

Nature	Domaine	Nom	Company Institute /	Vecteur	Technologie	Commercialisé Diffusé
Capteur	Cartographie Végétation	Enoview	ICV	Satellite	IR visible	X
Capteur	Cartographie Végétation	Winéo	Noveltis	Drone/Avion	NDVI	X
Capteur	Cartographie Végétation	NDVI	Fruition	Avion ou Drone ou embarqué terrestre	NDVI	X
Capteur	Cartographie Végétation	SpecTerra Imagery	SpecTerra	Avion	NDVI, PCD, HIRAMS System	X
Capteur	Cartographie Végétation	Greenseeker	Avidor	Embarqué terrestre	NDVI	X
Capteur	Cartographie Végétation	MECs Vine	TEAM Casella	Embarqué terrestre	Multi	X
Capteur	Cartographie Végétation	Caméra multispectrale	Agrosup/CIVC	Embarqué terrestre	Caméra optique	
Capteur	Cartographie Végétation	Lidar CHAIF	Le2i/CA71	Embarqué terrestre	LIDAR	
Capteur	Cartographie Végétation	Spektra Agri et Trimble	Spektra Agri	Embarqué	Imagerie satellite	X
Capteur	Cartographie Végétation	VitiCanopy	Adelaide Research & Innovation Pty Ltd	Piéton	Analyse image Smartphone	X
Capteur	Cartographie Vigueur	Physiocap	CIVC/FORCE-A /Fruition	Embarqué terrestre	Laser optique	X
Capteur	Modèle maladie	Odorat Canin	Valentin/CIVC	Embarqué terrestre	Biologique	
Capteur	Résistivité des sols	Géocarta	Géocarta	Embarqué terrestre	ARP	X
Capteur	Nutrition hydrique	Flux de sève	Fruition	Fixe Terrain	Thermique	X
Capteur	Nutrition minérale	N-tester	Yara..	Piéton	Optique	X
Capteur	Nutrition minérale	Dualex	FORCE-A	Piéton	Fluorescence	X
Capteur	Nutrition minérale	LAI 2200	Li-Cor	Piéton	Optique	X
Capteur	Qualité des raisins	Dyostem	Vivelys	Fixe Labo	Imagerie	X
Capteur	Qualité des raisins	Qualiris reception	Sodimel	Fixe Réception	Imagerie	X
Capteur	Qualité des raisins	Spectron	Pellenc	Piéton	NIR	

Capteur	Qualité des raisins	Multiplex	FORCE-A	Piéton/Embarqué, Terrestre	Fluorescence	X
Capteur	Qualité des raisins	Qualiris Grappe	Sodimel	Piéton	Imagerie	
Capteur	Qualité des raisins (Botrytis)	RotBot™	HortPlus and New Zealand Institute for Plant Food Research Ltd	Piéton	Imagerie	
Capteur	Qualité des raisins	SmartGrappe	IRSTEA	Piéton	Imagerie	
Capteur	Qualité des raisins	Luminar 5030	Seppal	Piéton	NIR	
Capteur	Qualité des raisins	Vitis Flower	Université Rioja	Piéton	Imagerie	
Capteur	Qualité des raisins	Winescan	FOSS	Fixe Labo	IRTF	X
Capteur	Qualité des raisins	MT 04	Maselli Misure	Fixe Labo	Réflectance	X
Capteur	Qualité des raisins	EARN	SATT Aquitaine	Embarqué terrestre	Imagerie	
Capteur	Qualité des raisins	Penefel	CIVC/SETOP	Fixe Labo	physique	X
Capteur	Qualité des raisins	Durofel	CIVC/SETOP	Fixe Labo	Physique	X
Capteur	Qualité des raisins	Labmaster	Novasina	Fixe Labo	Physique	X
OAD	Modèles Maladies	Potentiels Systèmes	SESMA/IFV		Modèle	X
OAD	Modèles Maladies	Vite.net	Horta		Modèle	X
OAD	Modèles Maladies	Movida	ITK/Bayer		Modèle	X
OAD	Modèles Maladies	Portail Météo	CIVC	internet	Modèle	X
OAD	Cartographie Maladies	Epicure	IFV		Modèle informatique	X
OAD	Cartographie Vignoble & Modèle maladies	Vintage HMI	GaiaG s.r.l.		Imagerie et modèle informatique	X
OAD	Modèles Maladies	Quaderno di Campagna ou QdC®	Plateformes Image Line s.r.l.,		Modèle informatique	X
Capteur/OAD	Modèles Maladies	RotBot™ Predict	New Zealand Institute for Plant Food Research Ltd	Piéton	Imagerie et modèle informatique	X

