

	Bastien RICHARD (01/10/2017 – 17/12/2020)
	Coupling agent-based and agro-hydrological modeling to represent human actions within an agro-hydrosystem. Application to collective irrigation in the Buëch catchment(France)
	Encadrants : Isabelle Braud, RiverLy, HyBV ; Olivier Barreteau, G-EAU
	Ecole Doctorale: ED581, Agriculture, Alimentation, Biologie, Environnement, Santé (ABIES), AgroParisTech

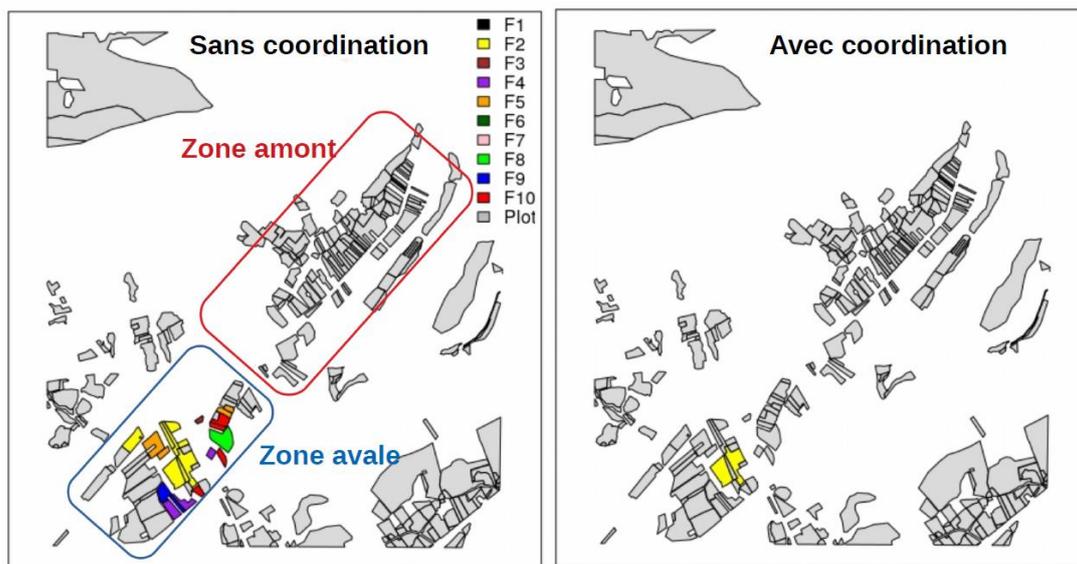
Afin de mieux anticiper l'impact des changements globaux sur l'hydrologie, il est nécessaire de prendre en compte les usages de l'eau dans la modélisation hydrologique.

L'objectif du travail était de coupler une représentation de l'usage irrigation à l'échelle individuelle de l'agriculteur et à la parcelle dans un modèle à base d'agents avec le modèle hydrologique distribué J2000. Le cas d'étude était le bassin versant du Buëch où l'irrigation est majoritairement gravitaire.

Ce travail a pu être mené avec succès sur un sous-bassin et a permis de mettre en évidence les difficultés méthodologiques liées aux couplages spatiaux et temporels pour des modèles fonctionnant à des échelles différentes.

