



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, le numéro de l'article et le DOI.

Former aux enjeux complexes de la gestion de l'eau en agriculture : analyse du jeu sérieux « Eau Défi »

Adeline BOUVARD¹, Ariane DEGROOTE², Simon GIULIANO³

¹ Université de Toulouse, École d'ingénieurs de PURPAN, UMR CNRS, Université Toulouse-Jean Jaurès, LISST, Toulouse, France.

² Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie, UMR CNRS, Université Toulouse-Jean Jaurès, LISST, Toulouse, France.

³ Université de Toulouse, École d'ingénieurs de PURPAN, INP-Agro Toulouse, INRAE, AGIR, Toulouse, France.

Correspondance : Simon GIULIANO, simon.giuliano@purpan.fr

Cet article présente un dispositif pédagogique mis en œuvre en 2023 auprès d'étudiants ingénieurs pour les former aux enjeux de la gestion quantitative de l'eau en agriculture. Fondé sur l'analyse-diagnostic d'un territoire et la modélisation d'accompagnement, il a conduit à la création du jeu sérieux Eau Défi. Sa diffusion auprès de six cents participants ouvre une réflexion sur la pluralité de ses usages, dans l'enseignement et comme outil d'animation territoriale.

Introduction

La gestion de l'eau constitue un enjeu central et complexe en agriculture. Cette complexité tient à la pluralité des dimensions concernées – quantité et qualité de la ressource – aux différentes échelles ainsi qu'à la forte hétérogénéité des situations selon les territoires et les exploitations (Ayphassorho *et al.*, 2020 ; Devienne *et al.*, 2022). Dans de nombreux bassins hydrologiques, l'essor de l'irrigation a contribué à accentuer le déséquilibre entre prélèvements et disponibilité de la ressource, un phénomène susceptible de s'amplifier sous l'effet du changement climatique.

Le bassin Adour-Garonne figure parmi les territoires particulièrement exposés. Les évolutions attendues des régimes de précipitations et des températures pourraient y réduire la disponibilité en eau via une diminution du débit des cours d'eau de 20 à 50 % et une tendance à la baisse de la recharge des nappes pouvant aller jusqu'à –50 % (IPCC, 2023)¹, alors même que la hausse des températures (+2 °C) et de l'évapotranspiration potentielle (+10 à +30 %) augmenteront les besoins hydriques des cultures (Agence de l'eau Adour Garonne, 2022). Déjà perceptibles, ces évolutions renforcent les tensions autour des usages de l'eau (Cour des comptes, 2023) et alimentent un consensus croissant quant à la nécessité d'en-

gager une transition des systèmes de production. Celle-ci doit permettre à la fois de sécuriser l'activité agricole, de préserver – voire restaurer – les équilibres écologiques et de concilier les différents usages de la ressource.

Dans ce contexte, la formation des futurs professionnels du secteur agricole apparaît déterminante. Or, dans de nombreux cursus d'enseignement supérieur en agromonie, le volume horaire consacré aux enjeux « eau et agriculture » – et plus encore à leur articulation avec l'agroécologie – demeure limité. Ce déficit a notamment été identifié au sein de l'Université de Toulouse-École d'ingénieurs de Purpan. Pour y répondre, l'établissement s'est associé à la Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie afin de solliciter un financement auprès de l'Agence de l'eau Adour-Garonne. L'objectif était de concevoir et de déployer un module de formation original consacré à ces enjeux, destiné à une classe de vingt-deux étudiantes et étudiants inscrits dans le parcours « Devenir acteur de la transition agroécologique ». Mis en œuvre à l'automne 2023, ce module s'est structuré en trois séquences complémentaires. La première a consisté en la réalisation d'une analyse-diagnostic d'une petite région agricole en Occitanie afin de comprendre le rôle de l'irrigation dans l'évolution de l'agriculture et la différenciation des systèmes de production.

1. IPCC : *Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Dans un second temps, à partir de cette analyse de terrain, les étudiants ont mobilisé les outils et concepts de la modélisation d'accompagnement (ComMod) (Étienne, 2010), dans le cadre d'une formation dispensée par la société coopérative Lisode. Ils ont ainsi modélisé les dynamiques des acteurs observées sous la forme d'un jeu sérieux, intitulé « Eau Défi », destiné à l'origine à un public lycéen. Cet outil vise à rendre intelligibles les interactions entre acteurs et les possibles contradictions entre stratégies individuelles et gestion d'une ressource commune.

La troisième séquence a permis aux étudiants de développer des compétences en médiation scientifique. Ils ont animé le jeu auprès de seize demi-classes de lycées généraux de la métropole toulousaine, mettant à l'épreuve le dispositif conçu et expérimentant sa portée pédagogique auprès d'un public non spécialiste.

Cet article présente les différentes étapes de cette démarche pédagogique systémique et transdisciplinaire et en analyse les effets sur la montée en compétence de groupes d'apprenants

À la suite du déploiement initial en 2023, un travail de finalisation du jeu « Eau Défi » a été conduit avec l'appui

successif de deux étudiants agronomes. Le jeu a depuis été animé auprès de plus de six cents participants issus de différents niveaux de formation. Ces expérimentations ont permis d'enrichir et d'améliorer le dispositif, aboutissant à une version aujourd'hui stabilisée et éditée. Dans un contexte marqué par l'émergence de plusieurs jeux sérieux consacrés aux enjeux de gestion de l'eau (tableau 1, encadré 1, Robin *et al.*, 2021 ; Abrami et Becu, 2021) et plus largement aux enjeux agricoles (Dernat *et al.*, 2023), la dernière partie de l'article met en lumière les spécificités d'« Eau Défi » et discute les premiers effets observés auprès des publics ayant expérimenté le dispositif.

Le diagnostic agraire pour appréhender les enjeux eau-agriculture à l'échelle territoriale

Un approfondissement des connaissances relatives à la gestion quantitative de l'eau en agriculture, à la situation actuelle des systèmes agricoles et à leur évolution constituait un point de départ essentiel pour objectiver les controverses et débats qui parcourent la société et les médias, y compris en situation d'apprentissage.