OAD	Cartographie Maladies	Plan de Traitement Optimisé	IFV		Modèle informatique	
OAD	Quantification oïdium sur grappes au vignoble	Powdery mildew assessment tool (PMapp)	Adelaide Research & Innovation Pty Ltd			X
OAD	Modèles Doses maladies	Optidose	IFV		Modèle	X
OAD	Nutrition hydrique	Modèles ITK	ITK		Modèle	X
OAD	Nutrition hydrique	Wallis	IFV		Modèle	X
OAD	Cartographie parcellaire application agriculture de précision	Enogis	MPA Solutions soc		Imagerie et application Smartphone	X
OAD	Cartographie Vigueur (été)	FA-Vigor	FORCE-A	Embarqué Terrestre	Service (Fluorescence)	X
OAD	Cartographie Vigueur (hiver)	FA-Wood	FORCE-A	Embarqué Terrestre	Service (Fluorescence)	X
OAD	Qualité des raisins	Previmat Cabernet Franc	INRA		Modèle	X
OAD	Qualité des raisins (cinétique et cartographie)	FA-Vendange	FORCE-A	Piéton	Service (Fluorescence)	X
Analyse	Nutrition hydrique	Delta 13C		Analyse laboratoire		X
Analyse	Qualité des vins	Cromoenos	Bioenos	Analyse laboratoire		X
Service	Cartographie parcellaire application agriculture de précision	Ager	Ager sc – Agricoltura e Ricerca		Gestion des vendanges et de la fertilisation	X
Service	Utilisation de capteurs et viticulture de précision		AgroData Consulting		Viticulture précision	X

Tableau des principaux capteurs ou outils d'aide à la décision pour évaluer et/ou piloter la qualité des raisins

Capteurs :

Enoview : ICV (Institut Coopératif Vin, <http://www.icv.fr>) en partenariat avec TerraNis France : Enoview® utilise des images satellitaires ((SPOT 5, FORMASAT) avec une résolution inférieure ou égale à 1m50. Ces images, qui comportent différentes bandes spectrales dans le visible et l'infrarouge, sont traitées pour fournir des cartes de surface foliaire en chaque point de la parcelle. Ce traitement permet d'extraire des caractéristiques biophysiques donnant un état du végétal (vigueur et hétérogénéité). Ces cartes peuvent être mises à disposition sur Smartphone.

Winéo : Noveltis (contact@noveltis.fr). France : Outil de viticulture de précision développé dans le cadre du projet européen Innovine. Il repose sur des images aériennes (issues d'avion ou de drone) et il donne aux vignerons un jeu complet de variables à l'échelle de la parcelle : orientation des rangs et distance inter-rangs, manquants (emplacement et pourcentage), vigueur (uniquement pour les pieds en place) et hétérogénéité relative, potentiel d'ensoleillement de la zone.

NDVI : Fruition (<https://fruitionsciences.com/>). Fruition Sciences (France et USA) a développé une interface qui permet de gérer l'information viticole pour faciliter les prises de décision. Celle-ci utilise notamment le NDVI en partenariat avec la société Avion Jaune. Des photos aériennes prises aux stades clés du développement de la vigne permettent de visualiser les variations d'expression végétative du vignoble.

SpecTerra Imagery : SpecTerra (<http://www.specterra.com.au>), SpecTerra (Australie, Europe) NDVI, PCD (Plant Cell Density) et HIRAMS system (High Resolution Airborne Multispectral Sensors System). Service d'imagerie aérienne numérique fournissant des cartes de végétation du vignoble (cartographie de la vigueur par les indices PCD et NDVI). Le système HIRAMS utilise 4 caméras pour contrôler la végétation (visible et proche infrarouge) avec une résolution au pixel (de 0,25m à 1,5m).

Greenseeker : AVIDOR High Tech (<http://www.avidoragri.fr>). Le Greenseeker® est un capteur actif qui émet ses propres sources de lumière et s'affranchit des conditions climatiques. La lecture dans le rouge et le proche infrarouge permet d'estimer l'activité des cellules qui assurent la photosynthèse donc la vigueur de la plante. Le Greenseeker® utilise la norme NDVI, reconnu comme étant l'indice de végétation le plus fiable

pour estimer les besoins nutritionnels des végétaux. Il peut être embarqué sur des tracteurs ou équipements agricoles pour évaluer vigueur, besoins en azote, le suivi de la croissance des plantes, estimer la biomasse, la surface foliaire, détecter et cartographier les zones de carence, etc.

