

## Recherche et développement

### Une plateforme web de centralisation et d'analyse des données numériques en provenance du vignoble

L'essor de l'agriculture connectée s'est accompagné d'une offre croissante de solutions numériques produisant des données très nombreuses et de natures diverses. Développée par l'entreprise franco-américaine Fruition Sciences, la plateforme web « 36oviti » permet de regrouper dans un seul outil toutes ces données et ainsi faciliter le diagnostic et la prise de décision dans le vignoble.

#### Climat, ressources humaines, réduction des intrants, dépérissement de la vigne : les viticulteurs français face à de nombreux défis

La viticulture est un secteur tout à fait particulier de l'agriculture française. La nature, la qualité et la valeur faciale du produit final, le vin sont en effet fortement influencés à la fois par de multiples facteurs naturels (climat, conditions météo locales, terroir, cépage...) et par les pratiques culturales (stratégies de culture, de récolte, de vinification...).

##### Aléas météo et maladie

Si elle est particulièrement résistante à son état naturel de liane et se suffit de peu à l'origine, la vigne domestiquée est particulièrement sensible. Taillée, contrainte dans sa croissance pour favoriser la productivité, la vigne est exposée à plusieurs risques induits principalement par le climat : gel, grêle, contextes de pluies et de températures favorisant l'apparition des maladies. C'est ainsi que la filière viticole est l'une des activités agricoles la plus consommatrice de produits phytosanitaires : 20 % des fongicides utilisés en France sont pulvérisés sur 4 % de la surface cultivée. La filière remuée par la pression sociale et médiatique s'est donc engagée dans une transition écologique, mais peine à trouver des alternatives de lutte contre les maladies.

##### Réchauffement climatique

Aux aléas météorologiques habituels, les effets du changement climatique bousculent les acquis et remettent en cause les pratiques culturales historiques. Par exemple, dans les régions les plus chaudes (sud-est) où l'irrigation est autorisée, l'accès à l'eau, le changement de pratiques et le partage de l'eau sont également des préoccupations pour les aménageurs et les exploitants dont la demande en équipement est en constante augmentation.

##### Dépérissement des ceps

Autre grande préoccupation au vignoble : le dépérissement de la vigne. Il est communément admis que plus le cep est vieux, meilleur est le vin. Mais les causes de mortalité sont diverses (mécanique, maladie, sécheresse) et dans une parcelle ancienne, le vigneron a toujours une grande réticence à arracher sa vigne. Pourtant, la réglementation des appellations impose un nombre de pieds de vigne minimum à l'hectare. Estimer le plus précisément les manquants et décider des stratégies de remplacement (complantation ou replantation) est donc primordial pour les professionnels.

##### Pénurie de main d'œuvre

Sur le plan humain pour finir, la filière fait également face à une pénurie de main d'œuvre et doit aussi trouver des solutions pour ne plus exposer ses équipes lors des pulvérisations de pesticides.

#### Comment les nouvelles technologies connectées et les data sciences répondent aux besoins viticoles et comment s'organise la transition numérique ?

Robotique, IOT (Internet des objets) modèles et prévisions, données connectées en provenance du fruit, de la plante et de l'environnement : depuis dix ans, le numérique a fait son entrée dans les pratiques agricoles avec un arsenal de technologies dont les bénéfices peuvent être classifiés comme suit avant récolte :

- confort et gain de temps opérationnel pour les opérations terrain : permettent à distance, de surveiller les cultures, et de piloter les équipements (par exemple, pouvoir activer des vannes d'irrigation à distance) ;
- substitution au travail humain : par exemple, robots désherbeurs qui limitent aussi le recours aux herbicides et permettent de gérer les enherbements ;

- mesures de précision à des fins de connaissance en appui de la décision de gestion viticole : capteurs, sondes, imagerie aérienne, analyses chimiques ;
- consignation des opérations humaines : logiciels de traçabilité ;
- aide à la décision de gestion viticole : logiciels et applications web de retranscription des données, analyse, modèles statistiques pour la prédiction.