Encadré 1 – Une diversité de jeux sérieux en lien avec les enjeux eau et agriculture.

La ludothèque GAMAE réunit plus de 120 références de jeux en lien avec la transition agricole. Le tableau 1 recense parmi ces références les jeux qui abordent la thématique de l'eau et de l'agriculture. Dans une partie de ces jeux, la gestion de l'eau en agriculture est abordée comme composante mais ne constitue pas un élément central du jeu.

Tableau 1 – Liste des différents jeux recensés en 2024 dans ludothèque GAMAE traitant d'enjeux en lien avec l'agriculture et la gestion de l'eau.

Nom du jeu	Thématiques principales	Type de jeu	Créateurs	Public cible
Game of Water	Agriculture, gestion de l'eau, conciliation entre acteurs	Jeu de coopération sur plateau	Lycée agricole Quimper-Brehoulou	Étudiants
L'eau en Têt	Gestion de l'eau	Jeu de coopération sur plateau	EPLEFPA ² Perpignan-Roussillon, Syndicat mixte de la Têt Bassin Versant et l'unité mixte de recherche G-EAU (INRAE)	Étudiants, élèves, grand public, monde associatif
La fresque du marais	Gestion de l'eau, biodiversité, écosystèmes	Jeu de coopération, cartes	Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale	Acteurs du monde agricole
La Grange	Gestion de l'eau, conflits d'usage, vision systémique, agriculture	Jeu de coopération sur plateau	INRAE	Acteurs du monde agricole, grand public, élèves, étudiants
Porquepix	Gestion de l'eau, élevage, conflit d'usage	Jeu en équipe textuel	VetAgroSup	Étudiants, acteurs du monde agricole
SEGAE (SErious Game for AgroEcology learning)	Gestion d'une exploitation agricole, gestion de l'eau	Jeu en équipe ou solitaire	Institut Agro Rennes-Angers	Acteurs du monde agricole, grand public, étudiants, élèves
Simul'Eau	Gestion de l'eau (pas seulement agricole), conflits entre acteurs	Jeu de coopération sur plateau	CPIE ³ du bassin Loire-Bretagne	Acteurs de la gestion de l'eau et du monde agricole

2. EPLEFPA : Établissement public local d'enseignement et de formation professionnelle agricole.

3. CPIE : Centre permanent d'initiatives pour l'environnement.

Partant de ce constat, il a été choisi d'asseoir la montée en compétences des étudiants sur une étude de cas à l'échelle d'un territoire, basée sur la conduite d'une analyse-diagnostic. Cette méthode, développée par l'unité de formation et de recherche d'agriculture comparée d'AgroParisTech (Dufumier, 1996 ; Cochet et Devienne, 2006), permet d'appréhender la diversité agricole d'un territoire dans une perspective diachronique et de reconstituer la logique de fonctionnement des différents types d'exploitations agricoles. Elle constitue ainsi un socle pour analyser la place de l'eau dans le développement agricole de la région et formuler des hypothèses quant aux évolutions potentielles des systèmes de production dans un contexte de changement climatique (Degroote *et al.*, 2025).

Le bassin versant de la Barguelonne, affluent de la Garonne au niveau de Moissac, à cheval sur les départements du Lot et du Tarn-et-Garonne, a été retenu comme terrain d'étude. Ce territoire se caractérise par une grande diversité de systèmes de production, plus ou moins spécialisés en arboriculture, en grandes cultures ou polyculture-élevage. L'agriculture y constitue de loin le principal usage de la ressource en eau. Le bassin connaît par ailleurs des tensions croissantes vis-à-vis de la gestion quantitative de l'eau liées à une disponibilité estivale de la ressource de plus en plus incertaine, se traduisant par de fréquentes restrictions de prélèvements ces dernières années. Enfin, un travail préalable de collecte et d'analyse de données réalisé par la Chambre régionale

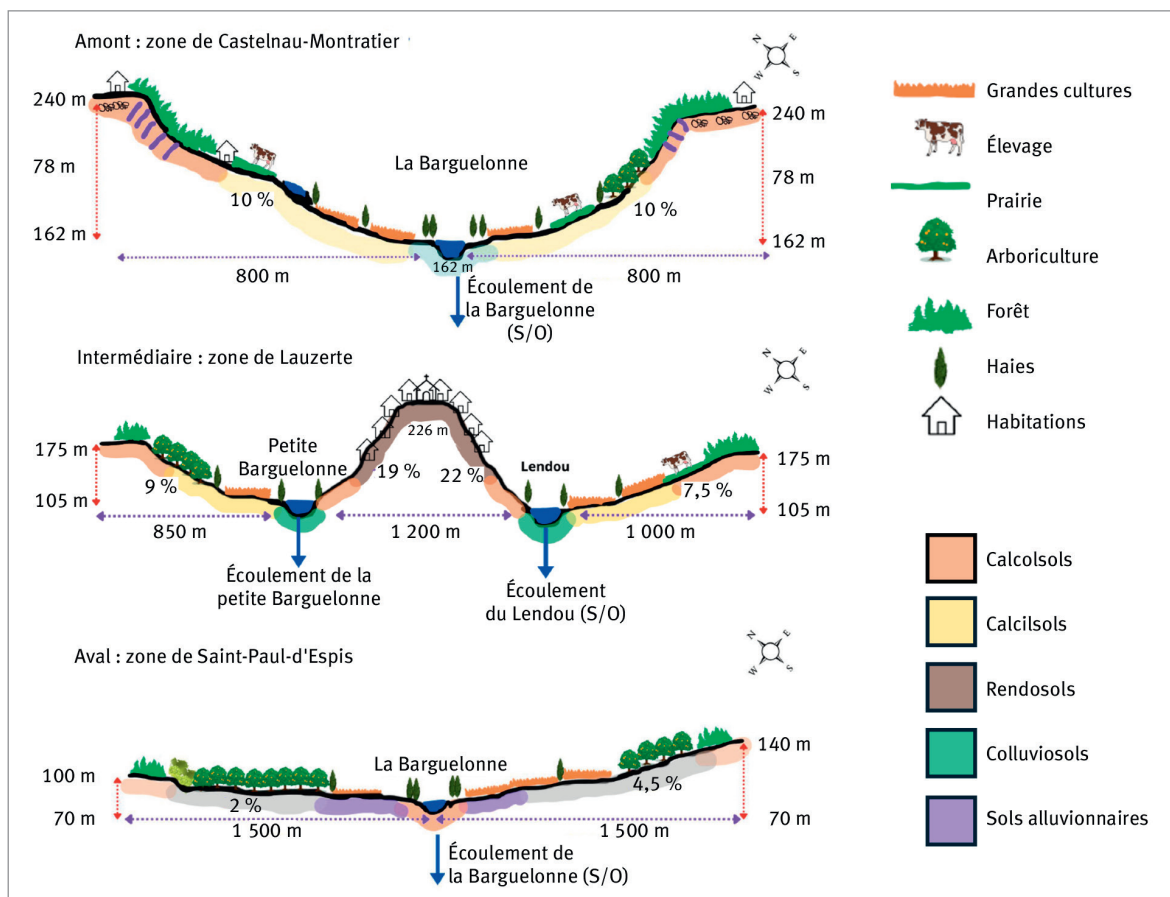
d'agriculture d'Occitanie dans le cadre de l'étude socio-économique sur l'agriculture irriguée du bassin Adour-Garonne (CRAO, CRANA, DRAAF, 2022)⁴, a facilité la préparation de cette séquence pédagogique.