MECs Vine : Casella Macchine Agricole (<http://www.casella.it>), Italie. L'outil a été développé par TEAM (Étude d'Ingénierie Terradat, Appleby Italiana, Casella Macchine Agricole). MECS-VINE1 (Micro Environnement and Canopy Sensor, variante VINE) est un capteur multiparamétrique réalisé spécifiquement pour la caractérisation du développement végétatif et du micro-habitat des cultures en rangs de plein champ (vignobles, vergers, etc.). C'est un outil de viticulture de précision. Le logiciel d'analyse des données, MECS-MAPS, transforme les données enregistrées par le capteur en une série d'informations sous forme de cartes thématiques superposables entre elles. De plus, au moyen du logiciel MECS-MAPS, l'utilisateur peut utiliser les cartes obtenues pour produire des programmes de travail pour les activités de type VRT (Variable Rate Technologie ou applications ciblées de produits) au champ avec l'aide de machines agricoles utilisant la technologie VRT (épandeurs d'engrais, épandeurs de fumier/compost, atomiseurs, arroseurs, écimeuses, effeuilleuses, cueilleuses, etc.).

Caméra multispectrale : Agrosup Dijon et CIVC (Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne), France. Adresses (<http://www.agrosupdijon.fr> et <http://www.champagne.fr>). L'outil est une caméra optique multispectrale permettant la détermination de la surface foliaire de la vigne, de sa vigueur, voire la détection de symptômes de maladies.

Lidar CHAIF : LE2i (Laboratoire Electronique Informatique et Image, UMR CNRS 6306) et **Chambre Agriculture Côte d'Or**, France. Adresses : <http://le2i.cnrs.fr> et <http://www.cote-dor.chambagri.fr>) Collaboration entre Vinipôle Sud Bourgogne, l'ADERC et Nicéphore Cité qui se sont associés autour d'un programme de R&D destiné à élaborer un dispositif de caractérisation de la haie foliaire afin d'optimiser les quantités d'intrants appliqués mais aussi d'effectuer un suivi de l'état agronomique des parcelles. L'outil est un détecteur laser permettant de caractériser la haie foliaire via la mesure de la densité du feuillage. Le détecteur est associé à un logiciel de traitement d'image équipant un PC embarqué sur tracteur (en cours de développement). Les informations tridimensionnelles sont transformées en commandes électriques envoyées au pulvérisateur.

Spektra Agri : Spektra Agri, (<http://www.spektra-agri.it>). Développement d'outils d'agriculture de précision basés sur des techniques satellitaires et mettant l'utilisation des données recueillies à la parcelle au centre des décisions stratégiques.

VitiCanopy : Adelaide Research & Innovation Pty Ltd (<http://www.adelaideresearch.com.au>) Australie. Analyse d'image sur Smartphone. Le logiciel permet d'obtenir les paramètres d'architecture de la canopée de la vigne en utilisant une photographie numérique de la végétation. C'est une aide à la mesure de l'équilibre entre croissance végétative et production de fruits par utilisation d'algorithmes estimant les dimensions des manques de couvert végétal.

Physiocap : CIVC, France (<http://www.champagne.fr>). Appareil permettant d'évaluer la vigueur de la vigne en estimant le volume des bois de taille grâce à un laser micrométrique qui permet la mesure de leur diamètre.

Odorat Canin : CIVC, France (<http://www.champagne.fr>), **Valentin**. Technique exploratoire visant à la détection d'attaques de parasites (avant l'apparition de symptômes) par des chiens. ;

Géocarta : Géocarta, France (<http://www.geocarta.net>). La société est spécialisée dans la détection des structures enfouies et la cartographie du très proche sous-sol (0 -10m). Elle développe des outils géophysiques issus de recherches CNRS. Les capteurs d'imagerie du sous-sol permettent l'acquisition de mesures géophysiques en continu. Les mesures (électriques, magnétiques ou électromagnétiques basse et haute fréquence) sont interfacées en temps réel avec des données de positionnement issues de GPS différentiel ou RTK (Real Time Kinematic ou cinématique en temps réel) assurant un positionnement précis des données acquises sur le terrain. Les méthodes comprennent notamment pour les études géotechniques, hydrogéologiques et pédologiques la mesure de la résistivité des sols à multi profondeurs (ARP®).

Flux de sève : Fruition (<https://fruitionsciences.com/>). La méthodologie permet de mesurer la transpiration de la vigne et de fournir un indicateur précis pour gérer son statut hydrique. Des capteurs sont placés sur les troncs des vignes. Ils chauffent la plante et mesurent la vitesse de déplacement de la chaleur pour calculer le flux de la sève toutes les 15 minutes. Les données sont enregistrées et envoyées automatiquement sur les serveurs de la société. Des algorithmes analysent les données brutes en temps réel et calculent l'indice de déficit hydrique des ceps mesurés.

