



Symposium PSDR4

Transitions pour le développement des territoires

**Connaissances et pratiques innovantes pour des modèles agricoles, alimentaires et forestiers
résilients**

Angers, 28-30 Octobre 2020

Proposition de communication

Formulaire à poster sur le site du colloque (<https://symposium.inrae.fr/psdr4/>)

Avant le 10 Juillet 2020.

Paysages, eau

et

transition agroécologique

**Dominique TREVISAN¹, Claude Janin², Benoît
Sarrazin³, Patrick Taillandier⁴**

Coordonnées précises du ou des auteurs (en précisant le correspondant) :

1) Auteur Correspondant. Dominique TREVISAN, INRAE - iEES Paris, 4, place Jussieu 75252
Paris Cedex.

dominique.trevisan@inrae.fr

2) Claude Janin, Université Grenoble Alpes, UMR Pacte 14bis Avenue Marie Reynoard 38000 Grenoble

3) ISARA Lyon, 23 Rue Jean Baldassini, 69007 Lyon

4) INRAE, UMR Miat, 24 Chemin de Borde Rouge, 31320 Auzeville-Tolosane

Référence à la (aux) région(s) et au(x) Projet(s) PSDR (éventuelle) :

PSDR Auvergne Rhône Alpes.

TIP- TOP : Transferts diffus agricoles et Infrastructures paysagères: modélisation participative et Optimisation agroécologique

Référence à la thématique visée :

**Transition agroécologique dans les territoires : systèmes innovants de production agricole
Innovations méthodologiques dans la recherche pour le développement territorial**

Résumé

(Times New Roman, 12 pt, interligne simple)

3 pages max

Objectif de la communication :

Dans le cadre du projet TIP TOP du PSDR4 Auvergne Rhône Alpes, portant sur les paysages agricoles, l'eau et la transition agroécologique, deux outils (Fabrique et Eau) ont été développés. Cette communication propose un focus sur le module Eau, Fabrique étant présenté dans une session de travail parallèle.

Les questions d'optimisation entre enjeux écologiques et contingences socio-économiques se sont invitées dans les démarches d'aménagement et de développement local. Si les analyses des formes paysagères sont pertinentes pour accompagner des concertations, force est de constater qu'elles permettent rarement de simuler les effets prévisibles de scénarios prospectifs portant sur l'organisation des paysages et la résilience des agroécosystèmes.

Les recherches du projet Tip Top partent de ces besoins, avec l'élaboration de modèles et de simulateurs pour réfléchir à des problématiques relevant de l'analyse des paysages dans l'objectif d'accompagner la transition agro-écologique des territoires agricoles et tester des pistes d'actions. Les simulateurs sont génériques, portent sur des questions d'organisation du tissu d'exploitation et des infrastructures paysagères (haie, bandes enherbées, ...), d'utilisation souple et questionnent sur l'aptitude du paysage à soutenir les productions et les enjeux des ressources naturelles.

On se propose de développer dans cette communication les modalités de construction du module EAU, de présenter un panorama des questions auxquelles il est susceptible de répondre. On s'appuiera dans cet objectif sur la présentation de l'interface informatique OPALE (Organisation Paysagères et qualité de l'eau), avec des cas concrets de son utilisation. Au travers de ces exemples, on traitera de la question de la résilience des paysages et de leur fonctionnalités écosystémiques : en quoi et comment peuvent-ils renforcer le bouclage des cycles de l'eau et des nutriments, dans quelle mesure des mutations de tissu d'exploitation agricole, de changement de calendrier et de pratiques portant sur le parcellaire ou les infrastructures paysagères « non productives » peuvent être conçues pour protéger et valoriser les ressources naturelles et les habitats, comment réduire la complexité des paysages à des indicateurs et fonctions simples pour leur interprétation. On s'attachera aussi à montrer le caractère générique de ces outils prospectifs, avec l'analyse des informations nécessaires et un retour sur la gamme de milieux et de systèmes agricoles qui peuvent être traités par le modèle et les chaînes de traitement.

Méthode :

Notre travail a été centré sur le développement d'une interface informatique tirant profit de plusieurs calculateurs (plateforme Gama portant sur les comportements multi-agents et Matlab pour les flux associés) pour aider à la réalisation de l'objectif de simulation des circuits d'eau et de mouvements de matière qui les accompagnent. Cela sous-entend des procédures et traitements génériques, adaptés à l'analyse des spécificités du climat, des sols et des usages locaux, portant sur l'échelle des petites entités territoriales. Pour l'espace Rhône alpin, deux grands types dominants des productions agricoles ont été traités -situations d'élevage et de polyculture élevage ou de production végétale exclusive incluant la céréaliculture et le maraîchage-.

Nous avons développé le module Eau afin de rendre compte des effets de la distribution et de l'évolution des biomasses fabriquées sur les circulations de l'eau, réalisant via un modèle hydrologique, des bilans hydriques pour chacune des cellules d'un espace de calcul maillé formant bassin versant. Ceci permet de dresser et référencer la « liste » des trajectoires et cheminements de l'eau, en relation avec les propriétés des sols et la distribution des biomasses du paysage. Les choix méthodologiques sous-tendant ce travail ont répondu au besoin de rendre compte de la diversité des processus régulant la circulation

de l'eau, en considérant notamment les écoulements de surface (ruissellements liés à la battance ou à la saturation des sols), ainsi que les transferts hypodermiques et les écoulements profonds.