Sur une période de trois semaines, les vingt-deux étudiants ont parcouru le territoire afin de caractériser le milieu biophysique, d'analyser les principales transformations de l'agriculture et des paysages, puis de comparer les logiques de fonctionnement des systèmes de production actuellement en place. Cette démarche s'est appuyée sur :

- (i) une lecture de paysage réalisée dans différentes unités paysagères du bassin versant (figure 1) ;
- (ii) quinze entretiens semi-directifs avec des agriculteurs et agricultrices, pour la plupart retraités, ayant été acteurs des transformations agricoles régionales ;
- (iii) trente-cinq entretiens approfondis avec des exploitants en activité, consacrés à la caractérisation technico-économique de leur système de production. Une attention particulière a été portée dans ces entretiens à la place de l'irrigation : son rôle dans les systèmes qui y ont recours, mais également les modalités d'adaptation des exploitations qui en sont dépourvues ;
- (iv) une dizaine d'entretiens complémentaires avec d'autres acteurs du territoire (services déconcentrés de l'État, chambres départementales d'agriculture, syndicat mixte de rivière, acteurs aval des filières fruitières) pour appréhender les démarches de concertation en préparation.

4. CRAO : Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie ; CRANA : Chambre régionale d'agriculture Nouvelle-Aquitaine ; DRAAF : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt.

Figure 1 – Toposéquences de la zone amont, intermédiaire et aval du bassin versant de la Barguelonne (École d'ingénieurs de Purpan, 2023).



Grâce à ce travail, les étudiants ont mis en évidence la diversité des modalités d'accès à l'irrigation, largement structurées entre les années 1970 et 1990, et leur rôle déterminant dans les dynamiques de spécialisation agricole dans ce territoire. Dans la partie aval du bassin versant, l'accès à l'eau est relativement abondant et sécurisé grâce à l'existence d'un vaste réseau collectif d'irrigation, aménagé au début des années 1990, qui prélève la ressource dans le Tarn et la Garonne, deux axes réalimentés peu soumis aux restrictions estivales de prélèvement. Cet accès à l'eau a favorisé la spécialisation des exploitations de cette zone vers l'arboriculture et les grandes cultures sous contrat. À l'inverse, en amont du bassin, l'irrigation est plus inégalement accessible avec un accès à l'eau principalement via des retenues collinaires individuelles ou des prélèvements dans la Barguelonne avec des volumes plus limités et une moindre sécurité. Dans ce contexte, de nombreux agriculteurs ont privilégié des trajectoires d'agrandissement au sein de systèmes de grandes cultures ou de polyculture-élevage afin d'assurer un revenu suffisant. L'analyse comparée des résultats économiques souligne le rôle structurant de l'irrigation dans la création de valeur ajoutée, en particulier au sein des systèmes arboricoles. Ce diagnostic met également en lumière une exposition inégale des différents systèmes aux aléas climatiques et des marges de manœuvre différenciées face à la prise de risque associée à des changements de pratiques plus durables (e.g. agriculture biologique ou pratiques agroécologiques).

De l'analyse terrain à la conception d'un jeu sérieux pédagogique

Au cours de la seconde partie du module pédagogique, les étudiants ont été formés aux outils de la modélisation d'accompagnement des acteurs, avec l'appui de la société coopérative Lisode (Etienne, 2010). Ils ont mobilisé les matériaux issus de leurs analyses de terrain afin de conduire, en séance plénière, les différentes étapes de modélisation conceptuelle des dynamiques territoriales observées, en particulier celles relatives à la gestion de l'eau. Afin de représenter le fonctionnement du socio-écosystème et d'étudier les processus de concertation collective, les outils mobilisés s'appuient sur la création d'un modèle multi-agents, sous forme d'un jeu de rôle. La phase de conception du jeu s'est distinguée par l'intégration, dès l'origine, de contraintes spécifiques liées à la finalité pédagogique de l'outil. Le jeu était destiné à un public non spécialiste et conçu pour être mis en œuvre en demi-classe de lycée (dix à vingt participants), dans un format temporel contraint correspondant à un créneau d'enseignement (1 h 30, incluant l'explication des règles et le débriefing).