N-tester® : Yara (<http://www.yara.fr>), France. L'appareil effectue une mesure optique de la teneur en chlorophylle des feuilles qui est fortement corrélée à la nutrition azotée de la plante. Trente mesures, répétées plusieurs fois dans la parcelle, vont donner une moyenne représentative de la parcelle. La valeur N-Tester® est fortement influencée par le stade de croissance et la variété. Les conditions climatiques et la biomasse de la culture ont également une influence sur l'indice mesuré.

Dualex : FORCE-A, France (<http://www.force-a.com>). Capteur permettant de mesurer par fluorescence la teneur en chlorophylle et en flavonols des feuilles directement à la parcelle et d'en déduire le statut azoté de la vigne.

LAI 2200 : Li-Cor® Biosciences, (<http://www.licor.com>), USA. L'appareil est un analyseur de la canopée des plantes qui utilise une méthode non destructive pour mesurer facilement et précisément la surface foliaire (LAI ou Leaf Area Index)

Dyostem : VIVELYS, Groupe Oeneo (<http://www.enosens-coutras.fr> ou <http://www.vivelys.com>), France. La méthode est une approche d'évaluation de la maturité des baies. Elle consiste à mesurer la quantité de sucre par baie (mesure de la concentration en sucre et du volume de la baie) ainsi que sa couleur. La mesure de plusieurs prélèvements lors de la maturation permet de suivre le taux de chargement en sucre de la baie. L'arrêt de chargement de la baie correspondant à la maturité. Selon le type de vins rouges ou blancs élaborés, on décide de vendanger en début ou en fin de plateau de chargement en sucre. Applications : détermination de la date optimale de maturité d'une parcelle, du potentiel qualitatif de la parcelle, groupement de parcelles de même type de maturation, identification des parcelles en déséquilibre physiologique ou en état de stress, détermination du circuit de vendange selon les objectifs de production, traçabilité des données maturation..

Qualiris reception: Sodimel, (<http://www.sodimel.fr>) France. L'appareil réalise des prises de vue numériques de la vendange à sa réception, suivi d'un traitement d'images qui permet de qualifier l'apport de raisins pour sa sélection qualitative. L'appareil est composé d'un PC supportant le logiciel de vision de la vendange et permettant de pilotage de 2 boîtiers de prise de vue en couleurs. Chaque boîtier comprend les composants de communication avec le PC, un puissant éclairage et un dispositif de prise de vue (l'ensemble du cycle de prise de vue est automatique). L'évaluation porte sur : le pourcentage de corps étrangers (propreté de la vendange), le pourcentage de baies altérées (botrytis, grêle, etc.), de baies bien colorées (teinte optimale), de baies manquant de couleur (cas de certains cépages).

Spectron : Pellenc (<http://www.pellenc.com>), France. Spectrophotomètre autonome, portable, émettant dans le visible et proche infrarouge permettant des mesures non destructives et géolocalisées par réflectance de 3 paramètres importants pour estimer la maturité technologique du raisin : sucre, acidité et anthocyanes.

Multiplex : FORCE-A (France, <http://www.force-a.com>). Capteur qui permet par fluorescence de mesurer la teneur en chlorophylle, en flavonols et en anthocyanes des feuilles et des grappes directement à la parcelle et d'en déduire le statut azoté de la vigne et le stade de maturité du raisin (maturité phénolique des raisins rouges et maturité technologique des raisins blancs).

Qualiris Grappe : Sodimel, (<http://www.sodimel.fr>) France. Outil piéton d'évaluation du rendement de la vendange dès le stade fermeture de la grappe basé sur la mesure du volume de la grappe. Il est constitué d'un capteur portable autonome vendu avec licence d'utilisateur d'un logiciel Qualiris grappe à installer sur un PC. L'appareil assure une prise d'images dans les parcelles. Celles-ci sont ensuite récupérées sur PC et analysées par le logiciel qui permet de déduire : le poids moyen des grappes selon 3 hypothèses (année normale, année pluvieuse, année sèche), la répartition des poids moyens des grappes selon plusieurs classes de taille (prise en compte du cépage).

RotBot™ : The New Zealand Institute for Plant & Food Research Ltd. Partenariat avec HortPlus (<http://rotbot.co.nz/rotbot>), Nouvelle Zélande. Outil industriel qui permet la quantification objective et standardisée de la pourriture sur grappe de cépages blancs. Une simple

photographie de grappe par Smartphone sur un fond bleu et RotBot détermine la sévérité de l'attaque par botrytis. Lorsqu'un nombre satisfaisant de grappes est photographié dans une surface de vignoble, RotBot donne à l'utilisateur fréquence et intensité de l'attaque à la parcelle.

