

LA CONSTRUCTION DES CONNAISSANCES POUR LA FORMATION

*Hervé Hannin, Laure de Rességuier, Laurence David,
Marc Nougier, Jean-Marc Touzard, Frédéric Levraut,
Christel Renaud-Gentié et Côme Isambert*

Introduction

Aux nombreuses qualités du projet Laccave souvent soulignées — générateur de résultats de recherche, fédérateur d'équipes, animateur de réseau, outil de dialogue stratégique avec la profession sur base de prospective —, il faut ajouter la construction de nouvelles capacités afin d'aborder le changement climatique dans les formations, et notamment dans celles qui sont spécialisées sur la filière Vigne et vin. Ce chapitre veut illustrer cette contribution et le rôle essentiel de l'éducation dans la réussite des stratégies face au changement climatique. Le contexte y est favorable. Plusieurs projets de recherche ont vu le jour sur cette thématique ces dernières années, prévoyant un transfert des résultats à travers des canaux de formation, qu'elle soit professionnelle, continue ou initiale³⁶. Par ailleurs, les étudiants qui s'engagent aujourd'hui dans une formation en viticulture ou œnologie ont conscience que les évolutions climatiques pèseront lourd dans leur activité professionnelle. De même, il apparaît clair qu'aucune discipline ne peut fournir seule, par la voix d'un professeur spécialiste, la solution face à un défi complexe comme le changement climatique, et c'est une approche systémique et interdisciplinaire, comme celle qui a guidé Laccave, qui doit prévaloir dans un tel enseignement. Enfin, des changements structurels traversent l'enseignement, avec le développement de pédagogies visant à rendre les apprenants davantage acteurs que récepteurs, l'usage croissant d'outils digitaux et de technologies appropriées au *distance learning* et s'appuyant sur la disponibilité de grands jeux de données (encadré II-4-1), ou encore l'importance accordée aux « innovations pédagogiques » (Le Maître, 2018). Celles-ci répondent à la fois à une certaine lassitude face au cours magistral et à un appétit post-confinement pour de nouvelles propositions plus collectives et ludiques. C'est ainsi que se sont développés dans les écoles d'agronomie, par exemple à Montpellier, des ateliers de « controverses », des classes de pédagogie inversée ou des journées annuelles de « l'innovation pédagogique ».

Dans ce contexte, ce chapitre propose de présenter des offres de formation et des supports pédagogiques innovants, parfois ludiques, adressés à des publics et niveaux divers, qui abordent l'enjeu climatique de la filière Vigne et vin, en déclinant des résultats et démarches issues notamment de Laccave : une formation à destination des enseignants des lycées viticoles, un outil novateur de cartographie interactive, un jeu

36. <http://esr-wikis.adc.education.fr/ca2co/index.php?oldid=1157> (consulté le 11/12/2023).

Encadré II-4-1. Enjeu des données et partage de connaissances

Pour faire face au défi du changement climatique, il est crucial que les viticulteurs partagent leurs connaissances et travaillent ensemble pour trouver des solutions durables. La collecte et l'accès aux données sont ainsi des éléments cruciaux pour le développement de solutions innovantes. Mais pour cela, il faut que cette collecte soit facile et que les données soient bien décrites, accessibles à des communautés larges, sans complexité ni redondance et utilisables pour produire des connaissances nouvelles.

De fait, les données disponibles se multiplient avec l'utilisation des technologies du numérique dans l'ensemble de la chaîne de production viticole, telles que les smartphones, capteurs, drones, équipements connectés, satellites, réseaux sociaux, et plus largement avec l'usage de services informatisés (traçabilité, systèmes d'aide à la décision technique ou économique, informatisation des déclarations...). Que faire de ces données et comment les traiter pour exploiter au mieux les informations au profit des acteurs de la filière et des consommateurs? La combinaison du Big Data à des méthodes d'analyse et de modélisation appropriées (intelligence artificielle, modèles prédictifs...) permet de produire des connaissances nouvelles, de fournir une aide pour prendre une bonne décision ou simplement d'effectuer un diagnostic. Pour être en capacité de développer pleinement ce potentiel, il est donc crucial de structurer les données et d'opérer des liens entre elles.

L'utilisation de nombreuses données pour la compréhension des impacts du changement climatique et l'aide aux décisions d'adaptation requièrent que ces données soient FAIR (Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables, Réutilisables), que l'on puisse connaître leur origine et déterminer leur qualité. Des métadonnées standardisées doivent clairement décrire les données pour les comprendre (Quoi? Où? Comment? Quand?), les gérer (informatiquement et administrativement) et les lier. Afin de garantir que des données différentes se complètent et s'enrichissent, il faut s'assurer qu'on « parle » bien de la même chose. Le partage de vocabulaires contrôlés (ontologie) avec une sémantique définie par une description claire précise et concise améliore cette compréhension. Par exemple, les données d'observation, provenant de nombreux sites, peuvent être associées à différentes échelles phénologiques. Si on dispose des informations qui caractérisent les données (métadonnées), il devient possible de réconcilier toutes les données, de les comparer et les exploiter ensemble.

de rôle prospectif et participatif, la valorisation d'un sondage « Quel climat demain dans mes vignes? » adressé par des élèves-ingénieurs à des viticulteurs, et un jeu sérieux abordant l'écoconception participative d'itinéraires techniques viticoles. Ces exemples permettront en conclusion de tirer des enseignements et d'ouvrir des perspectives sur les outils et méthodes pédagogiques favorisant la formation, pour agir dans de nouveaux contextes marqués par le changement climatique.