L'industrie œuvre encore dans une logique de compétition économique et technologique, où chacun développe ses propres solutions et où la mutualisation de moyens reste à la marge. Les viticulteurs sont donc exposés à une offre de plus en plus large de solutions et les sources de données sont très hétérogènes. En pratique, cet arsenal numérique produit des données de natures diverses qui restent le plus souvent éparpillées et génèrent une dispersion de temps sur internet : chaque data fournisseur ayant développé son interface web.

Un « butinage » qui produit des effets contraires au bénéfice « gain de temps » annoncé et contraint le plus souvent les viticulteurs (chefs de culture, directeurs techniques, responsable qualité et R&D) à un travail fastidieux de compilation, de recoupement et d'analyse manuels effectués majoritairement sur Excel®. Difficile dès lors, de comparer facilement deux millésimes, de partager des données sans risquer d'altérer un fichier et de générer simplement un rapport ou un bilan.

### Répondre au besoin d'intégration de données hétérogènes : la plateforme web « 360viti » développée par Fruition Sciences et exemples d'application

Fruition Sciences fut parmi les premières entreprises il y a une dizaine d'années, à déployer des capteurs connectés afin de mesurer précisément la réaction du végétal à ses conditions environnementales (météo), de culture (actions mécaniques, fertilisation...) et de terroir (sol, climat local). Face à l'explosion des outils connectés, l'entreprise franco-américaine offre une solution web centralisée afin d'éviter aux professionnels de se connecter à de multiples sites pour acquérir des données utiles à la conduite de leurs cultures, et grâce à l'automatisation de nombreuses tâches de compilation manuelle, valoriser leur savoir-faire et leur expérience sur le terrain plutôt que sur Excel®. « 360viti » permet aussi de paramétrer des alertes automatisées (seuils de température critiques, risques maladies, facteurs clés...). L'expertise numérique et l'intelligence vigne embarquée dans la plateforme « 360viti » permettent d'agencer automatiquement et de restituer clairement ces informations (encadré 1).

En pratique, pour assurer leur rendement et maîtriser la qualité de leurs fruits, les vigneronnes effectuent six grandes catégories de tâches qui se répartissent comme suit : opérations de taille, fertilisation, traitement contre les maladies, travaux dits « en vert », irrigation et vendanges.

Pour chacune de ces tâches, un certain nombre de technologies et de données scientifiques, localisées sur le domaine ou non, permettent d'étayer ou d'affiner les stratégies déployées par les vigneronnes selon les objectifs recherchés (rendement, qualité du fruit, réduction des intrants...).

En voici quelques exemples :

- stations météo physiques ou dématérialisées : au cœur des préoccupations des vigneronnes la donnée météo est aujourd'hui indispensable à l'échelle du vignoble. Assortie de prévisions et de données agronomiques précieuses, elle permet de mieux cibler les actions de protection de la vigne, d'anticiper la gestion des travaux au vignoble et la mobilisation des ressources humaines nécessaires ;
- imagerie NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) satellite ou aérienne : elle permet d'évaluer la biomasse. Les images NDVI sont utiles dans un grand nombre de décisions : taille hivernale, opérations d'harmonisation du vignoble (fertilisation ciblée, gestion des enherbements, estimation des pieds manquants...). D'année en année, les clichés permettent aussi de mesurer l'impact des pratiques culturales ;
- scanner Physiocap : embarqué sur les engins motorisés, le Physiocap permet d'évaluer la biomasse et apporte un éclairage particulier sur le « bois ». Il est utilisé pour les décisions de taille, la fertilisation et les stratégies de zonage de la maturité ;
- analyses de fruits : les vigneronnes envoient leurs fruits à des laboratoires d'analyse pour surveiller la composition et ajuster les opérations selon leurs objectifs (gestion des sols, fertilisation, anticipation des vendanges, prévision des rendements) ;
- analyses pétiolaires : les vigneronnes envoient leurs pétioles à des laboratoires d'analyse pour en surveiller la composition et ajuster la fertilisation (foliaire ou au sol) selon leurs objectifs ;
- modèles maladie : depuis 2019, « 360viti » fournit les modèles maladie de l'Institut français de la vigne et du vin (mildiou, oïdium, black rot). Couplés aux stations météo physiques ou dématérialisées, ces modèles fournissent le risque potentiel d'infection et la fréquence théorique d'attaque pour les données historiques et la prévision à quatre jours ;
- capteurs de flux de sève : placés sur les cepes ils permettent de mesurer le déficit hydrique des plantes et ainsi d'irriguer au bon moment et à la juste quantité. En zones sèches (et dans le contexte du réchauffement climatique), c'est un outil précieux qui permet de faire évoluer les pratiques d'irrigation et de protéger la ressource en eau, tout en optimisant la qualité du fruit (trop d'eau nuit souvent à la robustesse de la plante et à la qualité du raisin : il a été prouvé qu'un léger stress hydrique est bénéfique pour la vigne). En moyenne, les usages de capteurs de flux de sève et de « 360viti » économisent 50% de la ressource en eau par rapport aux moyens traditionnels d'irrigation.