Dans les développements futurs, il est prévu de réaliser une cartographie GPS pour montrer la distribution de la pourriture dans la parcelle, un assistant d'échantillonnage pour avoir une estimation représentative et une synchronisation avec un serveur (cloud computing ou informatique nuagique) pour la gestion d'un grand nombre de parcelles.

SmartGrappe : Irstea, (<http://www.irstea.fr>), France. Appareil utilisant les fonctionnalités d'un Smartphone (géolocalisation, photographie numérique, communication réseau). Celles-ci sont associées à un modèle de décision pour devenir un outil de diagnostic portable. Le dispositif comprend un boîtier qui reçoit le Smartphone. Un logiciel spécifique extrait automatiquement à partir d'une photographie les paramètres recherchés (ex. mesure de l'hétérogénéité des couleurs des baies) qui sont interprétés par le modèle de décision. L'objectif du SmartGrappe est de mesurer l'hétérogénéité des couleurs non quantifiable à l'œil nu

Luminar 5030, Le Vigneron : SEPPAL, département d'ISITEC-LAB (www.seppal.com) France, fabricant **BRIMROSE** (<http://www.brimrose.com>), USA. Le Vigneron est un analyseur portable (spectrophotomètre) en proche infrarouge permettant de réaliser des analyses non destructives au vignoble (degré Brix, sucres, pH, acidité totale, anthocyanes, polyphénols totaux et teneur en azote assimilable). Il détermine donc la maturité technologique. Il utilise la technique AOTF (Acoustico Optic Tunable Filter) qui améliore considérablement l'analyse par spectroscopie proche infrarouge.

VitisFlower : Université de la Rioja, (<http://televitis.unirioja.es>), Espagne. VitisFlower® APP est une application gratuite pour android développée par le groupe Televitis. Elle permet l'estimation du nombre de fleurs par inflorescence de vigne dans les conditions de vignoble de façon automatique et fiable. La technique consiste en une analyse d'image effectuée sur une simple photo. L'image acquise avec le nombre de fleurs détectées et calculées, peut être stockée dans une base de données. L'appareil a été développé par le projet de recherche Vinetics. Televitis est un groupe de recherche et développement de l'université de la Rioja et de l'institut des sciences de la vigne et du vin (ISVV) en Espagne.

Winescan : Foss, (<http://www.foss.fr>), France. L'appareil utilise la technologie interférométrique IRTF (Infra Rouge à Transformée de Fourier). La collecte des données spectrales permet une détermination multi paramétrique au laboratoire des principaux paramètres du vin et du moût (alcool, pH, sucres, acides organiques, etc.). L'analyse de nouveaux paramètres est également possible.

MT 04 : Maselli Misure, (<http://www.maselli.com/fr/>), Italie. Le MT04 est un spectromètre statique qui travaille par réflectance sur un broyat de raisin (environ 200g de grains de raisin égrappés). Il permet l'analyse par réflectance des anthocyanes totaux (A Tot), des anthocyanes extractibles (A Extra), de l'indice des polyphénols totaux (PT), de l'apport des tanins des pépins (MP%), de la Nuance (N), de la qualité phénolique (QP) et cela sans analyses ni réactifs chimiques. Il permet d'exploiter le potentiel des différents cépages, connaître le potentiel

d'extraction du lot, choisir la bonne date de vendange et le bon processus de vinification, déterminer le temps de maturation, sélectionner les raisins à réception. En résumé, il mesure l'état sanitaire de la vendange, le potentiel et la maturité polyphénoliques.

EARN : SATT-Aquitaine ou Aquitaine Science Transfert (<http://ast-innovations.com>), France. **EARN Estimation Automatique du ReNdement** est un système d'acquisition d'images associé à un logiciel permettant d'estimer le rendement de la vigne (par comptage du nombre de baies visualisées par mètre linéaire). C'est un dispositif qui peut être embarqué et permet d'estimer le volume approximatif de la vendange. Le dispositif est composé d'une caméra qui photographie les grappes tout au long de la maturité du raisin et d'un ordinateur qui traite les photographies grâce à un algorithme et permet d'estimer le nombre de grappes, le nombre de baies et leur volumétrie. La mesure peut se faire automatiquement lors de travaux sur la vigne.

Pénéfel : SETOP (<http://www.setop.eu>), France. L'outil (pénétrromètre) mesure la force nécessaire à percer la pellicule d'un fruit croquant (à l'étude sur la baie de raisin). Le Pénéfel mesure ainsi avec précision la force maximale de pénétration d'un embout normalisé grâce à son capteur de force électronique..

