenu compte de la vulnérabilité intrinsèque du territoire de l'aire d'alimentation dans le cadre de l'établissement des plans d'action en AAC prioritaires (Ménard et al 2014). Les négociations locales et donc les jeux d'acteurs en lien avec un panel restreint de mesures (MAE, ...) conduisent à des mesures de plan d'action peu en phase avec le fonctionnement hydrologique et les contraintes pédoclimatiques du bassin versant à protéger. Dans le même ordre d'idée, il est toujours surprenant de prendre connaissance des niveaux de contamination

Figure 5 : facteurs limitants dans la protection des milieux aquatiques
Limiting factors in protecting aquatic environments

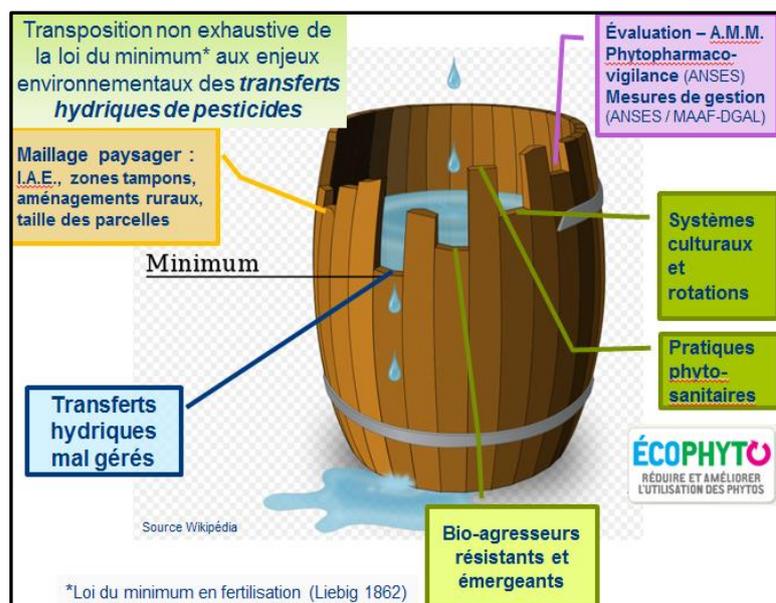


Figure 6 : Application bien réalisée, mais contact avec l'eau du fossé en printemps pluvieux.
(Plaine du Jura, France, avril 2016)
Good PPP application, but contact with surface water in the ditch during rainy spring.



en glyphosate des eaux superficielles, y compris en zones rurales peu habitées où le poids imputable aux usages non-agricoles et aux résidus lessiviels est réduit. Pour cette molécule herbicide, plutôt transférée par ruissellement, il serait d'un grand intérêt de mieux gérer les écoulements concentrés et donc les traces de roues, les rigoles, les coins de champs surbaissés (Figure 6) dans le cadre de bonnes pratiques largement diffusées.

ALLER VERS DES TERRITOIRES RÉSILIENTS

Nous avons maintenant les connaissances et les principaux outils pour concevoir des paysages agraires à moindre émission de polluants (Le Hénaff et al, 2016). Outre les aspects techniques, il y a aussi les dimensions humaines, sociales et bien sûr économiques. Il faut donc que les projets partagés se montent pour réaménager bon nombre de territoires agricoles afin de prendre en compte les processus complexes des pollutions diffuses. Il conviendrait d'agir significativement dans les situations hydrologiques identifiées comme très défavorables pour l'emploi des produits phytosanitaires. Pour ces territoires on peut évoquer l'image d'un bolide de type Formule 1 sur une piste de karting : avant de démarrer on sait que la sortie de route est quasi-inéluctable ! Les contraintes réglementaires vis-à-vis du ruissellement se mettent en place et conduisent à des mesures de gestion du ruissellement. Mais il y a aussi des mesures de bon sens, connues, peu onéreuses et applicables rapidement : détourner un écoulement vers un espace végétalisé (zones tampons présentes ou installées) ou enherber les coins de champs surbaissés ne relèvent pas de l'impossible au plan économique. Et même installer une haie perpendiculaire à la pente est un objectif réalisable à coût modéré, qui apportera des bénéfices certains en termes de réduction de l'érosion (fertilité des sols), de limitation du colmatage des fossés et ruisseaux, de biodiversité et de production de biomasse. Les agriculteurs et leurs conseillers connaissent parfaitement les parcelles. Une fois au fait des transferts hydriques et des risques liés aux courts circuits, ils sont les mieux à même d'y remédier. Il est donc de la responsabilité des professionnels agricoles de s'emparer véritablement du sujet des pollutions diffuses et d'agir, avec des actions parfois très simples, sans négocier en permanence pour obtenir une compensation financière. D'ailleurs dans les régions historiquement bocagères notamment, des filières de valorisation de la biomasse issue de zones tampons et des dispositifs agro-écologiques ont été développées : leur faisabilité est donc réelle.