La mise en place d'une formation à destination des enseignants des lycées viticoles

L'évolution climatique récente et les impacts déjà visibles dans la filière Vigne et vin obligent les organismes de formation à traiter ce sujet en faisant évoluer leurs programmes pédagogiques. Dans ce contexte, et dans une perspective de diffusion large des connaissances

acquises au cours du projet Laccave, une formation à destination des enseignants des lycées viticoles a été développée par l'UMR Écophysiologie et génomique fonctionnelle de la vigne (EGFV). L'objectif est de diffuser les connaissances scientifiques disponibles sur le changement climatique et sur les leviers d'adaptation et d'atténuation dans la filière Vigne et vin aux enseignants des lycées. Cette formation propose aussi un accompagnement pour coconstruire des contenus pédagogiques qui pourront être utilisés dans les nouveaux programmes de formation. Elle a mobilisé une équipe interdisciplinaire de formateurs impliqués dans le projet Laccave, mais aussi des professionnels de la filière. Elle a été construite sur deux journées espacées dans le temps pour permettre un travail accompagné en équipe. Son déroulement s'est fait sur quatre séances.

Séance 1 : connaissance générale du changement climatique au niveau mondial

Cette séance a été réalisée sous forme de cours classiques ponctués de séquences vidéo et d'exercices, permettant aux apprenants d'acquérir des savoirs généraux sur le climat et sa modélisation, l'effet de serre et le changement climatique récent. Des exercices applicatifs ont notamment été consacrés aux indicateurs climatiques et à la disponibilité de la donnée météo.

Séance 2 : le changement climatique dans la filière Vigne et vin

Un premier module a permis d'exposer les conséquences du changement climatique sur le développement de la vigne et la qualité des vins (avancée des stades phénologiques, composition des raisins et des vins, rendement et qualité). La perception du changement climatique par les acteurs de la filière a été ensuite abordée sous deux angles : celle des viticulteurs à partir d'une enquête effectuée à l'échelle mondiale (cf. chapitre II-1), celles des œnologues et consommateurs face à la modification du profil aromatique des vins (cf. chapitres I-4 et II-2).

Séance 3 : adaptation au changement climatique

L'adaptation a été traitée sous forme d'atelier avec des restitutions croisées. Les apprenants ont été répartis par groupes composés d'équipes pédagogiques de lycées différents. Quatre sujets sur l'adaptation ont été retenus :

- les réponses aux aléas climatiques ;
- l'adaptation par le matériel végétal ;
- l'adaptation par les pratiques agronomiques ;
- l'adaptation par les pratiques œnologiques.

L'objectif de chaque groupe était de travailler sur son sujet pour proposer un module de formation, le restituer à l'ensemble de la promotion, puis le mettre en discussion. Chaque groupe devait établir les objectifs pédagogiques de son module et un programme détaillé avec les modalités de transmission des savoirs (cours magistraux, travaux pratiques, travaux dirigés, expérimentations de terrain, etc.). Chaque groupe était accompagné par deux experts du sujet, disponibles pour échanger et accompagner la réflexion.

Outre l'acquisition de connaissances sur l'adaptation, ce module permettait aux enseignants des lycées de coconstruire de futurs programmes pédagogiques sur ces aspects

et d'échanger avec leurs collègues. La restitution croisée s'est déroulée lors de la deuxième journée, accompagnée par l'ensemble des tuteurs impliqués dans le suivi des groupes, ceux-ci pouvant apporter des compléments d'information.

Séance 4 : évolution réglementaire face au changement climatique

Une intervention de l'Inao a permis d'aborder le lien entre l'adaptation et l'évolution réglementaire en France.

Séance 5 : atténuation du changement climatique

Les actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre qui peuvent être mises en place au sein des exploitations vitivinicoles ont été abordées par trois interventions complémentaires, suivies de discussions :

- les résultats des « bilans carbone » effectués par le Conseil interprofessionnel des vins de Bordeaux, et les actions mises en place pour limiter l'empreinte carbone de la filière ;
- les résultats du projet de recherche Life-Adviclim, sur l'évaluation des gaz à effet de serre émis par les pratiques viticoles à l'échelle parcellaire ;
- le retour d'expérience d'un château très impliqué dans la réduction de son empreinte carbone.

La formation s'est terminée par une évaluation des apprenants sur le contenu pédagogique et le déroulé de ce module. Cette évaluation permettra de faire évoluer la formation en répondant aux attentes des enseignants des lycées viticoles sur le changement climatique et sur l'adaptation, et de renforcer les ressources pédagogiques disponibles.

Un outil de cartographie interactive pour l'étude des terroirs dans le contexte du changement climatique

La valorisation d'un projet de recherche va au-delà des seuls rapports scientifiques et connaissances académiques. Des vecteurs d'informations accessibles sont donc à imaginer dans une démarche d'ouverture vers la société civile.

