



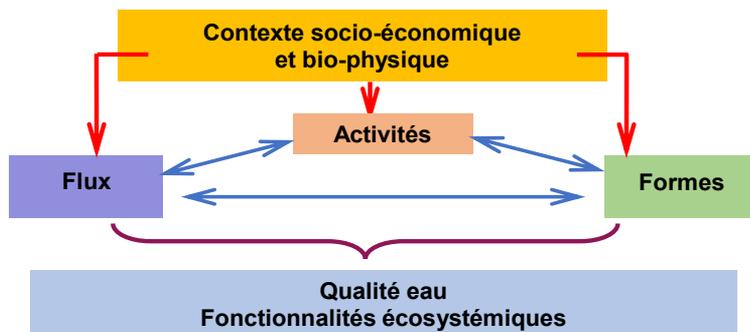
- Les structures paysagères (maillages d'occupations de sols, haies, marais,...) peuvent accélérer ou tamponner les flux d'eau chargés en contaminants dans un bassin versant. On manque cependant d'outils d'ingénierie du paysage pour évaluer les effets cumulés de ces structures complexes.
- TIP TOP propose d'appréhender le transfert de flux diffus (nutriments, contaminants, ...) dans les bassins versants agricoles, pour mieux les prévoir et les contrôler par des pratiques agro-écologiques visant l'optimisation du potentiel tampon du paysage.
- TIP TOP innove en élaborant une démarche de modélisation participative des relations entre structure, fonctionnement du paysage et propagation et impact potentiel des flux.
- Il s'agit de fournir des références adaptées en direction de l'agriculture et des porteurs de projets sur les ressources naturelles pour renforcer l'ambition de la transition agro-écologique en Rhône Alpes.

Quelles questions ?

- Comment les activités fabriquent le paysage, distribuent les pressions agricoles et organisent les formes et mosaïques des trames cultivées et non cultivées ?
- Comment associer les savoirs des chercheurs à ceux des acteurs locaux et régionaux pour interpréter les systèmes techniques et les usages du paysage en termes de production de contaminants, de leurs trajectoires et durées de transfert ?
- Quels modes d'organisation du paysage faut-il imaginer pour créer de nouvelles propriétés aux agro-écosystèmes, assurer un meilleur bouclage des cycles des nutriments, la protection des ressources en eau et maintenir les services écosystémiques des zones humides ?
- Comment construire un processus d'innovation autour du paysage, rendant compte de la diversité des terroirs régionaux et des attentes des porteurs de projet ?

Figure n° 1. les composantes du paysage

Le paysage résulte de pratiques distribuant des flux et des formes dans l'espace. L'ensemble est en interaction, soumis à l'influence de contrôles amont, et peut être rattaché à l'état des ressources naturelles.



Quelles contributions au développement régional et à l'innovation ?

- TIP TOP a pour ambition de fournir des outils de diagnostic et de prospective aux collectifs du territoire (agriculteurs, planificateurs, acteurs de l'aménagement...) pour raisonner l'allocation des cultures et optimiser l'implantation d'infrastructures agro-écologiques.
- TIP TOP cherche à faciliter des dynamiques participatives portant sur la construction du paysage et la valorisation des services qu'il rend : gains sur les productions agricoles ; tourisme et cadre de vie ; maintien de fonctionnalités écologiques (habitats, biodiversité des zones humides).
- TIP TOP apporte un cadre méthodologique reposant sur l'agrégation de différents types de savoirs, visant la génération d'idées collectives et favorisant la réinterprétation des savoirs. De telles circonstances sont facteurs d'innovation dans la mesure où les acteurs ont la possibilité de rendre lisibles, via l'appui structurant de la modélisation, des ambitions portées sur l'environnement.

