



Compte-rendu final

Agence de l'eau RHONE-MEDITERRANEE ET CORSE

2017-2019

SIPRIV, Réduction des intrants (désherbants, phytosanitaires, azote, eau) et optimisation des moyens de pilotage en culture de raisin de table

Résumé

Débuté en 2017 pour une durée de 3 ans, le projet SIPRIV (financé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse) est piloté par le domaine expérimental La Tapy. L'objectif de ce projet est de permettre de réduire les intrants en raisin de table, en s'axant sur les thématiques suivantes :

- Les pratiques d'entretien des sols (raisonnement du désherbage et du travail du sol, couverts adaptés aux cycles cultureux)
- Le pilotage de l'irrigation (sondes connectées, modèles)
- La diminution des intrants (azotés, phytosanitaires, réduction de moitié de l'IFT) via des outils d'aide à la décision (développement des analyses pétiolaires, adaptation de la technique Optidose®) et une gamme variétale adaptée (recherche de cépages résistants).

I. Rappel du contexte

Le raisin de table en France représente 50 000 tonnes environ chaque année, réparties sur 10 départements, dont le Vaucluse qui rassemble 61% de la production nationale pour 3000 ha. La vigne a des besoins physiologiques pouvant selon le cépage, le mode de gestion, le contexte pédoclimatique...

On retrouve ainsi l'azote, avec un besoin allant de 15 à 70k/ha/an de la nouaison à la véraison. Ces besoins sont toutefois variables, en fonction des pratiques cultures (conduite en lyre ou plan vertical), de la nature des années (sécheresse/humidité pouvant impacter le sol et rendre l'azote plus ou moins mobile...) et des objectifs de production. Les besoins en eau varient tout au long du cycle cultural, du débourrement à la floraison c'est un paramètre important pour la croissance végétative et éviter un arrêt de celle-ci et du développement foliaire. De la nouaison à la véraison c'est le rendement qui peut être impacté, avec un calibre des baies qui peut varier. De la véraison à la récolte l'alimentation hydrique est déterminante car en l'absence de contrainte on va favoriser les rendements mais diminuer la concentration en composés phénoliques. En moyenne il faut ainsi entre 450 et 900mm d'eau par an. Néanmoins les cumuls annuels sont très variables (le CIRAME a enregistré moins de

200mm en 2003 et plus de 700mm entre 2009). L'irrigation est donc un levier pour compléter les fournitures naturelles. Concernant les bioagresseurs, une mauvaise gestion de ces derniers peut conduire à de sévères dégâts et baisses de rendement/qualité, avec des conséquences économiques importantes. Ces bioagresseurs sont diversifiés (champignons, insectes, virus, bactéries, acariens, nématodes) et peuvent nécessiter entre 15 et 25 interventions par an. Il y a donc des attentes de la part des producteurs afin de mieux gérer cette partie, afin de réduire les traitements tout en gardant un niveau de performance économiquement acceptable. La gestion des adventices est également un autre poste important avec l'utilisation d'herbicides sur le rang et l'entretien/l'enherbement sur l'inter-rang. Le but ici est de limiter la concurrence en azote/eau lors d'étapes clés de la vigne (floraison, nouaison...). Cela représente 1 à 2 applications par an pour le rang, avec 4 interventions mécaniques pour l'inter-rang. A ces différents passages d'engins on peut en rajouter d'autres avec l'écimage, le rognage... conduisant à une moyenne de 30 passages par an. Les risques de compactage et de dégradations sont donc bien présents en l'absence de couverts végétaux et selon la nature/structure du sol. Un sol compacté perd en fertilité ce qui accroît la dépendance aux intrants.

En parallèle de ces éléments, le cadre réglementaire évolue. On a ainsi par exemple le plan Ecophyto 2, s'étendant sur la période 2016-2021, qui prévoit une réduction progressive des IFT de 25% pour 2020, et à terme une réduction de 50% pour 2025. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée a fixé des objectifs sur la période 2016-2021 pour lutter contre les pollutions agricoles et les pesticides (diminution notamment de l'azote et des herbicides). Certaines zones du Comtat-Ventoux (6 communes) ont été classées en zones vulnérables dans le cadre de la Directive Nitrates.

On retrouve donc un véritable enjeu afin de pouvoir réduire les utilisations d'intrants, préserver la ressource en eau tout en conservant une compétitivité économique pour les exploitations agricoles.

II. Présentation générale du projet

Avec ce projet, il s'agit de pouvoir proposer des techniques de production contribuant à contenir l'utilisation d'intrants au minimum nécessaire et à préserver la ressource en eau.