Durofel : SETOP (<http://www.setop.eu>), France. L'outil mesure le rebond superficiel, c'est à dire la tension de la pellicule et de la chair du fruit souple (à l'étude sur la baie de raisin). Le Durofel mesure ainsi le retrait superficiel du produit sous l'action d'une force comme on le fait lorsqu'on tâte un fruit.

Labmaster : Novasina, (<http://www.precisa.fr>), France. C'est un appareil de laboratoire qui mesure l'activité de l'eau aw-mètre ou l'indice de perméabilité pelliculaire, c'est à dire la quantité d'eau libre à la surface des pellicules de raisin. La valeur aw a une influence sur certains indices biologiques de qualité d'un produit (ex. croissance des microorganismes). L'indice mesure dans ce cas l'état de dégradation de la pellicule du raisin et sa sensibilité au *Botrytis cinerea*.

Outils d'aide à la décision (OAD) :

Potentiels Systèmes : SESMA (<http://www.sesma.fr>) et **IFV** ou Institut Français de la Vigne et du VIN (<http://www.vignevin.com>), France. Systèmes de modélisation de maladies des plantes dont la vigne (mildiou, oïdium, black rot). Ils sont basés sur les travaux de S. STRIZYK et ont abouti aux modèles Potentiel Système. Les modèles Potentiel Système fonctionnent uniquement à partir des données météorologiques de pluie et de température. Un paramétrage local, basé sur l'historique des données météo disponibles, assure son adaptation à l'échelle d'un vignoble ou d'une zone à priori homogène au plan climatique.

Le modèle calcule ainsi l'écart climatique enregistré par rapport à cette norme et évalue l'impact de ce différentiel sur l'état de conservation ou d'agressivité du parasite. Les modèles indiquent les risques épidémiques : niveau de pression parasitaire et prévision des contaminations.

Vite.net : Horta (<http://www.horta-srl.it>), Italie. L'application proposée est un service web d'assistance à la gestion du vignoble qui répond aux besoins d'accès permanent à l'information sur les conditions environnementales, la situation du vignoble, la présence et l'évolution des insectes et des maladies pour permettre aux viticulteurs de prendre des décisions conformes aux principes de viticulture durable et de production intégrée.

Movida® : Bayer (<http://www.bayer-agri.fr>), France. C'est un outil (logiciel) qui aide à gérer la protection du vignoble contre l'oïdium et le mildiou. Il modélise les risques épidémiologiques. Il permet ainsi de construire les programmes de lutte contre les principales maladies de la vigne les plus adaptés à la parcelle. On peut ainsi piloter de manière interactive la protection du vignoble contre l'oïdium et le mildiou, gérer les alertes de contamination et construire les programmes de traitement.

Portail Météo : CIVC (<https://meteo.comitechampagne.fr>), France. Ce portail est un outil d'aide à la décision (sur abonnement) mis au point pour aider les producteurs dans l'application sur le terrain de quatre grands principes : respect des équilibres naturels et prophylaxie, évaluation des risques (suivi de la météo, consultation des avertissements, observations parcellaires, prise en compte des seuils d'intervention), choix des produits les moins dangereux pour l'homme et l'environnement, maîtrise des applications et notamment de la qualité de pulvérisation. Ce portail s'appuie notamment sur un réseau de stations météo automatiques, des modèles épidémiologiques, des systèmes d'avertissement par fax ou Internet, un réseau de surveillance (Magister).

Epicure : IFV (<http://www.vignevin-epicure.com>), France. EPIcure est un système d'information autour de la modélisation des maladies de la vigne. Le Système d'Information (SI) EPIcure s'appuie sur différents outils pour accompagner au mieux le viticulteur dans sa prise de décision : les modèles Potentiel Système (modèles de prévision des risques épidémiques en viticulture, voir ci-dessus) et des réseaux de données météorologiques (stations météo et radars) permettant de fournir les paramètres d'entrée nécessaires aux modèles.

Vintage HMI : GaiaG s.r.l., (<https://www.gaiagsat.eu>), Italie. Version finale d'un programme européen, VINTAGE HMI ou **H**uman **M**achine **I**nterface, donne une représentation géographique des vignobles et propose des produits issus des modèles de prévision de risques ou autres type de modélisation et des outils d'aide à la décision (utilisation de données satellitaires de l'ESA et de la NASA combinées à des données issues de capteurs au sol ou embarqués sur avion et drone).