Référent Recherche

Dominique TREVISAN
INRA CARTEL Thonon Les Bains
dominique.trevisan@thonon.inra.fr

Référent Acteur

Pascal FAVEROT
Conservatoire Espaces Naturels
Rhône Alpes
pascal.faverot@espaces-naturels.fr

Laboratoires

- ISARA-Lyon Unité AGE : Agroécologie et Environnement
- CNRS Université Rouen, UMR IDEES: Identités et Différenciations de l'Espace, de l'Environnement et des Sociétés
- Université Grenoble Alpes, UMR PACTE: Politiques publiques, Action politique, Territoires
- INRA Université Savoie Mont Blanc, UMR CARTEL: Centre Alpin de Recherches sur les Réseaux Trophiques et Ecosystèmes Limniques

Partenaires

- CEN-RA, Conservatoire des Espaces naturels Rhône Alpes
- CCLA, Communauté de Communes du Lac d'Aiguebelette
- CCMP, Communauté de Communes de Miribel Plateau
- PNRV, Parc Naturel Régional du Vercors

Démarche d'ensemble

La construction du paysage

Les paysages résultent de transformations humaines, intentionnelles ou non intentionnelles, en lien avec la place et les fonctions des parcelles dans les systèmes d'exploitations, les objectifs des outils de planification territoriaux, le statut foncier et les objectifs des propriétaires. TIP TOP propose de développer une interface informatique portant sur les processus de construction des paysages. La démarche est celle de la modélisation participative, rendant possible l'interaction du jeu de divers acteurs (agriculteurs, élus, propriétaires, usagers).

Modélisation de la propagation de l'eau et des éléments transportés dans le paysage

La propagation s'effectue plus ou moins rapidement, en lien avec divers phénomènes d'interception ou de stockages plus ou moins transitoires. TIP TOP calcule deux fonctions spécifiques du paysage: une fonction de « production » donnant au cours des saisons la quantité d'éléments mobilisables et une fonction de « transfert », rendant compte de la dynamique d'exportation.

Les temps de séjour des éléments transportés varient selon les trajectoires qu'ils empruntent (écoulements de surface, latéraux, profonds). TIP TOP a pour objectif de développer des outils de calcul des fonctions de « transfert » sur trois terrains expérimentaux, spécifiques de ces divers modes d'écoulement.

Portée générale

C'est la capacité prédictive du modèle de fonctionnement paysager qui sera exploitée pour établir des typologies liant organisations paysagères, « production » et « transfert » d'éléments. On simulera les dynamiques d'exportation sur un ensemble de maillages paysagers, divers en termes de pressions agricoles et de cheminements d'eau, nous appuyant dans cet objectif sur des indicateurs de description des paysages agricoles (développés par l'ISARA dans le programme DIVA 3) et des références régionales sur les sols (Sol Info Rhône-Alpes).

Liens chercheurs acteurs

TIP TOP est construit sur une démarche partenariale impliquant les acteurs locaux dans le cadre de deux dispositifs. A l'échelle des trois terrains expérimentaux, des groupes de « savoirs » seront constitués de façon à inclure les savoirs profanes et ceux des chercheurs dans la construction et l'interprétation des modèles. A l'échelle régionale, TIP TOP organise des écoles chercheurs-acteurs, autour de différents publics cibles concernés par les problématiques de développement agricole, d'urbanisme et de conservation de la biodiversité et des fonctionnalités des zones humides.