L'ouverture de la recherche vers la filière Vigne et vin

C'est dans cet esprit qu'une *storymap*³⁷ a été développée pour donner à voir les résultats du projet Life-Adviclim aux acteurs de la filière Vigne et vin. Ce support présente également un très fort potentiel pédagogique en fournissant une illustration spatialisée, sur un terroir, des enseignements prodigués par les enseignants des lycées viticoles.

Le choix d'une plateforme facile d'utilisation

Ces dernières années, l'émergence des outils de narration cartographique a fait un bond significatif grâce au développement de plusieurs plateformes (Caquard et Dimitrovas,

37. <https://www-ium.univ-brest.fr/wapps/letg/adviclim/BDX/#>.

2017). Nous avons choisi d'utiliser la *webapp* d'Esri³⁸ pour l'exploitation aisée des cartes produites avec cet outil et la possibilité de les mettre en « conversation » avec toute l'iconographie issue des résultats du projet.

Les différents volets de cette recherche (site d'étude, climats locaux, modélisation climatique, phénologie de la vigne actuelle et future, adaptation et atténuation des GES) constituent le fil narrateur. Un effort de synthèse et de vulgarisation a été nécessaire pour imaginer des niveaux de lecture adaptés aux différents lecteurs : du plus accessible en « accroche » aux résultats plus complexes présentés *via* les articles scientifiques. Les cartes y sont interactives et les données qui les composent sont interrogeables par le lecteur. En complément, photos, vidéos, liens hypertextes et commentaires viennent enrichir la narration.

Une diffusion aux professionnels et aux étudiants

L'outil a été dévoilé aux professionnels à Bordeaux en 2019, lors de la journée de restitution du projet Life-Adviclim. À l'issue de la journée, leurs retours ont été pris en compte, comme la complexité résiduelle de certains éléments présentés. Il fait l'objet d'un article spécifique, paru dans la revue technique *International Viticulture and Enology Society* (David *et al.*, 2023). Depuis sa mise en ligne, cet outil et sa version anglaise totalisent plusieurs milliers de visites.

Lors de la formation des enseignants de lycées viticoles (voir plus haut), la *storymap* a été présentée comme un outil pédagogique pouvant servir de support lors des travaux pratiques qu'ils proposent à leurs élèves, afin d'aider ceux-ci à appréhender le changement climatique dans la filière Vigne et vin.

Dans l'enseignement supérieur, elle est utilisée par les étudiants de Bordeaux Sciences Agro (option viticulture-œnologie) comme ressource d'informations sur la thématique du changement climatique.

À terme, cet outil pourrait servir de socle au développement d'un support pédagogique spécifique pour l'enseignement de cette thématique.

Le jeu de rôle prospectif et participatif comme sensibilisation à l'adaptation au changement climatique

L'Institut Agro Montpellier propose sept parcours de formation (pour 280 étudiants) sur la thématique « vigne et vin », emblématique de cette école depuis 150 ans. À partir de 2019, un module nouveau d'enseignement dédié au changement climatique a été organisé pour les 30 élèves-ingénieurs de l'option Viticulture-œnologie. Par une approche interdisciplinaire, ils sont invités à saisir la complexité des jeux d'acteurs et la place possible de réflexions participatives sur base de scénarios prospectifs. Ce module valorise directement les travaux du projet Laccave, en particulier les événements participatifs réalisés à l'échelle locale (chapitre II-5) et la prospective nationale (chapitre II-7) (Aigrain *et al.*, 2016a).

38. <https://www.esri.com>.

L'objectif est de mettre les étudiants en situation afin de les rendre davantage conscients des enjeux, impacts et risques liés au changement climatique pour la filière, mais aussi de les sensibiliser aux vertus des approches prospectives et participatives comme outils d'élaboration de stratégies d'adaptation. Il s'agit aussi de leur faire comprendre la place de l'innovation dans une filière qui, à la fois, la réclame pour relever les grands défis actuels et s'en défend au nom d'un usage parfois immodéré de la « tradition »...

L'intégration interdisciplinaire est ici adossée à une démarche « prospective » de nature à faciliter la représentation du système, visualiser des avenir « possibles », responsabiliser les acteurs, et faire émerger des décisions stratégiques et des actions concrètes. Cette méthode a été utilisée au sein du projet Laccave pour élaborer des scénarios face au changement climatique, en associant plus de 450 professionnels de la filière (chapitre II-7 ; Aigrain *et al.*, 2016b). Une initiation préalable aux principes de la prospective est conseillée sur un format réduit (2 heures), puis le module s'organise en quatre séances d'une demi-journée.

Séance 1 : acquérir des connaissances

Le professeur présente d'abord les enjeux du changement climatique pour la filière, les impacts et leviers pour l'adaptation et l'atténuation. Les étudiants identifient ensuite, dans cet exposé, des pistes d'approfondissements scientifiques qu'ils vont se répartir. Ils préparent en groupe un exposé, à partir de documents déposés sur la plateforme pédagogique et de leurs notes de cours disciplinaires préalables. Les étudiants exposent alors à la classe (inversée) ces approfondissements essentiels pour partager la réflexion.