À partir de l'analyse-diagnostic, six profils d'agriculteurs ont été distingués, mettant en œuvre des systèmes de production contrastés, notamment en raison d'un accès différencié à la ressource en eau (en volume et en sécurité d'accès). À ces profils s'ajoutent une coopérative, chargée du soutien à la production et de la collecte, ainsi qu'une chambre d'agriculture assurant un rôle d'accompagnement des exploitants (efficacité de l'usage de l'eau d'irrigation et création d'accès à la ressource).

Dans le jeu, les intérêts propres à chaque catégorie sont traduits sous la forme d'objectifs individuels associés aux

rôles attribués. Durant trois campagnes agricoles successives, les participants réalisent une séquence d'actions : choix des cultures, irrigation le cas échéant, récolte et commercialisation des productions, puis éventuelle modification des pratiques culturales ou commerciales avant la campagne suivante. Ces décisions s'inscrivent dans un contexte de variabilité de la disponibilité en eau, notamment concernant les pompages dans la rivière « Bargo ». Afin de rendre compte de l'exposition différenciée des systèmes de production aux aléas, des événements peuvent être introduits par l'animateur (aléas climatiques, perturbations de marché, etc.), affectant les performances des exploitations. La dernière phase du jeu est dédiée à un débriefing, d'abord en petits groupes puis en plénière, invitant les participants à expliciter leurs ressentis, à la fois dans la posture du rôle endossé qu'en tant que joueurs.

À la suite de sa conception, le jeu a été animé par les étudiants dans seize demi-classes au sein de cinq lycées généraux de la métropole toulousaine (niveau seconde et première). Les discussions issues de ces sessions ont fait émerger plusieurs enseignements convergents avec les résultats du diagnostic initial :

- les inégalités d'accès à l'irrigation se traduisent par des potentialités différenciées des systèmes de production et par une exposition inégale aux aléas climatiques ;
- la succession rapide des campagnes agricoles laisse peu de place à l'émergence spontanée de dynamiques de concertation autour de la gestion collective de la ressource en eau et met en exergue les difficultés à concilier les objectifs individuels et collectifs ;
- des tensions apparaissent entre les dimensions économiques, sociales et environnementales des choix de gestion des exploitations, en particulier en lien avec la ressource en eau.

La capacité du jeu à faire émerger ces éléments d'analyse constitue un résultat central du module pédagogique mis en œuvre. Elle atteste de la montée en compétence des étudiants de tout niveau tant dans l'analyse partagée des enjeux eau-agriculture que dans leur capacité à en assurer la médiation. Le rôle de médiation qu'assurent les étudiants-animateurs ne se limite pas à partager une réalité territoriale, ils doivent en proposer une traduction accessible pour des publics non spécialistes, sans en altérer la complexité. Cette finesse entre simplification et fidélité analytique constitue un apprentissage exigeant. Les retours positifs des lycées et des enseignants suite à ces sessions ont conforté les étudiants dans leur aptitude à adopter cette posture y compris sur un objet controversé.

Usages du jeu « Eau Défi » auprès de publics diversifiés

Diffusion élargie et perfectionnement du contenu

À l'issue du module pédagogique initial, l'accueil favorable réservé au jeu « Eau Défi » lors des premières animations en lycée a conduit à envisager sa pérennisation comme ressource pédagogique. Deux étudiants en stage de fin d'études ont ainsi poursuivi son développement avec un double objectif : (i) optimiser la fluidité et la robustesse de la mécanique de jeu ; (ii) éprouver sa portée pédagogique auprès d'une diversité de publics.

Entre 2023 et 2025, six cents joueurs et joueuses ont participé à des sessions d'animation, relevant de niveaux de formation variés (enseignement secondaire, brevet de technicien supérieur, formation d'ingénieur) et présentant des degrés hétérogènes de familiarité avec le monde agricole (établissements généraux, établissements agricoles, acteurs socio-professionnels) et avec les pédagogies ludiques (enseignants formateurs en sciences et vie de la terre, participants au colloque Jeux et Enjeux 2024) (tableau 2).

Cette diversité des publics a constitué un levier central d'amélioration du dispositif. Premièrement, des « jetons travail » ont été ajoutés pour matérialiser le coût non monétaire associé aux changements de pratiques agricoles (e.g. formation, charge mentale...), rendant plus explicite la dimension sociale des transitions (Hantraye, 2024).

Deuxièmement, quatre séries de cartes de débriefing, inspirées du modèle de l'*Open Serious Game* (Plumetaz-Sieber *et al.*, 2019), ont été conçues afin de structurer la phase réflexive. Elles accompagnent successivement : (i) l'expression des ressentis (cartes oranges) ; (ii) la prise de conscience des effets produits par les événements survenus en cours de jeu (cartes vertes) ; (iii) la mise en lien avec des situations réelles du monde agricole (cartes bleues) ; (iv) la montée en généralité favorisant l'appropriation des connaissances (cartes rouges) (figure 2). Ce renforcement du débriefing répond à la littérature soulignant son rôle déterminant dans la construction des apprentissages.

Troisièmement, deux supports numériques (vidéo explicative des règles et diaporama d'animation) ont été élaborés afin de faciliter la prise en main du jeu par les animateurs. Ce point s'est révélé crucial dans la mesure où la qualité de l'animation conditionne fortement la portée cognitive des jeux sérieux (Wouters *et al.*, 2013 ; Salengros-Iguenane et Chachkine, 2015). L'instauration d'un cadre sécurisant, la clarification des objectifs et la

capacité à orchestrer les allers-retours entre expérience ludique et réalité apparaissent dans la littérature comme des déterminants majeurs des apprentissages (Hassenforder *et al.*, 2020 ; Plass *et al.*, 2020).

Enfin, quatre capsules vidéo thématiques de courte durée ont été produites pour permettre aux enseignants de prolonger les apprentissages après la séance sur des thématiques en lien avec le jeu (rôle des chambres d'agriculture, les plantes et leurs besoins en eau...).