Les influences mutuelles entre les activités humaines et les ressources naturelles sont au coeur des débats sociétaux. Les défis à l'égard de la gestion de l'eau en dépendent différemment selon les situations locales. Dans ce contexte, la communauté de recherche en hydrologie s'interroge sur la pertinence de ses modèles pour représenter les activités humaines en interaction avec les ressources en eau. La littérature est riche en études dans lesquelles la complexité des processus modélisés concerne l'hydrologie. Mais les activités humaines comme l'irrigation sont représentées de façon plus ou moins agrégée et de manière tendancielle voire stationnaire au cours du temps. Comme en témoignent les réflexions en cours au sein de la « socio-hydrologie », il est nécessaire de mieux documenter les diverses interactions et rétroactions dues à l'irrigation au sein des agro-hydrosystèmes. Les interactions à court terme sont particulièrement peu explorées. Or, à court terme, la gestion de l'irrigation repose sur des contraintes opérationnelles, comme celles inhérentes à la distribution de l'eau, qui peuvent impacter de manière significative l'état à venir des cultures et des récoltes. Vice versa, l'état des cultures influence la fréquence et la répartition spatiale des opérations d'irrigation qui modifient localement l'état des ressources en eau. De plus, la plupart des approches de représentation des actions humaines au sein de ces systèmes assimilent l'action à sa phase de décision, faisant souvent fi du niveau opérationnel. Ainsi, la question explorée dans la thèse est la suivante: Comment pouvons-nous représenter au niveau opérationnel les actions des irrigants dans l'espace et le temps pour prendre en compte de manière dynamique et située leurs interactions avec les composantes agro-hydrologiques du système? Et que pourrait apporter cette représentation aux discussions sur la gestion de l'eau d'un cas précis ? Nous proposons d'abord de mobiliser le concept d'Affordance pour construire un modèle à base d'agents (WatASit) représentant explicitement les possibilités d'actions des irrigants en situation de tension pour le partage de l'eau. Appliqué à un réseau gravitaire typique du bassin du Buëch en Durance (France), nous montrons que les trajectoires des agents dépendent de l'évolution de leurs possibilités au cours de la campagne d'irrigation et que l'analyse de ces possibilités aide à l'interprétation des comportements individuels et collectifs. Notamment, les conséquences de l'abandon de la coordination par tours d'eau du réseau, observé lors des enquêtes de terrain, ne semble pas impacter tous les irrigants de la même façon en renforçant les inégalités spatiales entre l'amont et l'aval du réseau. Nous proposons ensuite le cadre COPAT (COupling Plant and Agent Trajectories) pour coupler un modèle de culture à l'échelle de la parcelle

(Optirrig) et le modèle WatASit à l'échelle du réseau d'irrigation. La cohérence temporelle du couplage repose sur la dérivation du modèle de culture en fonction journalière. À chaque pas de temps journalier, l'irrigation reçue par chaque parcelle est déterminée par les opérations des agents contraints par le partage de l'eau au sein du réseau collectif. Un stress hydrique plus précoce est observé par rapport à une irrigation qui ne dépendrait pas d'un tel partage, mais la coordination du réseau par tours d'eau tend à limiter ce stress. Enfin, nous proposons une méthodologie de couplage COWAT (COUplage Water and Agent Trajectories) avec le modèle hydrologique spatialisé J2000 et mettons en évidence certains points de vigilance pour assurer la cohérence spatiale à une échelle fine. Au final, le concept d'Affordance permet d'inscrire la modélisation des actions humaines dans un débat interdisciplinaire plus large sur leur représentation et l'hydrologie est pensée en interaction avec ces actions humaines et les enjeux opérationnels de la gestion de l'eau.



Simulation de l'irrigation des parcelles par gravité d'un périmètre irrigué partagé entre plusieurs agriculteurs (F1 à F10) et cartographie des parcelles où l'irrigation a été abandonnée à gauche sans coordination entre les agriculteurs et à droite avec coordination. On note que la coordination permet de réduire le nombre de parcelles abandonnées qui sont concentrées sur l'aval du périmètre irrigué.

Financement :

100% ED581 ABIES.

Pour plus d'information :

Bastien Richard, 2020. Coupling agent-based and agro-hydrological modeling to represent human actions within an agro-hydrosystem. Application to collective irrigation in the Buëch catchment (France). Ecole doctorale ABIES, AgroParisTech, soutenance le 17/12/2020, 323 pp. <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-03181172>

Richard, B., Bonté, B., Braud, I., Barreteau, O., 2020. L'abandon des tours d'eau et ses conséquences opérationnelles sur les systèmes d'irrigation collectifs. Une approche multi-agents situationnelle appliquée à un canal gravitaire de moyenne Durance (France), La Houille Blanche, 4, 43-55, <https://doi.org/10.1051/lhb/2020033>

Richard, B., Bonté, B., Delmas, M., Braud, I., Barreteau, O., Braud, I., Cheviron, B., Veyssier, J., 2022, A co-simulation approach to study the impact of gravity collective irrigation constraints on plant dynamics in Southern France, Agricultural Water Management, 262, 107205, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107205>.

Richard, B., Bonté, B., Barreteau, O., Braud, I., 2022. Representing collective irrigated systems at the operational level: a multi-agent approach based on affordance, Socio-Environmental Systems Modelling, 3, 17893, <https://doi.org/10.18174/sesmo.17893>