#### 1 DES SOURCES DE DONNÉES HÉTÉROGÈNES

Imagerie aérienne, modèles statistiques, relevés manuels, capteurs au sol, proxidtection, résultats d'analyses (sol, fruit, plante) : les données numériques proviennent de sources très diverses. Bien interprétées et croisées entre elles, elles sont précieuses pour mieux comprendre ce qui se joue pendant le millésime et/ou affiner les pratiques d'un millésime à l'autre. « 360viti » permet d'intégrer et de présenter clairement tous ces types de données (sous forme de graphes, de cartes ou d'indicateurs de performance) comme l'illustre la figure 1.

► À l'origine un simple outil d'aide à la décision viticole, la plateforme web « 360viti » est aujourd'hui un véritable carnet de santé numérique du vignoble. Elle est organisée en trois applications (Maps, Graph, et EnterData) structurées autour d'un tableau de bord principal dans lequel les utilisateurs peuvent créer des carnets d'analyse et surveiller une grande variété de facteurs :

- le tableau de bord personnalisable permet de regrouper tous les indices importants pour l'utilisateur et de recevoir des alertes. Chaque utilisateur peut créer son tableau de bord et le partager (ou non) avec son équipe. En partenariat avec Weather Measure, entreprise française spécialiste de la météorologie de précision, « 360viti » offre aussi à ses utilisateurs un tableau de bord agroclimatique qui fournit un historique météo, des prévisions à quatre ou dix jours et des indices agroclimatiques géolocalisés pour le domaine. Ces informations peuvent être couplées à un ou plusieurs modèles maladie ;
- Maps permet de visualiser des cartes géo-référencées (NDVI, Physiocap®, pédologie...) ou de traduire de la donnée numérique en cartographie (données Dyosystem, données en provenance de EnterData, ou de Graph). L'application propose aussi des outils pratiques pour dessiner et annoter ;
- Graph permet de suivre les données dans le temps sous forme de courbe ou d'histogramme pour chaque parcelle. Par exemple, une évolution de taux de sucre dans le fruit, des précipitations, le déficit hydrique... Il est ainsi possible de comparer des millésimes ou des parcelles entre elles ;
- EnterData est une application de saisie manuelle. Organisée par grands thèmes agronomiques, elle permet de consigner les données physiologiques observées

ou relevées à la main. La donnée saisie contextualise et enrichit les analyses faites avec les autres applications de « 360viti ».

### Exemple d'application : la gestion du risque maladie et la gestion des intrants

Premier niveau de licence « 360viti », l'abonnement « Discovery » combine un service de météorologie numérique de précision en partenariat avec la start-up française Weather Measures, et des modèles maladie en collaboration avec l'Institut français de la vigne et du vin. Cette solution d'assistance à la protection du vignoble, fait le lien entre climat et risque de maladie pour le vignoble et permet en particulier de rationaliser le recours aux traitements phytosanitaires. L'utilisateur consulte les données sur un tableau de bord très simple d'utilisation (figure 1).