Quaderno di Campagna ou QdC® : Plateformes Image Line s.r.l., (<http://www.confindustriaravenna.it>), Italie. Quaderno di Campagna ou QdC® (Le verger en français) est un système d'aide à la décision commercialisé. C'est une application web destinée aux producteurs et aux techniciens viticoles pour aider à gérer de manière durable les maladies et ravageurs aux différentes étapes de la production.

RotBot™ Predict : New Zealand Institute for Plant & Food Research Ltd. Partenariat avec HortPlus (<http://rotbot.co.nz/rotbot>), Nouvelle Zélande. Nouvelle application Smartphone qui inclut l'aptitude à estimer le niveau d'attaque de botrytis sur cépages blancs de **RotBot™** en liaison avec les modèles de prévisions des risques ce qui aide le viticulteur à prévoir et à gérer les attaques de pourriture grise au niveau de son vignoble.

Powdery Mildew Assessment Tool, (PMapp) : Adelaide Research & Innovation Pty Ltd (<http://www.adelaideresearch.com.au>) Australie. Logiciel Smartphone d'aide à la saisie de comptage de l'oïdium sur la surface des grappes à la parcelle. Le logiciel comprend une fonction estimation qui permet d'enregistrer l'intensité de l'oïdium à mesure que l'on estime chaque grappe (fréquence). L'écran montre le nombre total de grappes comptés, la fréquence et l'intensité cumulée de la maladie. Les données peuvent ensuite être envoyée par courriel pour traitement ultérieur. Le système a un tutoriel de formation (139 images de grappes avec des surfaces ombrées représentant une échelle de sévérité d'attaque de 0 à 100% et une possibilité d'auto-calibrage de l'utilisateur).

Enogis : MPA Solutions soc. Coop, (<http://www.enogis.it>), Italie. Plateforme technologique de cartographie parcellaire avec une application Smartphone d'aide à l'agriculture de précision. Une version payante Cloud Enogis existe. La coopérative développe plusieurs autres plateformes technologiques (BerryGIS, OleaGIS, EnoPhit e.a.) qui sont aussi basées sur l'intégration et la centralisation de données en vue d'une gestion durable de la production agricole. Les plateformes sont à différentes étapes de développement.

FA-Wood : FORCE-A (<http://www.force-a.com>) France. Service basé sur les mesures Physiocap qui permet de cartographier les deux composantes de l'expression végétative de la parcelle : le diamètre moyen des sarments et le nombre moyen des sarments, et donc le poids des bois de taille

FA-Vigor : FORCE-A (<http://www.force-a.com>) France. Service basé sur les mesures Dualex et Multiplex. Il permet de cartographier les deux composantes du statut azoté de la parcelle : la densité moyenne de la végétation et la teneur en azote moyenne des feuilles.

FA-Vendange : FORCE-A (<http://www.force-a.com>) France. Service basé sur les mesures Multiplex qui permet de cartographier et d'évaluer la variabilité spatiale et temporelle de la maturité phénolique du raisin par la quantification des anthocyanes directement à la parcelle.

Wallis : IFV, (www.vignevin-lr.com), France. Des cartographies du risque de contrainte hydrique pour la vigne sont proposées à l'échelle de la région (Languedoc-Roussillon). Elles sont basées sur un modèle de bilan hydrique (WaLIS) et sur des données météorologiques à haute définition fournies par Météo France. Elles sont diffusées gratuitement et mises à jour régulièrement en cours de saison. L'information fournie

permet d'évaluer le niveau de contrainte hydrique à l'échelle régionale grâce à un indicateur continu, quantifié et standardisé qui permet les comparaisons interannuelles et géographiques. Ces cartes ne dispensent pas de la mesure sur le terrain mais permettent une évaluation du risque à l'échelle d'un petit territoire.

Le modèle WaLIS (**W**Ater **b**a**L**ance for **I**ntercropped **S**ystems) est un modèle de bilan hydrique qui simule l'évolution de la teneur en eau du sol au pas de temps journalier. En viticulture, il est adapté pour tenir compte de la compétition vis-à-vis de l'eau due à la présence d'un enherbement sur la parcelle. Il existe une relation entre la fraction d'eau disponible dans le sol pour la plante (FTSW, mesurable ou simulable) et le potentiel hydrique foliaire de base, indicateur de l'état hydrique de la vigne. Le modèle Walis peut être appliqué pour prédire le potentiel hydrique foliaire de tige d'un cépage dans des situations de contraintes hydriques modérées.