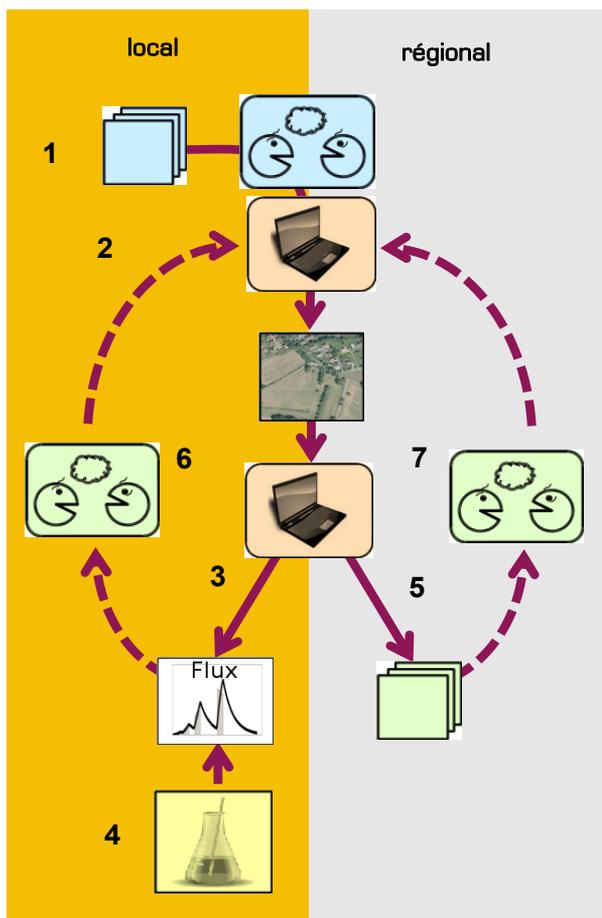


Figure n° 2. Tip Top: une démarche participative et itérative.

- VR Agrégation de savoirs
- VR Modélisation
- VR Mesures flux
- V Valorisation

(1) En mobilisant des savoirs scientifiques et profanes sur les systèmes de production agricole, le contexte du développement territorial et les usages de l'espace, des groupes de savoir réfléchissent aux modalités de transformation du territoire.

(2) Ils structurent et alimentent un modèle multi-agent spatialisé portant sur la construction du paysage.

(3) Partant de l'analyse des paysages construits ou observés, les groupes de savoir établissent une grille d'indicateurs des pressions humaines, traduite en termes de dynamiques de production de nutriments ou contaminants. Des modèles hydrologiques et de propagation spatialisés sont couplés entre eux pour référencer les transferts paysagers. Les dynamiques de production et de transfert sont convoluées pour prédire les flux d'éléments exportés.

(4) La prédiction est confrontée à des observations, pour paramétrer les modèles et évaluer leur sensibilité.

(5) Des simulations produisent des références production-transfert-flux pour différents paysages agricoles régionaux.

(6) Les groupes de savoir se saisissent de ces sorties pour réinterpréter les données techniques et paysagères, y compris les impacts sur la biodiversité des zones humides.

(7) A l'échelle régionale, des écoles chercheurs-acteurs éprouvent modèles et références production-transfert-flux.

Terrains d'expérimentation et de construction des modèles

TIP TOP a pour ambition de fournir une vue globale des flux diffus, proposant une analyse des transferts de divers éléments, correspondant à des matières vivantes ou minérales et variables en termes de modalité de transfert (en suspension, en solution), d'affinité avec la matrice sol et d'interaction avec les infrastructures paysagères. Les terrains sont définis en fonction d'une stratification d'échantillonnage de ces diverses modalités de transfert, de façon à fournir une base de comparaison et de généralisation des résultats.

Le bassin versant du lac d'Aiguebelette

Le plan d'eau est au cœur de nombreux enjeux : pôle d'attraction, réputé pour sa qualité et son écosystème, son cadre rural et montagnard à la fois. Les fonctions touristiques et environnementales du plan d'eau dépendent des flux de nutriments transférés, en particulier de phosphore et d'azote. Constatant une évolution du paysage (urbanisation, mitage,...), les collectivités s'inquiètent de l'accroissement des flux, avec des conséquences sur l'état du plan d'eau et la biodiversité des zones humides. Les questions portent aussi sur comment concilier fonction épuratrice des zones humides et maintien de leur fonctionnalités. Le territoire étudié sur Aiguebelette a une surface de 30km², avec des systèmes de production agricoles d'Avant Pays Savoyard, centrés sur la production de vaches laitières et allaitantes.

Le Val de Méaudre dans le Parc Naturel Régional du Vercors

Dans le massif du Vercors, la ressource en eau est affectée par les contaminations bactériologiques liées aux transferts diffus s'opérant dans les formations superficielles tapissant le domaine karstique. En lien avec la profession agricole, le PNRV souhaite aborder la thématique des services écosystémiques rendus par les structures paysagères, pour réduire la propagation microbienne fécale vers les ressources en eau. Le Val de Méaudre couvre 20km², avec des systèmes montagnards de production laitière.

Le plateau périurbain de Miribel

Le site de Miribel (15 km²) est situé au nord-est de l'agglomération lyonnaise, dans un secteur marqué par un contexte péri-urbain et des infrastructures autoroutières et ferroviaires. Il est occupé par des exploitations agricoles spécialisées en grandes cultures ou maraîchage. L'érosion des terres agricoles y est intense, impactant les voiries et les cours d'eau temporaires. Les collectivités souhaitent expérimenter des solutions en agissant sur le paysage et les pratiques agricoles.