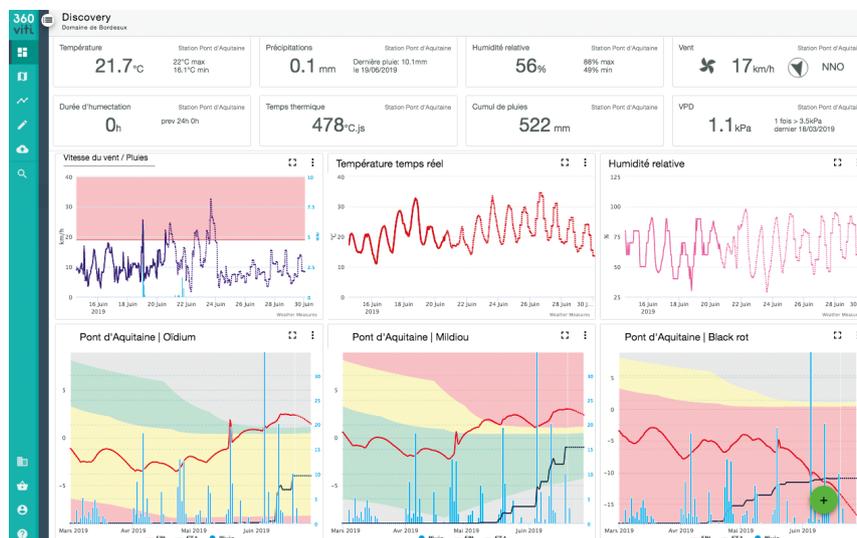
Pour fournir une station météo dématérialisée, la société Weather Measures collecte, filtre et analyse statistiquement des données provenant de satellites, de radars, de modèles météo, et de capteurs au sol. Sur la région

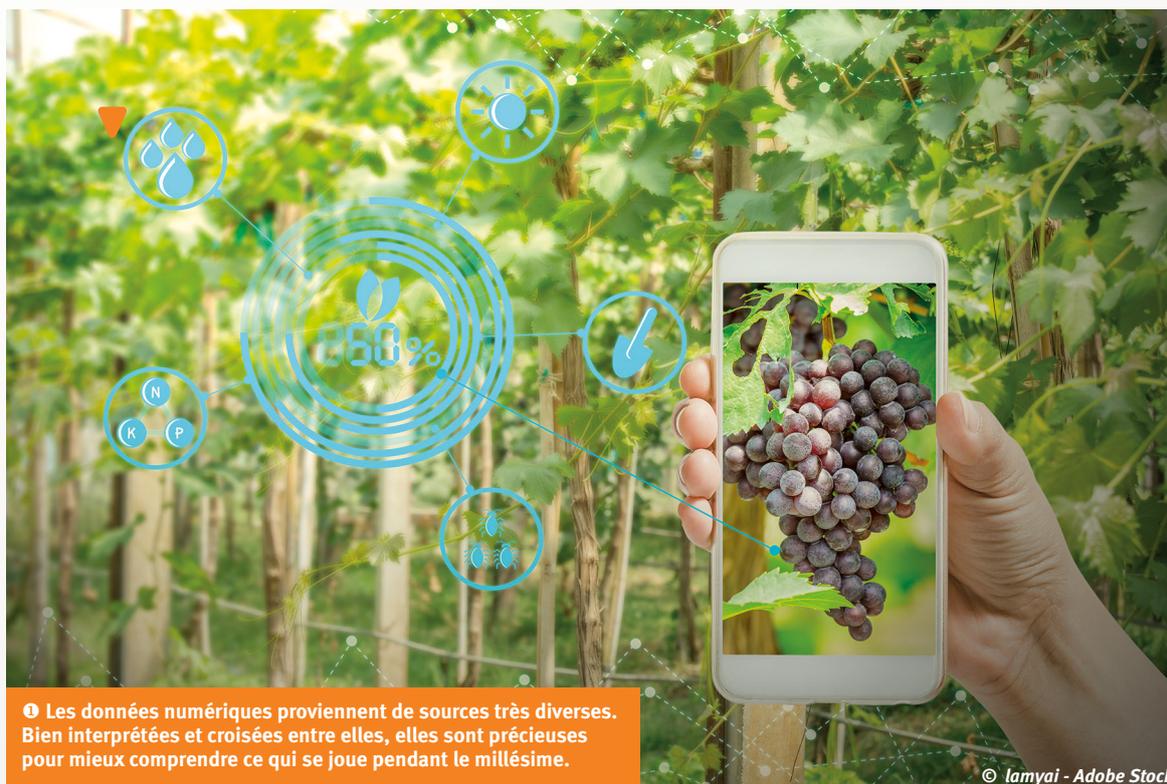
## 2 TÉMOIGNAGE

Dorian Fages, responsable R&D Vigne,  
Château Latour - France

« L'interface 360viti est très complète. (...) En plus de la climatologie, physiologie et cartographie, elle permet également depuis peu d'intégrer et d'analyser d'autres données, notamment les paramètres de maturité mesurés à l'aide du Dyosystem de la société Vivelys. Modulable et personnalisable à souhait, elle permet (...) une traçabilité et des bilans très pointus à la parcelle. »