À l'issue de ces enrichissements, le jeu a fait l'objet d'une mise en forme graphique (figure 3) et d'une édition à l'automne 2025, marquant son passage d'un prototype pédagogique à un outil stabilisé et transférable.

Des objectifs pédagogiques atteints par le jeu

Au-delà de son amélioration fonctionnelle, la diffusion élargie du jeu visait à évaluer sa contribution aux apprentissages pour les différents publics touchés, au regard de quatre compétences : acquérir un vocabulaire lié à la gestion d'une exploitation agricole ; identifier les principaux

Figure 2 – Exemples de cartes de débriefing créées.

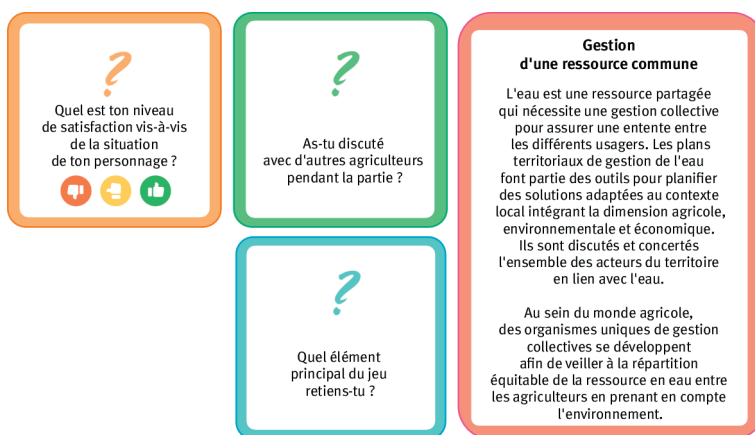
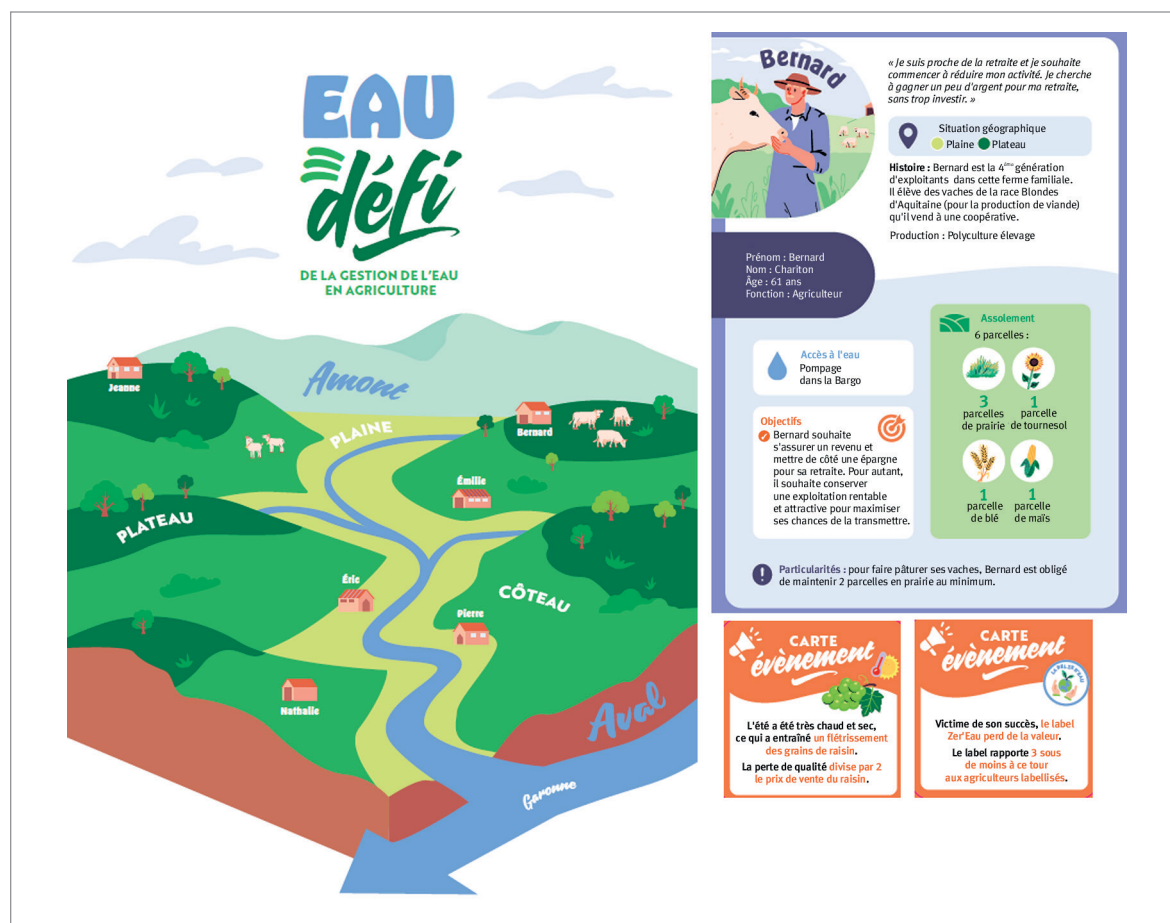


Tableau 2 – Sessions de diffusion du jeu « Eau Défi » tenues entre novembre 2023 et juillet 2025.