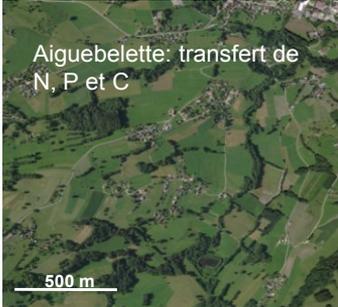
	Aiguebelette: transfert de N, P et C	Méaudre : transfert de bactéries fécales	Miribel : transfert de particules de sol
			
Écoulement de l'eau	Sub-surface Profond	Surface Sub-surface	Surface
Contrôle du transfert par la végétation	Rétention et transformation de N, P et C	Contrôle du taux de survie des bactéries	Criblage mécanique (effet filtre vis-à-vis des particules de sol)
Contrôle du transfert par les sols	Faible (N) ou forte (P) rétention	Forte rétention	Pas d'interaction

Figure n°3. Sites expérimentaux

Le site d'Aiguebelette correspond à un pôle paysager où les vitesses de transfert sont lentes. Les trajectoires sont fortement influencées par les cycles biogéochimiques (assimilation par la biomasse), ainsi que par les écoulements de l'eau, en subsurface (phosphore) ou profonds (azote).

Méaudre représente un pôle paysager avec des vitesses de transfert moyennes. Il fournit l'exemple d'éléments transférés en suspension à la surface des sols, en forte interaction avec la matrice sol et au devenir lié aux conditions stationnelles (rayonnement UV, humidité,...) contrôlées par la végétation.

Miribel représente un pôle où les vitesses de transfert sont les plus élevées. L'eau ruisselle à la surface des sols, en lien avec l'imperméabilisation de la surface du sol, contrairement aux cas précédents où le ruissellement est lié à l'engorgement des sols. Les éléments transportés sont des particules de sol, inertes vis-à-vis de la matrice sol, pouvant être piégés par criblage par les interfaces paysagères.

Terrains de généralisation des modèles

Les terrains concernés par la généralisation des résultats, via des simulations prospectives et l'établissement de bibliothèques de référence, correspondent aux territoires de la typologie DIVA (Programme PASSAGE de l'ISARA-Ministère de l'Environnement).

DIVA apporte une typologie des paysages agricoles en termes de configuration et d'organisation des parcelles agricoles et de semis naturels. Les simulations exploreront les modalités de transfert de ces maillages en se référant aux conditions topographiques et édaphiques des bases de données SOL INFO Rhône Alpes.

Une modélisation participative innovante

TIP TOP s'appuie sur une **thèse de doctorat** qui sera soutenue sous forme d'articles. La démarche TIP TOP est innovante dans son approche de la modélisation, plaçant les utilisateurs dans le processus de construction et d'interrogation des modèles. TIP TOP se rapprochera des communautés naissantes de la modélisation participative (annuaire INRA sciences participatives; International Environmental Modelling & Software Society) pour diffuser démarches et résultats acquis.

Des supports de diffusion et de sensibilisation

Un ouvrage de référence

L'ambition est de rédiger un **ouvrage en français**, sur le thème de l'eau et des paysages ruraux, à destination des chercheurs, techniciens et porteurs de projets, proposé aux éditions QUAE en tant qu'ouvrage de documentation générale sur TIP-TOP, donnant les étapes, la démarche et les références du programme, les cas étudiés et leur portée générale et opérationnelle.

Un film court métrage de sensibilisation

Il vise un public de techniciens généralistes et rassemble des **témoignages** portant sur l'esprit des outils et ce qu'ils apportent en termes de perspectives et d'alternatives paysagères.

Des modules et des supports pédagogiques

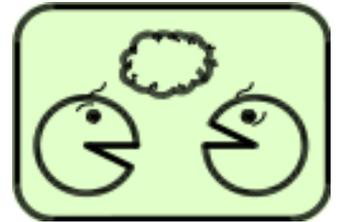
TIP TOP propose des modules de **formation ingénieurs** (ISARA) ou **d'école doctorale** (université de Savoie, de Rouen) portant sur les besoins d'innovation en écologie du paysage et modélisation participative. Le projet assure en outre l'autonomie des outils, via la formation initiale en lycée agricole ou la formation continue des acteurs.