Chaque trajectoire d'eau est ensuite interprétée en termes de capacité à mobiliser et transférer des matières en suspension ou en solution générées depuis des zones sources par les activités agricoles jusqu'à l'exutoire du bassin versant. Le paysage est ainsi représenté comme un réacteur, où les matières en mouvement mobilisées par les trajectoires d'eau sont susceptibles d'être interceptées par divers processus biophysiques ou au contraire déplacées de proche en proche. On analyse ces mouvements via la modélisation multi-agents, représentant la matière en mouvement (nutriments, polluants, bactéries) sous forme de particules en interaction avec le milieu dans lequel elles se trouvent. On comptabilise ensuite au cours du temps les effectifs de particules restituées à l'exutoire (Periáñez et Elliott, 2002). On dresse ainsi une courbe de restitution du réacteur-paysage qui rend compte de sa dynamique interne et à partir de laquelle on peut extraire un indicateur synthétique permettant de comparer entre eux différents contextes paysagers, différents scénarios prospectifs ou encore modalités d'aménagements paysagers.

Les modèles se doivent d'être confrontés à la réalité. En premier à celle des débits d'eau enregistrés à l'exutoire. En second lieu, à des mesures relatives à des concentrations ou des flux d'éléments, contaminants inertes ou vivants ou encore de matières en suspension. Compte tenu de la diversité des situations et questions que cela soulève, nous avons développé une approche de modélisation globale permettant de confronter les observations aux fonctionnements du réacteur-paysage. Il est à ce titre référencé par trois fonctions fondamentales (Trévisan et al, 2019): fonction d'élaboration d'un stock de matières (nutriments, contaminants) potentiellement mobilisable (elle correspond aux pressions exercées par les activités sur l'espace) ; fonction de mobilisation totale ou partielle de ce stock lors d'évènements critiques où des mouvements d'eau sont déclenchés (telles par exemple les hauteurs de ruissellement décrites par le modèle hydrologique) et fonction de transfert (courbe de restitution) décrivant les dynamiques d'exportation à l'exutoire des bassins versants.

Résultats :

Fabrique et Eau ont été confrontés à des questions prospectives émanant d'utilisateurs de l'espace et de porteurs de projets sur trois territoires tests, variant en eux de par le contexte de production agricole, les facteurs physiques et des enjeux portés sur l'agriculture de demain.

Des cas de figure tranchés illustrent le caractère générique, la souplesse d'utilisation et la robustesse des simulateurs. Nous avons développé un outil novateur sur l'interprétation des maillages paysagers pour l'optimisation agro-écologique des relations entre milieux cultivés et milieux non cultivés. On voit notamment que les fonctions écosystémiques des paysages sont étroitement liées à leur capacité à intercepter les flux d'eau, contribuant à la résilience hydrologique des territoires. Cette dernière est fonction des configurations paysagères, du fonctionnement et de l'organisation du tissu agricole et des choix faits par les exploitants. Elle varie aussi selon les périodes des saisons culturales. Cet ensemble induit des régulations plus ou moins fortes du cycle de l'eau et des matières qu'elle véhicule.

Retombées :

L'interface OPALE offre la possibilité de sélectionner différentes options de simulation, de recomposer si besoin les proportions des systèmes d'exploitations en place dans le paysage, chacun d'entre eux portant des exigences spécifiques en termes d'attentes et de contraintes d'organisation, de les soumettre si besoin à de nouveaux scénarios climatiques. Les diagnostics peuvent aussi être prolongés jusqu'à des étapes supplémentaires, relatives au design de nouvelles infrastructures paysagères, avec la possibilité de choisir entre plusieurs essences ou nature des couverts végétaux. C'est aussi la possibilité de configurer de nouveaux motifs ou trames végétales en relation avec les modèles topographiques, la configuration du réseau hydrographique ou encore l'organisation du parcellaire productif. OPALE intègre à cet effet et de façon transparente un ensemble de bibliothèques de traitement géographiques des motifs paysagers, pour les rendre interprétables en matrices de calculs d'eau et de traçage

particulière. Si un des intérêt du traçage est bien d'identifier les zones critiques et zones de transmission, la fonction de transfert qui en découle est aussi intéressante en soit. Elle fournit un indicateur synthétique de la restitution du paysage, équivalent aux « Breakthrough curves » obtenues expérimentalement pour tester le fonctionnement interne des systèmes/réacteurs (Trévisan et Perianez, 2016). Enfin, le diagnostic peut être poussé jusqu'à l'exploitation des propriétés des fonctions de transfert, via l'indication environnementale et la modélisation globale, pour évaluer les flux générés par les bassins versants, qu'ils concernent des matières inertes ou vivantes, en solution ou en suspension dans l'eau. On se place ici sur des échelles d'utilisation de l'outil relatives au fonctionnement intégré des écosystèmes, avec la possibilité d'inférer, tester et réguler les relations existant entre activités humaines, formes paysagères qu'elles impliquent et cycles et couplages des éléments nutritifs par exemple. Mais aussi les dynamiques et régulations des pollutions diffuses pour limiter leur impact *en aval* sur les milieux récepteurs et la santé des populations humaines et animales, ou encore *en amont* pour la préservation des ressources naturelles sols, eau et biodiversité des bassins.

Bibliographie (10 références max.) :

Periáñez R., A.J. Elliott, 2002. A particle-tracking method for simulating the dispersion of non-conservative radionuclides in coastal waters. *Journal of Environmental Radioactivity* 58(1):13-33.

Trévisan D., Periáñez R., 2016. Coupling catchment hydrology and transient storage to model the fate of solutes during low-flow conditions of an upland river. *Journal of Hydrology* 534, 317–325.

Trévisan D, Giguet-Covex C, Sabatier P, Quétin P, Arnaud F, 2019. Coupling indicators and lumped-parameter modeling to assess suspended matter and soluble phosphorus losses, *Science of the Total Environment* 650 (2019) 3027–3040.