Delta ¹³C : Analyse de laboratoire (Sovivins et autres). Lors de la photosynthèse, l'absorption du CO₂ avec l'isotope ¹²C est préférée par la plante à celle du CO₂ avec l'isotope ¹³C (présent environ à 1% dans le CO₂ de l'atmosphère). En situation de stress hydrique (fermeture des stomates), l'absorption du CO₂ est moins discriminante vis-à-vis du ¹³C. On mesure alors dans les sucres du raisin le rapport isotopique (delta ¹³C) entre ces deux éléments, plus il est élevé (proche de -20 p.mille), plus la contrainte hydrique est forte. Comme la mesure est effectuée sur les sucres du moût, elle permet d'obtenir un résultat sur l'ensemble de la maturation et constitue une méthode intégrative.

Previmat Cabernet Franc : INRA, InterLoire (<http://www.techniloire.com>), France. C'est une application web créée par InterLoire. Elle permet d'accéder au modèle de prévision de la maturation du cabernet franc développé par l'INRA de Grignon et les partenaires de l'U.M.T. Vinitera (IFV, ESA, INRA d'Angers et Cellule Terroirs Viticoles). A partir des analyses de maturité faites par le producteur, le modèle prédit l'évolution du sucre, de l'acidité totale et des anthocyanes de ses parcelles à 7 et 14 jours en fonction des prévisions météorologiques. Il permet d'anticiper l'évolution de la maturité et de comparer les cinétiques de maturation. Le modèle est disponible en accès pro sur www.techniloire.com

Cromoenos : Bioenos, (www.bioenos.com) Espagne. Cromoenos est une méthode d'analyse des raisins noirs, développée et brevetée par la société Bioenos (conseil en œnologie). Elle a pour but de prédire l'intensité de la couleur, la qualité des tanins et le profil aromatique du vin.

Optimisation des traitements phytosanitaires et autres

Plan de traitement optimisé : IFV, (www.vignevin-lr.com), France. Le protocole de Plan de Traitement Optimisé (PTO®) a été développé pour préparer une viticulture de précision et durable. Dans une première phase, des données ont été récoltées sur le vignoble pour cartographier le sol et le couvert végétal, les déficits en eau, le potentiel de la vendange. Ces données ont été intégrées dans SIG (Système d'information géo-référencé) qui permet de disposer d'un référentiel unique avec couches numérisées pour permettre une analyse spatiale du vignoble. Le PTO® hiérarchise et combine entre elles les

informations explicatives des risques épidémiques et les traduits sous forme d'une valeur consigne correspondant à la dose de produit phytosanitaire nécessaire à enrayer l'installation de la maladie en un point donné. Il permet d'apporter ainsi à la parcelle ou au cep près une réponse adaptée à l'évaluation du risque épidémique.

Optidose : IFV, (www.vignevin-lr.com), France. Le programme Optidose® propose une stratégie de protection du vignoble économe en produits phytosanitaires et qui permet de conserver un niveau de protection satisfaisant. L'objectif final du programme est d'approcher la quantité minimale de matière active par cm² de végétal suffisante pour assurer la pleine efficacité du traitement. Il nécessite des mesures de la biomasse (techniques principalement expérimentales actuellement). L'algorithme Optidose® propose pour le mildiou et l'oïdium une adaptation de la dose de produit phytosanitaire en fonction du gabarit de végétation (volume à protéger), de la pression parasitaire et du stade phénologique. La performance du pulvérisateur doit être également prise en compte dans le calcul des doses mais actuellement ce n'est pas le cas.

Modèles ITK : CAP Alpha, (contact@itk.fr), France. La société ITK développe des outils d'aide à la décision en ligne pour l'agriculture. Elle utilise une approche mécanistique de la modélisation agronomique. ITK a développé des outils pour le suivi hydriques, la protection des maladies et la nutrition des plantes, notamment pour la vigne. Il s'agit de développer l'éco-production. ITK imagine des outils d'aide à la décision utilisant des données intégrées dans des logiciels (les plateformes) de sols, de météo, d'intrants. La société a développé des solutions permettant de piloter les itinéraires hydriques ou encore le mode de conduite de la vigne. ITK a ainsi lancé la plateforme service Vintel qui permet de suivre l'état hydrique de la plante

Service :

Ager : Ager sc – Agricoltura e Ricerca, (<http://www.agercoop.it>), Italie. Outil d'enregistrement de données à la parcelle via Smartphone pour la gestion des vendanges et de la fertilisation. La société travaille sur des outils mettant l'utilisation des données recueillies à la parcelle au centre des décisions stratégiques opérationnelles (méthodes non destructives et rapides d'enregistrement de différents paramètres classiques, nouvelles méthodes d'échantillonnage, mise en place de banque de donnée, etc.).

AgroData Consulting : (<http://www.agrodata-consulting.com>), société proposant des services de conseil en agriculture de précision, notamment pour les équipements de la société Force A.