Public ciblé	Nombre de sessions de jeu	Effectif approximatif de joueurs	Niveau de formation/diplôme préparé	Établissements
Lycée général	18	256	10 sessions en classes de 2 ^{nde} , 8 en classes de 1 ^{re} spécialité SVT ⁵	Lycées Joséphine Baker (Toulouse), Pierre de Fermat (Toulouse), Ozenne (Toulouse), Pierre Bourdieu (Fronton), Marcelin Berthelot (Toulouse)
Lycée agricole	3	56	1 classe de 1 ^{re} STAV ⁶ , 1 classe de 1 ^{re} Bac pro CGEA ⁷ , 1 classe de terminale STAV	Lycée Auzaveille (Auzaveille), Flamarens (Lavaur), Fonlabour (Albi)
Brevet de technicien supérieur agricole	4	50	BTS GEMEAU ⁸ 1 ^{re} et 2 ^e années, BTS ACD ⁹	Lycée Auzaveille (Auzaveille), Flamarens (Lavaur), Fonlabour (Albi)
Formation ingénieur	8	~ 170	1 session niveau L1, 5 sessions niveaux L3, 4 sessions niveau M2	Université de Toulouse-École d'ingénieurs de Purpan
Public socio-professionnel	6	~ 75	2 sessions internes École d'ingénieurs de PURPAN, 1 session interne CRAO, 1 session Agence de l'eau Adour-Garonne, 1 session auprès des enseignants formateurs de SVT de l'académie de Toulouse, 1 session lors du colloque Jeux et Enjeux 2024	
Total		~ 600		

5. SVT : Sciences et vie de la terre.
6. STAV : Sciences et technologies de l'agronomie et du vivant.
7. CGEA : Conduite et gestion de l'entreprise agricole.
8. BTS GEMEAU : Brevet de technicien supérieur « Gestion et maîtrise de l'eau ».
9. BTS ACD : Brevet de technicien supérieur « Agronomie et cultures durables ».

Figure ④ – Exemples d'éléments constitutifs du jeu « Eau Défi » (plateau de jeu, fiche de description des rôles, cartes événements).



enjeux rencontrés par les agriculteurs dans la conduite de leur exploitation ; illustrer, à partir d'exemples situés, la complexité de la gestion de l'eau en agriculture ; découvrir la notion de concertation territoriale.

À un premier niveau d'analyse qualitative, l'ensemble des sessions confirme le caractère engageant du jeu et sa capacité à faire émerger, auprès de tous les profils de joueurs, les principaux enseignements issus du diagnostic territorial présentés dans la première partie de l'article. Ce constat a conduit à écarter, à court terme, la nécessité de développer une version différenciée pour les publics post-bac.

Par ailleurs, les étudiants plus aguerris sur les questions agricoles (formations post-bac en lien avec l'agriculture) soulignent le réalisme des situations rencontrées tout en les abordant sous un angle différent de ce qu'ils pouvaient connaître, du fait des différents profils d'agriculteurs présents.

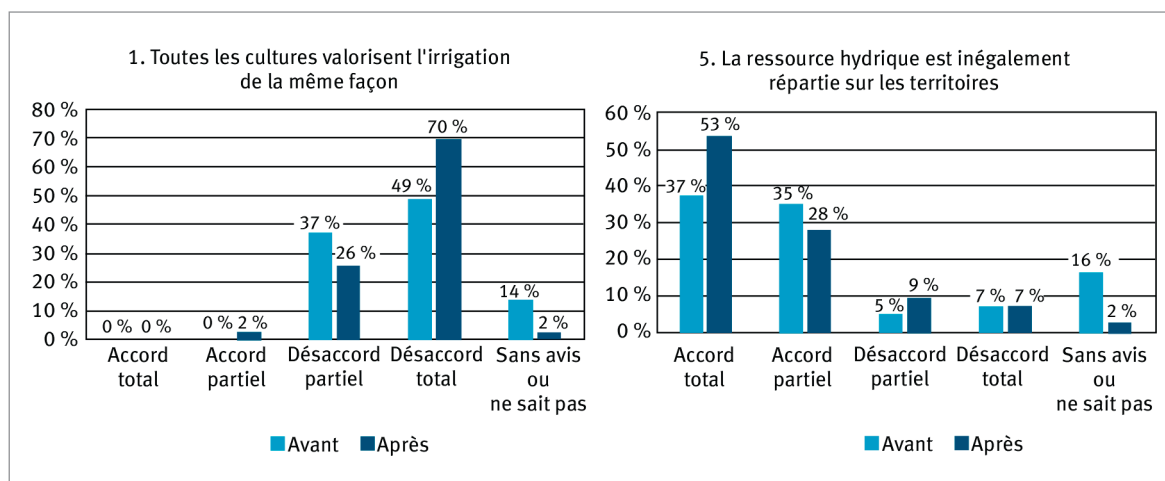
Une évaluation plus ciblée des acquis a été menée auprès de quarante-trois apprenants (bac professionnel agricole, brevet de technicien supérieur, formation ingénieur) à partir d'un questionnaire administré avant et après la séance, basé sur neuf affirmations évaluées via une échelle de Likert. Les réponses préalables révèlent une proportion importante de positions indécises (« sans avis/ne sait pas » : 17 % des réponses) ou relativement nuancées, traduisant une familiarité partielle avec les concepts mobilisés. Après la séance, la part des réponses indécises diminue (7 %), tandis que les prises de position

se structurent davantage (figure ④). Cette évolution suggère une clarification des représentations et une amélioration des connaissances à court terme apportées par l'expérience de jeu (Bertheaux-Virgili, 2025).

Ces résultats demeurent toutefois exploratoires. Leur consolidation suppose un élargissement de l'échantillon, un travail accru sur la formulation des items afin de limiter les biais d'interprétation, ainsi que la mise en place d'évaluations différées dans le temps permettant d'apprécier la durabilité des apprentissages. Plus largement, l'évaluation du jeu ne saurait se limiter aux seuls acquis déclaratifs : elle doit intégrer les conditions d'animation, le contexte de mise en œuvre, la singularité de chaque session, par nature non strictement reproductible, et les séquences pédagogiques au sein desquelles le jeu s'inscrit. Une approche évaluative systémique apparaît ainsi nécessaire (Alvarez, 2019).