Séance 2 : mettre en évidence les relations entre acteurs et le besoin de concertation par un jeu de rôles

Les étudiants sont répartis en groupes qui doivent incarner respectivement des rôles (imposés) d'acteurs distincts de la filière, appelés à mettre en place des mesures d'adaptation. Exemple : « Vous êtes... un vigneron bio en AOC Languedoc... un syndicat d'AOC... » Chaque groupe dispose d'une fiche précisant sa situation, ses objectifs, ses contraintes, ses éventuels projets et relations avec d'autres acteurs, incarnés ou non dans le jeu de rôle. La séance se déroule en quatre temps :

- **1^{er} temps** : chaque groupe doit comprendre l'activité de l'acteur et réfléchir à des pistes d'adaptation. Certains freins identifiés impliquent de dialoguer avec un autre acteur (incarné par un autre groupe), à rencontrer dans un deuxième temps ;
- **2^e temps** : chaque groupe est scindé en deux. Un demi-groupe interroge un des deux groupes d'acteurs pour poser les questions préparées. L'autre demi-groupe répond aux interrogations d'un autre demi-groupe visitant ;
- **3^e temps** : les groupes reformés préparent une synthèse des rencontres, de leurs progrès, des freins qui subsistent. Ils produisent ensuite quatre diapositives présentant les enjeux spécifiques de son acteur, les objectifs identifiés, les leviers d'action et freins rencontrés, le bilan des rencontres avec d'autres acteurs ;
- **4^e temps** : les groupes restituent leurs travaux et conclusions à partir des diapositives projetées. Un débat avec les autres étudiants et les enseignants permet de tirer collectivement des conclusions.

Lors de la dernière heure, le professeur expose la construction de la stratégie nationale, telle qu'elle a été échafaudée sur la base de l'exercice de prospective conduit au sein de Laccave³⁹ et présentée au ministre de l'Agriculture en août 2021 (chapitre II-7 ; Hannin et *al.*, 2021).

Séance 3 : analyser une situation réelle en exploitation vitivinicole

En profitant de rencontres prévues par ailleurs avec un vigneron (ou en créant *de novo* cette occasion), les étudiants analysent la question du changement climatique dans une exploitation vitivinicole pour présenter un diagnostic et des préconisations pour l'adaptation et l'atténuation. Ces cas réels donnent lieu à présentations devant la classe, à débats entre étudiants et échanges avec les enseignants.

Séance 4 : organiser un évènement professionnel

Les étudiants organisent une conférence et y invitent d'autres étudiants, leurs enseignants et des acteurs professionnels, dont certains (environ 6) sont appelés à participer à une table ronde. Les étudiants présentent une synthèse des enjeux, l'état d'élaboration des stratégies nationales et internationales de la filière Vigne et vin, d'adaptation et d'atténuation. Chaque groupe expose successivement les résultats actualisés du jeu de rôle de la séance 2. Ces exposés donnent lieu à des réactions de la table ronde animée par deux étudiants. Sur un mode ludique, un prix peut être attribué, par la table ronde transformée en jury, au rôle le plus convaincant.

Une séance finale permet de recueillir l'appréciation des étudiants. Associant idéalement tous les enseignants du cursus, cette séance donne l'occasion de réfléchir collectivement à la façon de mieux intégrer la question du changement climatique dans le programme des enseignements.

Une prospective agroclimatique réalisée par des élèves ingénieurs pour un territoire viticole

Les besoins des organismes de conseil agricole en matière d'adaptation des filières au changement climatique peuvent rejoindre les impératifs de formation d'élèves ingénieurs. Telle est la démonstration que veut faire l'opération « Quel climat demain dans mes vignes ? », qui implique annuellement un groupe d'élèves ingénieurs dans un audit d'exploitations viticoles. Initiée en 2021, et issue d'un partenariat entre les chambres d'Agriculture et l'école d'ingénieurs UniLaSalle Rouen, cette opération combine :

- la confrontation d'élèves ingénieurs à des situations viticoles réelles ;
- la réalisation de livrables utilisables par un organisme de conseil agricole ;
- l'intégration de ce travail dans l'action plus large d'une organisation agricole (chambre d'Agriculture) en matière d'adaptation de la viticulture.

39. Par le *workpackage* de prospective piloté à partir de 2013 par l'Inra (aujourd'hui INRAE), Montpellier SupAgro, FranceAgriMer et l'Inao.

Déroulé de l'opération

Des viticulteurs (une vingtaine chaque année) sont identifiés par la chambre d'Agriculture partenaire pour leur intérêt vis-à-vis de l'opération. Chaque viticulteur est ensuite questionné (entretien d'une heure) par un binôme d'élèves, afin d'alimenter les différentes composantes de l'audit. Puis, durant une semaine environ, chaque binôme d'élèves analyse « son » exploitation viticole en suivant une démarche commune à toutes les exploitations viticoles impliquées. Enfin, les livrables sont mis en forme, contrôlés par les encadrants de l'exercice, et remis à l'organisme de développement agricole partenaire.

Analyse des ressentis des viticulteurs vis-à-vis des évolutions passées

La première partie de l'audit porte sur le ressenti de chaque viticulteur quant aux évolutions climatiques et aux impacts viticoles déjà constatés dans son exploitation. Il s'agit de ressentis, donc pouvant comporter des biais par rapport aux évolutions réelles. L'analyse opérée par les élèves ingénieurs consiste, pour chaque question posée, à :

- élaborer une statistique sur les réponses de l'ensemble des vigneron·ne·s enquêtés, de façon à identifier un éventuel biais collectif de ressenti ;
- identifier si l'Observatoire régional sur l'agriculture et le changement climatique (Oracle) dont dépend le territoire enquêté contient un indicateur apportant une réponse objective, puis à expliciter cette objectivation.