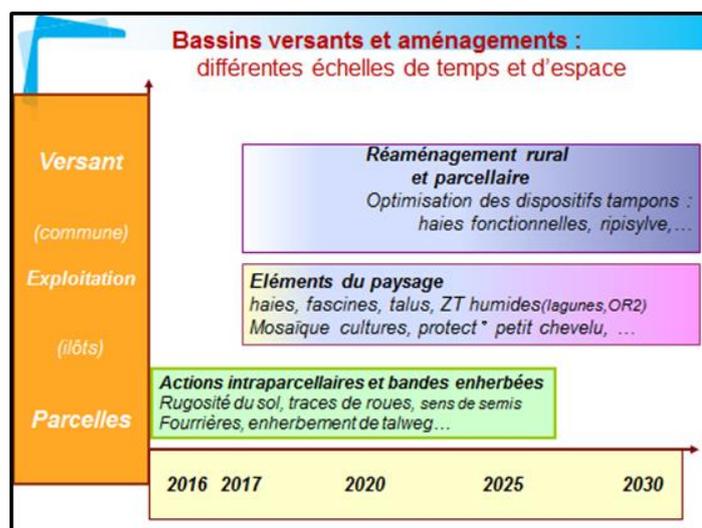
Le travail réalisé au sein du groupe technique Zones Tampons et des structures partenaires, permet maintenant d'avoir les connaissances et outils nécessaires pour réaliser une intégration optimisée des zones tampons dans les versants agricoles. À cela s'ajoute un outil opérationnel de dimensionnement (largeur des bandes enherbées et boisées) adapté aux très nombreux contextes pédoclimatiques français en cours de finalisation (Lauvernet et al, 2016 ; Catalogne et al, 2016). En complément des outils pour les zones tampons, les réflexions menées autour des alternatives envisageables pour le dispositif végétalisé permanent de 20 mètres (DVP-20m) (Le Hénaff et al, 2016) ont permis de recenser les techniques d'atténuation du ruissellement au sein des parcelles.

Enfin, les actions pertinentes vis-à-vis des pollutions diffuses par voies hydriques nécessitent une meilleure connaissance et surtout une meilleure diffusion d'informations hydrologiques auprès des agriculteurs : remplissage de la réserve utile, évapotranspiration, début et fin de la saison de drainage. Ces informations seront de plus en plus utiles pour le positionnement des interventions, elles pourraient utilement être diffusées par le bulletin de santé des végétaux (BSV) notamment.

PRISE EN COMPTE DE L'INERTIE DES MILIEUX ET DES HOMMES

Dans le domaine de l'aménagement rural, l'espace et le temps sont des facteurs clés, souvent limitants. Il faut élaborer des plans d'action et commencer par les actions facilement mobilisables tout en lançant les réflexions sur la mise en place de dispositifs plus structurants à moyen terme (Figure 7) et assurant de multiples fonctions environnementales (CORPEN, 2007).

Figure 7 : Mise en place progressive des bonnes pratiques et des dispositifs d'atténuation du ruissellement agricole
 Gradual implementation of best practices and mitigation of agricultural runoff



CONCLUSION

Des territoires agricoles (ré-) aménagés, et résilients sont une absolue nécessité pour limiter autant que faire se peut les effets non intentionnels des pesticides. Pour utiliser les produits phytosanitaires dans une optique de gestion durable il faut, outre les précautions de manipulation, un écran fonctionnel et rationnel. Cela passe par un parcellaire de taille raisonnable et des éléments du paysage de qualité, permettant la protection des riverains et des milieux.

Les trente années passées en protection des végétaux et mes origines paysannes me font douter de la capacité de l'agriculture du XXIème siècle de se passer de protections phytosanitaires, notamment à cause des bio-agresseurs émergents, et ce malgré le développement de l'agro-écologie et de l'agriculture biologique.