Enfin, l'expérimentation du jeu auprès d'acteurs socio-professionnels agricoles a mis en évidence son potentiel comme outil d'animation territoriale. Sa mobilisation dans le cadre du projet CASDAR GESTE « Gérer l'eau en situation de transition climatique », notamment pour outiller les conseillers des chambres d'agriculture, confirme cette ouverture vers des usages professionnels et territoriaux. Au lancement des démarches territoriales de gestion de l'eau, cet outil permet de créer un temps d'interconnaissance entre publics agricoles et non agricoles et appréhender un premier niveau de compréhension des enjeux eau et agriculture.

Figure 9 – Évolution du positionnement des quarante-trois apprenants vis-à-vis de deux affirmations proposées, avant et après la séance de jeu « Eau Défi ». Source : Bertheaux-Virgili (2025).



Conclusion : quels enseignements de ce dispositif pédagogique ?

Le dispositif présenté repose sur l'articulation de trois séquences complémentaires : (i) la conduite d'une analyse-diagnostic d'un territoire agricole diversifié, mobilisant une approche diachronique et systémique afin d'appréhender la diversité des systèmes de production et la place structurante de l'accès à l'eau dans la dynamique agraire ; (ii) la mobilisation des outils de la modélisation d'accompagnement (ComMod), concrétisée par la conception d'un jeu sérieux ; (iii) l'animation de ce jeu auprès d'un public non spécialiste, impliquant l'adoption d'une posture de médiation scientifique.

L'originalité de cette articulation tient à la combinaison, au sein d'un même dispositif pédagogique, de la production de connaissances sur un cas concret, de leur formalisation conceptuelle et de leur mise en discussion auprès de différents publics. Les étudiants ne se limitent pas à analyser une réalité territoriale : ils doivent en proposer une traduction intelligible pour des publics non spécialistes, sans en altérer la complexité. Cet équilibre entre simplification et fidélité analytique sur un objet, la gestion quantitative de l'eau en agriculture, mal connu du grand public et controversé constitue un apprentissage précieux pour de jeunes agronomes. La mise en œuvre de ce dispositif a reposé sur une équipe encadrante pluridisciplinaire (agronomie, géographie), assurant une démarche systémique indispensable à l'appréhension de ces enjeux complexes, et issue de différentes organisations (Université de Toulouse-École d'Ingénieurs de Purpan, Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie, société coopérative Lisode), condition essentielle pour articuler rigueur scientifique, ancrage territorial et ingénierie pédagogique.

La pérennisation du jeu « Eau Défi » comme ressource pédagogique stable ne constituait pas un objectif initial. Elle est le fruit d'un processus itératif associant diffusion du jeu auprès de différents publics, retours d'expériences et améliorations successives, jusqu'à sa stabilisation puis son édition. Ce cheminement illustre la dynamique

propre aux dispositifs hybrides situés à l'interface entre recherche, formation et médiation. Parmi les effets inattendus, l'intérêt manifesté par certains élèves du secondaire pour les formations en agronomie souligne la capacité de ce type d'outil à agir également comme vecteur d'attractivité des filières d'enseignement.

La diffusion du jeu auprès de publics diversifiés offre un premier niveau d'information quant à sa contribution aux apprentissages relatifs à la gestion quantitative de l'eau en agriculture. Les résultats obtenus suggèrent une clarification des représentations et une appropriation accrue de certains concepts. Néanmoins, ces éléments demeurent exploratoires. Ils appellent la mise en place d'un dispositif d'évaluation plus systémique, intégrant non seulement les acquis cognitifs mais aussi les conditions d'animation, la qualité du débriefing et les effets à moyen terme. Si la littérature souligne depuis les années 2000 les effets positifs des jeux sérieux sur la motivation et l'apprentissage (Hamari *et al.*, 2016 ; Iten et Petko, 2016 ; Sauvé *et al.*, 2007), elle rappelle également les risques de simplification excessive ou de production de représentations biaisées en l'absence d'un accompagnement structuré (Alvarez, 2019). Ces travaux invitent à considérer le jeu non comme un outil autoportant, mais comme un support dont la portée dépend étroitement du cadre pédagogique et de la qualité de la médiation. Enfin, deux perspectives de développement se dessinent. La première concerne l'intégration explicite de questionnements relatifs aux liens entre agroécologie et irrigation au sein du jeu « Eau Défi », notamment pour un public doté d'un niveau de formation avancé. Une telle évolution supposerait une prudence méthodologique dans un contexte scientifique encore en construction. La seconde voie réside dans l'usage du jeu comme outil d'animation territoriale, au-delà du cadre éducatif. En mobilisant ce jeu comme support de discussion entre acteurs aux intérêts différenciés, il pourrait contribuer à ouvrir des espaces de dialogue sur la gestion de l'eau dans un contexte de changement climatique, par exemple dans le cadre des projets de territoires pour la gestion de l'eau. ■

Encadré ② – En savoir plus.

Page internet de présentation du jeu sérieux « Eau Défi » :
<https://www.purpan.fr/eau-defi/>

Présentation du projet AMBASSAD'O, porté par l'Université de Toulouse-École d'ingénieurs de Purpan en partenariat avec la Chambre régionale d'agriculture en Occitanie, grâce au concours financier de l'Agence de l'eau Adour Garonne :
<https://eau-grandsudouest.fr/newsletters/educ-eau-tous-ensemble-pour-eau>

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les vingt-deux étudiantes et étudiants du parcours « Devenir acteur de la transition agroécologique » pour leur implication dans ce projet, ainsi que Mathieu Hantraye et Clara Bertheaux-Virgili pour la qualité de leur contribution durant leur stage de fin d'étude. Nous remercions également Elsa Leteurtre (Lisode) pour la qualité de la formation dispensée aux étudiants sur les outils de la modélisation de l'accompagnement. Enfin, merci à Cédric Lacassagne (Agiteo) pour la qualité des illustrations graphiques proposées.