Sondage sur les avis des viticulteurs vis-à-vis de la stratégie nationale de la filière Vigne et vin

La deuxième partie de l'audit porte sur l'avis des viticulteurs au sujet des leviers d'adaptation au changement climatique listés dans la « Stratégie de la filière Vigne et vin face au changement climatique », validée en 2021 par l'Inao, FranceAgriMer, INRAE et l'IFV (chapitre II-7). Ces avis sont exprimés assortis d'un degré d'adhésion ou d'opposition. L'analyse effectuée par les élèves ingénieurs consiste d'abord, pour chaque question posée, à faire une statistique sur les réponses de l'ensemble des vigneron·ne·s enquêtés, puis à hiérarchiser dans le territoire étudié l'adhésion collective aux différents leviers d'adaptations proposés.

Prospective climatique sur les impacts viticoles et l'adaptation à l'échelle locale

La troisième partie de l'audit porte sur les impacts futurs du changement climatique et les voies d'adaptation à l'échelle de chaque exploitation viticole. Chaque viticulteur fait le choix de 5 enjeux prioritaires d'adaptation, parmi les 15 proposés. Les élèves ingénieurs analysent l'évolution future des indicateurs agroclimatiques relatifs à ces enjeux au moyen de projections climatiques issues de la plateforme « Drias – Les futurs du climat » pour le point de grille Safran le plus proche de l'exploitation viticole étudiée. Les calculs sont opérés sous Excel, au moyen de fichiers issus de la dynamique ClimA-XXI couvrant 70 départements en France métropolitaine (encadré II-4-2). En fonction de l'évolution future de ces indicateurs, les élèves ingénieurs proposent des voies d'adaptation à partir d'un travail bibliographique préalable.

Le changement climatique et ses impacts déjà observés dans les exploitations viticoles de Bourgogne Franche-Comté.

Question 3 : sur l'ensemble de l'année, les jours très chauds ($>30^{\circ}\text{C}$) vous semblent-ils actuellement :

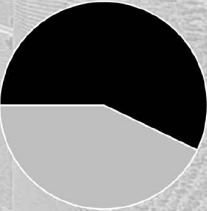
Votre ressenti



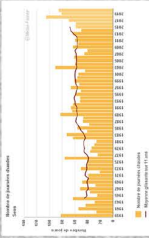
- Beaucoup plus nombreux qu'autrefois ? ☒ X
Un peu plus nombreux qu'autrefois ? ☐
Ni plus ni moins nombreux qu'autrefois ? ☐
Un peu plus rares qu'autrefois ? ☐
Beaucoup plus rares qu'autrefois ? ☐
Je ne me prononce pas ☐



Le ressenti des 10 viticulteurs de BFC interrogés en 2021



- Beaucoup plus nombreux qu'autrefois
□ Un peu plus nombreux qu'autrefois



◀ **Ce que révèle ORACLE Bourgogne Franche-Comté**

A Sens, le nombre de jours chauds ($>= 25^{\circ}\text{C}$) par an a quasiment doublé depuis 1960.

Question 4 : sur l'ensemble de l'année, les jours froids ($\leq 0^{\circ}\text{C}$) vous semblent-ils actuellement :

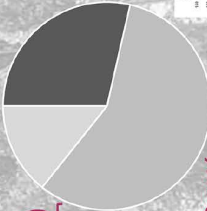
Votre ressenti



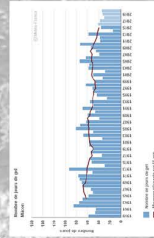
- Beaucoup plus nombreux qu'autrefois ? ☐
Un peu plus nombreux qu'autrefois ? ☐
Ni plus ni moins nombreux qu'autrefois ? ☐
Un peu plus rares qu'autrefois ? ☒ X
Beaucoup plus rares qu'autrefois ? ☐
Je ne me prononce pas ☐



Le ressenti des 10 viticulteurs de BFC interrogés en 2021



- Un peu plus nombreux qu'autrefois
□ Un peu plus rares qu'autrefois
□ Beaucoup plus rares qu'autrefois



◀ **Ce que révèle ORACLE Bourgogne Franche-Comté**

A Mâcon, le nombre de jours de gel par an a nettement diminué depuis 1960.

Domaine viticole Bourrey à Clabès

Opération "Quel climat demain dans mes vignes ?" CFA Bourgogne Franche-Comté



Figure II-4-2. Pages intérieures de la synthèse restituée par les étudiants, consacrée aux ressentis des viticulteurs quant aux évolutions climatiques et aux impacts déjà constatés dans leur exploitation.