Revisiter les territoires agricoles en tenant compte des pollutions diffuses est un chantier de taille malgré un concept simple de limitation des transferts rapides d'eau d'amont en aval. Une action d'envergure pourrait être d'impulsion nationale tout en reposant sur les initiatives locales. Pour cela il faut un état stratège, des collectivités mobilisées, des professionnels investis et force de propositions. La dimension collective et participative est indispensable pour tenir compte des agrosystèmes et du tissu humain, des pédo-paysages et du fonctionnement hydrologique. La mise en place de trajectoires agro-paysagères durables doit remplacer les pratiques actuelles de jeux d'acteurs et de rapport de forces qui relèguent souvent les savoirs de terrain et les connaissances techniques et scientifiques au second plan. C'est me semble-t-il, la responsabilité de tous les acteurs et partenaires des territoires d'agir en ce sens et d'aborder les changements de paradigme, dans une indispensable vision à long terme.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont aux agriculteurs francs-comtois et lorrains, qui m'ont fait confiance et même accordé leur amitié, malgré mon statut de fonctionnaire, et ma tendance à être un empêcheur de tourner en rond ou plutôt de traiter sans raison. Qu'ils poursuivent leur noble métier et leurs approches raisonnées des processus de production en harmonie avec les territoires et que leurs exemples de bon sens percolent vers les décideurs.

Aux très nombreux agriculteurs qui exercent leur métier de façon humaniste et citoyenne, en respectant leur cadre de vie et en préservant une richesse irremplaçable.

Aux collègues de la PV (service de la protection des végétaux) et des FREDON, avec qui j'ai fait un long chemin passionnant : Alphonse, Bernard, Jeannine, Jean-Pierre, Marie-Jo, Régis, Valérie, Emeric, Damien, Christine, Jean-Dominique, Thomas, Aline, Eudes,... Les premiers ont été les piliers de l'insertion professionnelle d'un zootechnicien dans le domaine complexe de la protection des

plantes. Les suivants ont me semble-il profité des connaissances acquises au fil des campagnes agricoles et des paires de bottes usées.

À mes collègues du Cemagref-Irstea de Lyon pour leur accueil au sein d'une équipe de recherche pluridisciplinaire qui a permis ma métamorphose en AgrEaunome. Avec une pensée particulière pour Jean Joël Gril, précurseur des travaux sur les zones tampons et à ce titre mousquetaire du CORPEN.

À « mes » stagiaires qui chaque année et à chaque printemps, pendant plus de trente ans, m'ont apporté une bouffée de jeunesse.

Et enfin merci aux différents partenaires privés, publics ou associatifs qui, via les études de terrain m'ont permis d'être en phase avec les problèmes techniques et offert des espaces de liberté.

BIBLIOGRAPHIE

Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I., Voltz M. (éditeurs), 2005. *Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux*. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et Cemagref (France), 64 p.

Catalogne C., Lauvernet C., Carluer N., Leblois E., 2016. *A web tool using the R language (Shiny) to help end-users sizing vegetative filter strips*. 5th International EcoSummit Congress, EcoSummit 2016 - *Ecological Sustainability: Engineering Change*, Montpellier 2016.

CORPEN, 2007. *Les fonctions environnementales des zones tampons : les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux*. Première édition, 176 p.

Gauroy, C., Bougon, N., Carluer, N., Gouy, V., Le Hénaff, G., Piffady, J., Tormos, T., 2014 - Evaluation des risques de contamination des masses d'eau de surface par les produits phytosanitaires à l'échelle de la France : la méthode ARPÈGES. *Techniques Sciences Méthodes*, Vol.12, 61-75.

Lauvernet C., Helbert C., Carluer N., Catalogne C., Le Hénaff, G., Muñoz-Carpena R., 2016 - *Metamodeling as a tool to size vegetative filter strips for surface runoff pollution control in French watersheds*. 5th International EcoSummit Congress, EcoSummit 2016 - *Ecological Sustainability: Engineering Change*, Montpellier 2016.

Le Hénaff G., Roussel R., Mettetal JP., 1998a - Les réductions d'intrants phytosanitaires, l'expérience franc-comtoise. 17^{ème} Conférence du COLUMA, Dijon, pp.353-361.

Le Hénaff G., Catalogne C., Carluer N., Gouy V., Billy C., Lauvernet L. et Liger L., 2016 - Diagnostic et atténuation des transferts hydriques des pesticides au sein d'un bassin versant agricole, 23^{ème} Conférence du COLUMA, Dijon, 10 p.

Menard 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, Inra/Inra Transfert/Asca/Epices. Convention Inra-Onema, 86p.