Un outil opérationnel à disposition des acteurs : le simulateur de paysages et de flux

Pour animer des séances de groupes d'acteurs et des réflexions prospectives

L'échelle de l'outil est celle de la **petite région**. Il est configuré et testé dans les sessions de travail des groupes de savoirs et des écoles chercheurs-acteurs. Il consiste en une interface où les perceptions, points de vue et objectifs des divers types d'acteurs interagissent. Le simulateur assemble les choix exprimés, produit des maillages paysagers et les associe à des bibliothèques référençant les dynamiques et flux d'exportation de nutriments ou contaminants types.

Il se prête à des séances de groupes d'acteurs interpellés par des prospectives territoriales, des objectifs de développement agricole liés à la transition écologique des modes de production (PAEC,...) ou des opérations d'aménagements environnementaux portant sur la gestion des ressources en eau (Contrats de rivière,...).



Pour réaliser des diagnostics locaux et raisonner des aménagements

L'échelle est celle des **bassins-versants**. Il consiste en une interface couplant un ensemble de modules de calcul géospatialisés portant sur le transfert des éléments (hydrologie et parcours de l'eau, comportement des éléments lors du transfert). Il est alimenté par des données d'entrée : sols, topographie, météorologie, végétation, réseau hydrographique naturel et artificiel, pratiques et leur traduction en dynamiques de production d'éléments potentiellement mobilisables. Il configure le domaine de calcul pour les transferts latéraux et verticaux. Il en déduit les sorties spécifiques sur les dynamiques d'exportations et les flux.

Il se prête à l'examen de différents scénarios et permet d'explorer les trajectoires des éléments (aires de stockage, distribution des propriétés tampon du paysage,...). Il est configuré pour des opérations de diagnostic détaillé, visant des aménagements spécifiques (stratégies d'assolement, réhabilitation, conservation des zones humides,...).

Pour aller plus loin...

- Wang D., J.M. Dorioz, D. Trevisan, D.C. Braun, L.J. Windhausen, J.Y. Vansteelant (2004). Using a landscape approach to interpret diffuse phosphorus pollution and assist with water quality management in the basin of Lake Champlain (Vermont) and Lac Léman (France). Lake Champlain: Partnership and research in the new Millennium, T. Manley et al Ed., Kluwer Academic/plenum Publishers, 159-189.
- Trevisan D., Dorioz J.M., Poulenard J., Quetin Ph., Prigent Combaret C., Merot Ph. (2010). Mapping of critical source areas for diffuse fecal bacterial pollution in extensively grazed watersheds. Water research, 44, p. 3847- 3860.
- Taillandier, P., Grignard A., Gaudou B., Drogoul A., 2014. "Des données géographiques à la simulation à base d'agents: application de la plate-forme GAMA." Cyberge: European Journal of Geography.

Les projets du programme Pour et Sur le Développement Régional (PSDR4 Rhône-Alpes) bénéficient d'un financement de l'INRA, de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, de l'Irstea et de l'Union européenne via le FEADER dans le cadre du Partenariat Européen pour l'Innovation (PEI-AGRI).

Plus d'informations sur le programme PSDR

www.psd-r.fr
www.psd-r-ra.fr

Pour citer ce document :

TREVISAN, Dominique *et al.* (2016).

Transferts diffus agricoles et infrastructures paysagères : modélisation participative et optimisation agro-écologique.

Projet PSDR TIP TOP,
Région Rhône-Alpes,
Série Les 4 pages PSDR4

Contacts :

PSDR Rhône-Alpes :

Daniel ROYBIN (INRA)
daniel.roybin@lyon.inra.fr

Direction Nationale PSDR :

André TORRE (INRA)
torre@agroparistech.fr

Animation Nationale PSDR :

Frédéric WALLET (INRA)
frederic.wallet@agroparistech.fr

Sabine NGUYEN BA (INRA)

Sabine.Nguyen-Ba@versailles.inra.fr



AUVERGNE – RhôneAlpes