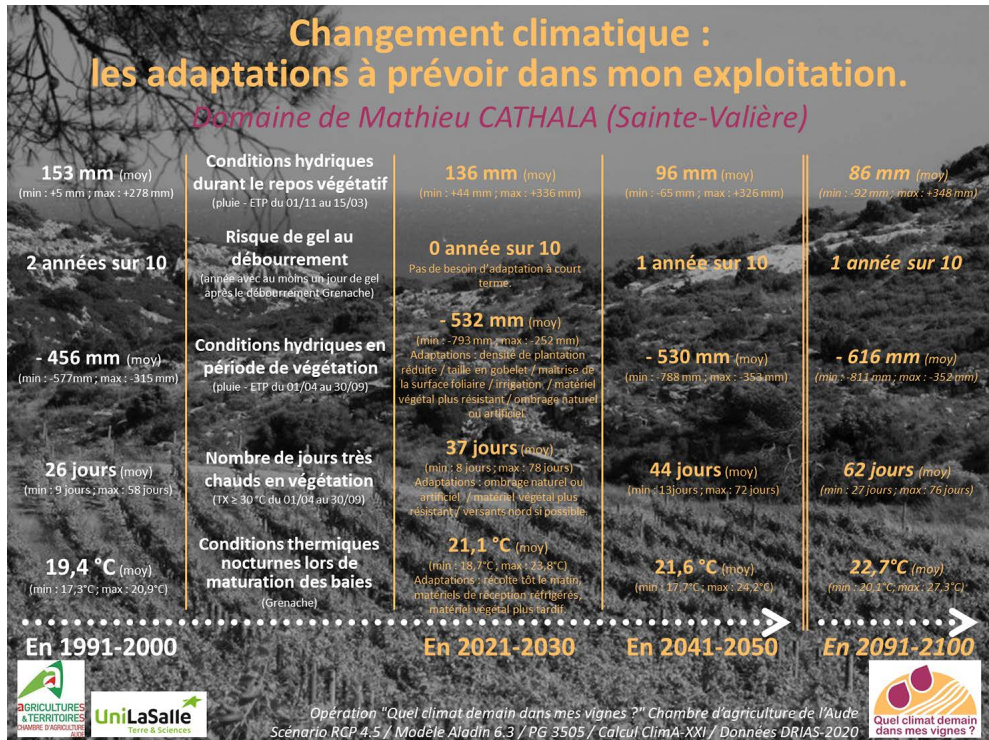


Figure II-4-4. Exemple de synthèse restituée par les étudiants, consacrée ici aux impacts et enjeux d'adaptation futurs d'une exploitation viticole donnée.

Restitution

L'étude se conclut par une restitution orale réalisée par les élèves ingénieurs devant les partenaires de l'opération (viticulteurs et conseillers viticoles). Chaque viticulteur reçoit les trois livrables traitant de son cas spécifique et l'organisme partenaire peut ensuite envisager un déploiement à davantage de viticulteurs.

Nouveaux acquis pour les élèves ingénieurs

Cet exercice apporte aux élèves ingénieurs un corpus de compétences, constitutifs de l'ingénierie d'adaptation au changement climatique d'une filière agricole, qui permet de :

- valoriser les bases scientifiques précédemment acquises, que sont les choix de scénarios RCP, la caractérisation du climat futur, les impacts sur la phénologie et la croissance de la vigne, les leviers d'adaptation ;
- maîtriser l'environnement technique des projections agroclimatiques, par l'utilisation de la plateforme Drias, le calcul et l'interprétation d'indicateurs agroclimatiques ;
- mettre en forme les résultats à destination d'acteurs de terrain.

Encadré II-4-2. ClimA-XXI, un outil pour anticiper à l'échelle locale l'adaptation de l'agriculture au changement climatique

Caractéristiques générales

Nom complet : Climat et Agriculture au ^{xxi}^e siècle

Objectif : caractérisation locale de la faisabilité des productions agricoles au cours du ^{xxi}^e siècle

Descripteurs analysés : indicateurs climatiques et agroclimatiques

Service climatique mobilisé : plateforme « Drias – Les futurs du climat »

Scénarios RCP utilisés : 2.6 / 4.5 / 8.5

Horizons temporels analysés : 1976-2005, 2021-2050 et 2071-2100 (toute autre période de 30 ans possible)

Modèle climatique utilisé : Aladin 6.3 (tout modèle Eurocordex possible).

Mode cartographique : analyse par point de grille SAFRAN

Couverture géographique : France métropolitaine (outre-mer possible)

Date de création : 2015, mises à jour en 2017 puis 2020

Support logiciel : Excel

Nombre d'utilisateurs : environ 150 au 1^{er} mars 2023

Accès à l'outil

Formation : obligatoire (payante, durée de deux jours, organisme formateur Resolia)

Licence d'utilisation : gratuite

Organismes concernés : chambres d'Agriculture, autres structures de formation et de conseil agricole

Utilisation de l'outil

Format : un fichier Excel par cas de figure étudié (point de grille Safran / indicateur agroclimatique / scénario RCP) et regroupement des fichiers par dossier (par client, par mission...)

Exemples d'analyses : audits d'exploitation agricole, stratégies de filière, vulnérabilités de territoires

Types de valorisation : sensibilisation/information, formation continue, formation initiale, conseil agricole

Animation du réseau des utilisateurs

Communication sur les évolutions de l'outil

Diffusion de fiches : « Les notices ClimA-XXI »

Animation : journées « Les rencontres ClimA-XXI »

Évolutions de l'outil

Mise en place de versions Expert avec fichiers de calcul plus complets et structuration par thématique d'adaptation ClimA-XXI / Viticulture : réalisé

Motivations de l'organisme agricole partenaire

Pour un organisme déjà impliqué dans l'adaptation, cette opération éclaire notamment sur :

- la possibilité de massification de l'information et du conseil aux viticulteurs ;
- les axes de la « Stratégie de la filière Vigne et vin face au changement climatique » à promouvoir localement et les interactions à avoir avec les porteurs nationaux de cette stratégie ;
- les besoins en accompagnement individuel des viticulteurs.