RÉFÉRENCES

- Abrami, G., & Becu, N. (2021). Concevoir et utiliser des jeux de rôle pour la gestion de l'eau et des territoires. *Sciences Eaux & Territoires*, (35), 46-53. <https://doi.org/10.14758/set-revue.2021.1.08>
- Agence de l'eau Adour-Garonne. (2022). *Hydrologie et changements climatiques : quelles tendances observées et à venir sur le bassin Adour-Garonne* ? Note, 14 p. <https://eau-grandsudouest.fr/medias/etudes/note-hydrologie-changements-climatiques-quelles-tendances-observees-venir-bassin-adour-garonne>
- Alvarez, J. (2019). Évaluation du jeu sérieux et du serious Play design. *Revue des Interactions Humaines Médiatisées*. 20(2). <https://hal.science/hal-03996324v1>
- Ayphassorho, H., Bertrand, N., Mitteault, F., Pujos, C., Rollin, D., & Sallenave, M. (2020). *Changement climatique, eau, agriculture. Quelles trajectoires d'ici 2050* ? Rapport CGEDD n° 012819-01, CGAAER n° 19056. <https://agriculture.gouv.fr/rapport-du-cgaaer-cgedd-changement-climatique-eau-et-agriculture-dici-2050>
- Bertheaux-Virgili, C. (2025). *Le jeu sérieux comme outil pédagogique pour l'enjeu de durabilité des systèmes agricoles : analyse croisée de deux dispositifs*. Mémoire de fin d'étude ENSAT-MSEI.
- Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie (CRAO), Chambre régionale d'agriculture de Nouvelle Aquitaine (CRANA), & DRAAF. (2022). *Étude socio-économique sur l'agriculture irriguée du bassin Adour-Garonne*. <https://occitanie.chambres-agriculture.fr/sinformer/agroenvironnement/eau/agriculture-irriguee>
- Cochet, H., & Devienne, S. (2006). Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale. *Cahiers Agricultures*, 15(6), 578-583. <https://doi.org/10.1684/agr.2006.0028>
- Cour des comptes. (2023). *La gestion quantitative de l'eau en période de changement climatique*. Rapport public thématique.
- Degroote, A., Devienne, S., & Michel, F. (2025). Le diagnostic agraire : comprendre les trajectoires d'évolution de l'agriculture locale pour nourrir les perspectives sur l'eau à l'échelle territoriale. *Sciences Eaux & Territoires*, (45), article 8279. <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2024.45.8279>
- Dernat, S., Gesbert, M., Martel, G., Johany, F., & Revalo, A. (2023). Les jeux sérieux, des innovations au service de transitions agroenvironnementales et alimentaires durables dans les territoires. Une enquête menée en France. *Technologie et innovation*, 8(3). <https://doi.org/10.21494/ISTE.OP.2023.0974>
- Devienne, S., Degroote, A., & Michel, F. (2022). De l'eau pour qui et pour quoi ? Rôle de l'irrigation dans l'évolution de l'agriculture et les systèmes de productions actuels dans différents territoires du bassin Adour-Garonne. *Revue Sud-ouest européen*, 54. <https://doi.org/10.4000/12g5a>
- Dufumier, M. (1996). *Les projets de développement agricole*. Karthala-CTA édition.
- École d'ingénieurs de Purpan. (2023). *Restitution finale du diagnostic agraire de la vallée de la Barguelonne*.
- Etienne, M. (2010). *La modélisation d'accompagnement - Une démarche participative en appui au développement durable*. 1ère édition. Update Sciences & technologies. Éditions Quae.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Collier, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn : An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Hantraye, M. (2024). *Analyse des enjeux liés à la gestion de l'eau en agriculture : quelle place de l'agroécologie comme voie de réponse* ? Mémoire de fin d'étude AgroParisTech. https://agroparistech.focus.universite-paris-saclay.fr/permalink/f/1k1051/33PPA-AGR_ILS225698
- Hassenforder, E., Dray, A., & Daré, W. (2020). *Manuel d'observation des jeux sérieux*. <https://doi.org/10.19182/agritrop/00113>
- IPCC. (2023). Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115. <https://doi.org/10.59327/ipcc/ar6-9789291691647>
- Iten, N., & Petko, D. (2016). Learning with serious games : Is fun playing the game a predictor of learning success? *British Journal of Educational Technology*, 47(1), 151-163. <https://doi.org/10.1111/bjet.12226>
- Plass, J. L., Homer, B. D., Mayer, R. E., & Kinzer, C. K. (2020). Theoretical foundations of game-based and playful learning. Dans J. L. Plass, R. E. Mayer, & B. D. Homer (Dir.), *Handbook of game-based learning* (pp. 3-24). The MIT Press.
- Plumettaz-Sieber, M., Bonnat, C., & Sanchez, E. (2019). Debriefing and Knowledge Processing an Empirical Study About Game-Based Learning for Computer Education. Dans A., Liapis, G., Yannakakis, M., Gentile, M., Ninaus, M. (dirs) *Games and Learning Alliance. GALA 2019. Lecture Notes in Computer Science* (vol 11899). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34350-7_4
- Robin, P., Carol, F., Le-Moing, F., Abrami, G., Ferrand, N., & Dalbin, D. (2021). Focus - Le kit de jeu de rôle pédagogique « L'Eau en Têt » : un outil pour éduquer à la participation ? *Sciences Eaux & Territoires*, (35), 54-59. <https://doi.org/10.14758/set-revue.2021.1.09>
- Salengros-Iguenane, I., & Chachkine, E. (2015). Analyse de Apprendre avec le numérique – Mythes et réalités. *Alsic*, (18)1. <https://doi.org/10.4000/alsic.2834>
- Sauvé, L., Renaud, L., & Gauvin, M. (2007). Une analyse des écrits sur les impacts du jeu sur l'apprentissage. *Revue des sciences de l'éducation*, 33(1), 89-107. <https://doi.org/10.7202/016190ar>
- Wouters, P., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van Der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal Of Educational Psychology*, 105(2), 249-265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>