1 Le tableau de bord de « 360viti Discovery », exprime, pour une parcelle de référence géolocalisée, les différents indices agroclimatiques. On peut y voir les données horaires de l'humidité relative, des précipitations et de la vitesse du vent (les prévisions sont indiquées en pointillé). L'EPI (état potentiel d'infection) fourni par l'Institut français de la vigne et du vin est présenté pour le mildiou, l'oïdium et le black rot.





❶ Les données numériques proviennent de sources très diverses. Bien interprétées et croisées entre elles, elles sont précieuses pour mieux comprendre ce qui se joue pendant le millésime.

viticole de Bordeaux, avec près de 1,5 millions de données traitées chaque jour, un maillage de 110 000 points météo générés et douze mois de tests et d'analyses, la prévision atteint 80 à 98 % de fiabilité selon les paramètres (aussi bien qu'une station terrestre). Les abonnés bénéficient ainsi de plus de dix indices agroclimatiques, et de prévisions de quatre à dix jours géolocalisées.

La modélisation des maladies cryptogamiques (oïdium, mildiou, black-rot) de l'Institut français de la vigne et du vin implémentée dans « 360viti » répond aux enjeux de réduction des intrants. Les modèles maladie permettent de ne traiter que lorsque la menace est bien réelle, et de ne pas traiter le reste du temps ou avec des doses réduites. Ils sont basés sur une approche systémique globale. Ils font le lien statistique entre le climat (entrée) et les symptômes (sortie), mesurent localement un écart à la « norme » météo et corrélient des données épidémiologiques et des concepts théoriques. Ils s'appuient sur du suivi hebdomadaire de réseaux de témoins non traités et indiquent un risque potentiel d'infection (RPI) et une fréquence théorique d'attaque.

### Promouvoir et faciliter une intelligence collective

Le Mas numérique installé au Domaine du Chapitre de Montpellier SupAgro depuis 2016 regroupe une quinzaine d'acteurs de pointe, spécialistes de l'agriculture numérique avec pour objectif l'apport des nouvelles technologies pour la vigne. L'expérimentation se concentre sur deux axes thématiques : la protection des plantes et la gestion de la qualité et des rendements (voir l'article de Crestey *et al.*, pages 52-57 dans ce même

numéro). Or les données de chacun des acteurs restaient confinées dans leurs solutions rendant ardues leur analyse et la démonstration des résultats. « 360viti » permet de regrouper l'ensemble des données numériques collectées, de faciliter la lecture des données corrélées entre elles, et avec les données environnementales et ainsi de faire sens. Un chaînon manquant qui va pouvoir participer à la formation des futurs ingénieurs agronomes et techniciens agricoles, dans un cadre réel d'utilisation.

À l'échelle du domaine, « 360viti » facilite également la collaboration entre les équipes et permet notamment aux métiers en viticulture et en œnologie de travailler mieux ensemble. Parce que la qualité du produit final, le vin, se travaille dans le champ ! À l'échelle du secteur, où chacun tente de développer sa solution logicielle, Fruition sciences œuvre à un mode de travail plus concerté et propose aux consultants et aux data fournisseurs d'utiliser « 360viti », afin d'économiser leurs énergies, leurs ressources et de pouvoir se concentrer sur leur véritable savoir-faire. Un véritable cercle vertueux collectif, puisque plus les données seront croisées, plus la démarche d'intelligence artificielle sera nourrie, et plus les applicatifs de terrain seront éclairés et efficaces. ■

#### L'auteur

**Sébastien PAYEN**  
Fruition Science,  
MIBI, 672 rue du Mas de Verchant,  
34000 Montpellier, France.  
✉ [sebastien@fruitionsciences.com](mailto:sebastien@fruitionsciences.com)