Éléments de vigilance et perspectives

La vigilance de l'encadrement doit porter sur deux points :

- certaines composantes du travail étant imposées (par ex. le format des livrables), des espaces significatifs d'initiative et de réflexion doivent être laissés aux élèves (par ex. dans la construction des fichiers de calcul d'indicateurs agroclimatiques) ;
- les livrables étant diffusés aux viticulteurs impliqués, un contrôle approfondi des documents produits par les élèves doit être réalisé par les encadrants pour garantir une qualité appropriée.

En termes de perspectives, signalons que dans l'hypothèse d'un déploiement géographique suffisant, l'opération « Quel climat demain dans mes vignes ? » peut alimenter en remontées de terrain la « Stratégie nationale de la filière Vigne et vin face au changement climatique ».

Vitigame, un jeu sérieux pour sensibiliser aux leviers de réduction des impacts environnementaux

L'École supérieure des agricultures (ESA) à Angers forme annuellement 250 apprenants dans le secteur vitivinicole : BTS en enseignement à distance, licence professionnelle, master international, ingénieur agronome « majeure vigne et vin ». L'unité de recherches USC GRAPPE⁴⁰ (ESA-INRAE) développe depuis 2010 l'évaluation des pratiques viticoles par l'analyse du cycle de vie (ACV), méthode d'évaluation environnementale complète et internationalement reconnue, incluant l'impact du réchauffement climatique et l'écoconception participative en viticulture (Perrin *et al.*, 2022). Le projet de recherches Eco3vic⁴¹ et la thèse d'A. Rouault ont établi une démarche d'écoconception participative en viticulture basée sur l'ACV (Rouault *et al.*, 2020). Le prototype de jeu sérieux créé pour les ateliers d'écoconception avec les vignerons a montré son intérêt pour la pédagogie, conduisant aujourd'hui à la mallette de jeu *Vitigame* complétée par Vit'LCA, le calculateur d'ACV pour la viticulture, mis au point dans l'équipe. Aujourd'hui, leur utilisation en enseignement, conseil, animation ou réflexion prospective contribue à transmettre l'écoconception participative auprès des conseillers, enseignants, étudiants et vignerons.

40. Groupe de recherche en agroalimentaire sur les produits et les procédés.

41. Écoconception collective pour l'accompagnement au changement de pratiques en viticulture.

Un jeu sérieux pour l'écoconception participative en viticulture

Vitigame, à travers une forme pédagogique innovante et motivante, sensibilise les joueurs, connaissant la viticulture, aux impacts environnementaux et aux leviers d'atténuation dans la gestion d'un itinéraire technique annuel viticole pour qu'ils soient mobilisés dans leurs futures décisions techniques ou stratégiques.

Basé sur des cas réels viticoles en production raisonnée et biologique, *Vitigame* comporte des fiches décrivant la parcelle, l'itinéraire technique réalisé et ses résultats d'ACV, un plateau de jeu, des cartes par opération et des barrettes météo par période de 4 jours intégrant les risques sanitaires, le stade phénologique, la pluviométrie et les prévisions météo. Trois livrets présentent les règles du jeu, les causes des impacts environnementaux et des solutions d'atténuation, ainsi que les matières actives et produits phytosanitaires disponibles, leurs impacts et des clés d'optimisation des doses. Un accès à Vit'LCA permet les calculs.

Vitigame se joue par tables de 6 à 8 joueurs, où chaque étudiant occupe un rôle différent avec un maître de jeu connaissant la viticulture et formé à l'ACV et à *Vitigame* (fig. II-4.5).



Figure II-4.5. Le jeu sérieux *Vitigame*. © Anthony Congnard.

Trois étapes se succèdent :

1. Le maître de jeu présente l'itinéraire technique choisi, ses impacts et leurs causes, et les stratégies d'atténuation des impacts proposées avec leurs leviers techniques. Le groupe se concerta, choisit une stratégie, les modes d'entretien du sol et peut acheter des leviers supplémentaires d'atténuation ;
2. L'itinéraire technique est écoconçu, opération par opération, en tenant compte des informations des barrettes météo. Le maître de jeu veille au respect de la chronologie des interventions au vignoble, alerte sur les risques et sanctionne le cas échéant par des « attaques mildiou ou oïdium ». Plusieurs tables peuvent travailler sur le même cas en parallèle pour comparer l'efficacité des stratégies choisies ;

3. Trois échanges réflexifs sur l'itinéraire construit ont lieu : sur les choix faits par les joueurs et leurs effets (sanitaires, rendement et qualité), sur la base de l'expertise du maître de jeu ; chaque table présente aux autres ses choix avec explication des stratégies choisies et discussion ; les maîtres de jeu restituent les résultats de l'évaluation environnementale par ACV des itinéraires écoconçus en comparaison des cas initiaux calculés dans le logiciel Vit'LCA.

À l'ESA, une séance de jeu est insérée en 2^e année du BTS Viticulture-œnologie et en 3^e année du cursus ingénieurs agronomes, après des cours de sensibilisation à l'ACV et à l'écoconception en viticulture. Quel que soit le public, *Vitigame* permet une meilleure sensibilisation aux enjeux environnementaux et aux leviers d'atténuation, et reste une occasion unique au cours de la formation de construire un itinéraire technique viticole complet dans un cadre de contraintes multiples. Les résultats sont significatifs puisque les baisses d'impacts obtenues par les étudiants sont en moyenne de 20 à 30 %, résultat proche de celui des ateliers de vignerons.

Suite à ces prises de conscience, nous notons une tendance croissante à la prise en compte de la dimension environnementale et à la mobilisation de l'ACV et de l'écoconception dans les mémoires de fin d'études en viticulture des élèves ingénieurs. *Vitigame* est disponible à la vente depuis janvier 2023 et des formations ont débuté pour les enseignants, entreprises et conseillers de terrain qui souhaitent l'utiliser (Renaud-Gentié et al., 2022).

Perspectives

Le projet de recherche Vitarbae (2023-2026) prévoit la création d'un parcours d'accompagnement complet pour l'enseignement et les conseils viticoles et arboricoles basé sur les jeux sérieux. Il inclura, en viticulture, *Vitigame* et un jeu à créer sur l'implantation du vignoble, mobilisant les leviers d'atténuation, l'évaluation économique du changement de pratiques, l'impact sur la biodiversité et une simplification de l'accès aux résultats d'ACV pour la décision. Enfin, une traduction du jeu en anglais permettrait sa mobilisation dans les formations en anglais et une diffusion internationale.

Conclusion

Les innovations pédagogiques présentées dans ce chapitre illustrent, avec des objectifs, des publics et des angles distincts, différentes manières à la fois de valoriser des résultats de recherche dans le domaine du changement climatique et de répondre aux attentes de la filière face à cet enjeu de grande importance. Elles ne prétendent pas couvrir l'ensemble des initiatives récentes et sont elles-mêmes naturellement en constante évolution. Les collaborations au sein des réseaux pédagogiques et leur renforcement à la faveur des projets de recherche impliquant les enseignants-chercheurs favoriseront le développement et les améliorations de ces initiatives.

Il est assez remarquable que toutes ces innovations présentent à la fois des modernisations de forme ou de méthodes pédagogiques, et des propositions visant à renforcer les compétences pour faire face au changement climatique. Ces propositions se révèlent rapidement complexes, et donc appellent des approches interdisciplinaires. Cette orientation interdisciplinaire pousse alors à imaginer des modules différents des cours disciplinaires, généralement plus classiques, prodigués par les enseignants.

Ces dispositifs permettent aussi aux étudiants de se projeter dans des situations professionnelles futures et donc d'anticiper sur l'évolution des métiers, tous affectés par le changement climatique, du producteur au conseiller, mais avec des particularités...

Plus fondamentalement, ces évolutions peuvent être interprétées avec un regard prospectif comme des « signaux faibles » sans doute annonciateurs de changements plus profonds. D'abord, elles confirment un appétit des étudiants pour des formes pédagogiques innovantes plus conviviales et plus ludiques. Surtout, elles répondent à une aspiration de ces étudiants, futurs professionnels, à ne pas être de simples récepteurs de cours prodigués *top down* (l'enseignement dit vertical), mais plutôt à être accompagnés dans l'exercice interdisciplinaire d'assemblage des connaissances et dans l'utilisation de ces connaissances. Celles-ci pourront de moins en moins s'apparenter à des recettes mais viendront au contraire constituer un mélange d'informations, autant transversales que descendantes, vouées à alimenter une réflexion stratégique ou opérationnelle, nécessairement collective.

Ces considérations se révèlent cohérentes avec les visions sur l'évolution des métiers qui sont développées dans les prospectives (Aigrain *et al.*, 2023) ou au sein du *think tank* qu'est la chaire d'entreprises Vigne et vin à l'Institut Agro Montpellier (Touzard et Hannin, 2023). Les vignerons de demain y apparaissent généralement associés collectivement dans des réseaux opérationnels, interconnectés, en capacité de travailler en bonne intelligence avec la Recherche et les Instituts porteurs d'innovations ; ils ne disposeront pas de solutions « clef en main », ni de panacées face au changement climatique, ni de « vaccins » face aux maladies et ravageurs émergents qui menacent le vignoble de la même façon et concomitamment.

Ces initiatives pionnières mettent en lumière un enjeu majeur des établissements d'enseignement et de formation concernés par les métiers de la vigne et du vin : à côté de nécessaires cours magistraux disciplinaires, ceux-ci doivent proposer des situations pédagogiques qui vont préparer les futurs professionnels de la filière à agir dans un contexte encore largement inconnu, et marqué par un changement structurel de modèle de production, de travail, de construction de connaissance pour l'action.

Il faudra aussi sans doute associer, et peut-être intégrer, les connaissances pour l'adaptation à d'autres grands enjeux, tels que la sortie des pesticides, la transition numérique et les nouveaux marchés mondiaux du vin...