Ainsi deux leviers principaux sont mobilisés :

- L'amélioration des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol par l'implantation d'enherbements en plein ou associés, répondant aux conditions de sol, aux objectifs culturaux, au climat ;
- L'optimisation du recours aux intrants phytosanitaires, fertilisants et hydriques par l'optimisation des méthodes de pilotage et gestion des cultures.

Le projet s'articule en 3 axes :

- **Axe 1 : réduction des intrants via l'installation de couverts**, afin de pouvoir réduire les besoins d'apports en eau, en azote et également en herbicides, le couvert pouvant permettre de gérer les adventices. Il est donc nécessaire, à travers cet axe, de mesurer l'impact des couverts sur l'évolution des caractéristiques du sol (disponibilité en eau/azote, matière organique). Il s'agit également de vérifier l'impact de ces couverts sur la vigne, en contrôlant les besoins et les restitutions en eau/azote, les effets sur le rendement, l'adaptabilité et le coût de la technique. Il y a

également une évaluation de la couverture du rang et de l'impact sur les adventices (réduction/suppression d'herbicides). Enfin on retrouve également la gestion de l'irrigation avec le paramétrage de nouveaux outils de pilotage (sondes capacitives, modèle ITK) et la comparaison des efficacités et l'adaptabilité de 3 systèmes de pilotages de l'irrigation en raisin de table.

- **Axe 2 : réduction des intrants via la sélection variétale**, où l'objectif principal est de confronter des variétés portant un caractère de résistance à des conditions de type « producteur ». Le degré de résistance génétique de ces variétés est évalué. Il convient également de vérifier les comportements agronomiques (potentiel productif, qualitatif...) de certaines nouvelles variétés issues d'un croisement avec une variété de raisin de table (Centennial Seedless).
- **Axe 3 : réduction des intrants via le paramétrage d'outils d'aide à la décision (OAD)**, où deux OAD sont testés (Optidose® et le référentiel pétiolaire). Le premier a été développé pour du raisin de cuve (il permet d'adapter les doses de produit phytosanitaire à la quantité de végétation présente tout au long de la saison) et il s'agit donc de vérifier s'il est applicable au raisin de table, voire l'adapter afin qu'il le soit. La construction d'un référentiel pétiolaire doit permettre d'aider à la fertilisation de deux variétés : Centennial et Alphonse Lavallée. Enfin il y a un dernier point qui concerne la réduction de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) moyen de 50%. Cet aspect permet de vérifier si à l'heure actuelle il est possible de réduire les IFT de moitié et d'identifier les verrous pour mieux les appréhender. Cet aspect vient en réponse directe au plan Ecophyto 2 évoqué précédemment.

III. Résultats expérimentaux

A. Axe 1 : réduction des intrants via l'installation de couverts

1. Méthodologie

Cette expérimentation s'est déroulée sur deux sites différents. Il y a 4 modalités étudiées :

- **Modalité 1** : la conduite de référence, qui comprend un désherbage mécanique d'un inter-rang sur deux (l'autre étant semé avec un mélange de graminées) et un désherbage chimique sous le rang. C'est un couvert adapté aux sols profonds et riches, largement répandu, mais très concurrentiels en intrants.
- **Modalité 2** : une conduite permettant de valoriser l'azote et d'apporter de la matière organique, comprenant un désherbage mécanique d'un inter-rang sur deux (l'autre étant semé avec un mélange de légumineuses annuelles) et un désherbage chimique sous le rang. Il permettra de quantifier la part des apports azotés et de matière organique vis-à-vis de la modalité classique.
- **Modalité 3** : une conduite avec un couvert hybride, avec une couverture des deux inter-rangs (l'un à base de graminées semées, l'autre de légumineuses annuelles en mélange) et la réalisation d'un désherbage chimique sous le rang. Ce couvert est potentiellement adapté aux sols profonds, permettant une couverture des deux inter-rangs, sans apporter une concurrence pour la culture. La portance du sol serait améliorée par les graminées.
- **Modalité 4** : couvert en plein (rangs et inter-rangs compris) à base de mélange de légumineuses annuelles. C'est un couvert potentiellement adapté aux sols très pauvres, souvent désherbés. Il permettra de quantifier l'impact de légumineuses sous le rang, et sur l'ensemble des inter-rangs (apparition de campagnols, qualité des grappes, durabilité...).

Sur ces parcelles, des sondes sont installées (par le CIRAME et l'ARDEPI selon la parcelle) afin de pouvoir moduler et conseiller l'irrigation en analysant hebdomadairement les courbes d'humidité. Un suivi climatique de ces parcelles est également assuré par le CIRAME.

Le plan sur la figure 1 présente les différentes modalités et leur installation sur la parcelle.

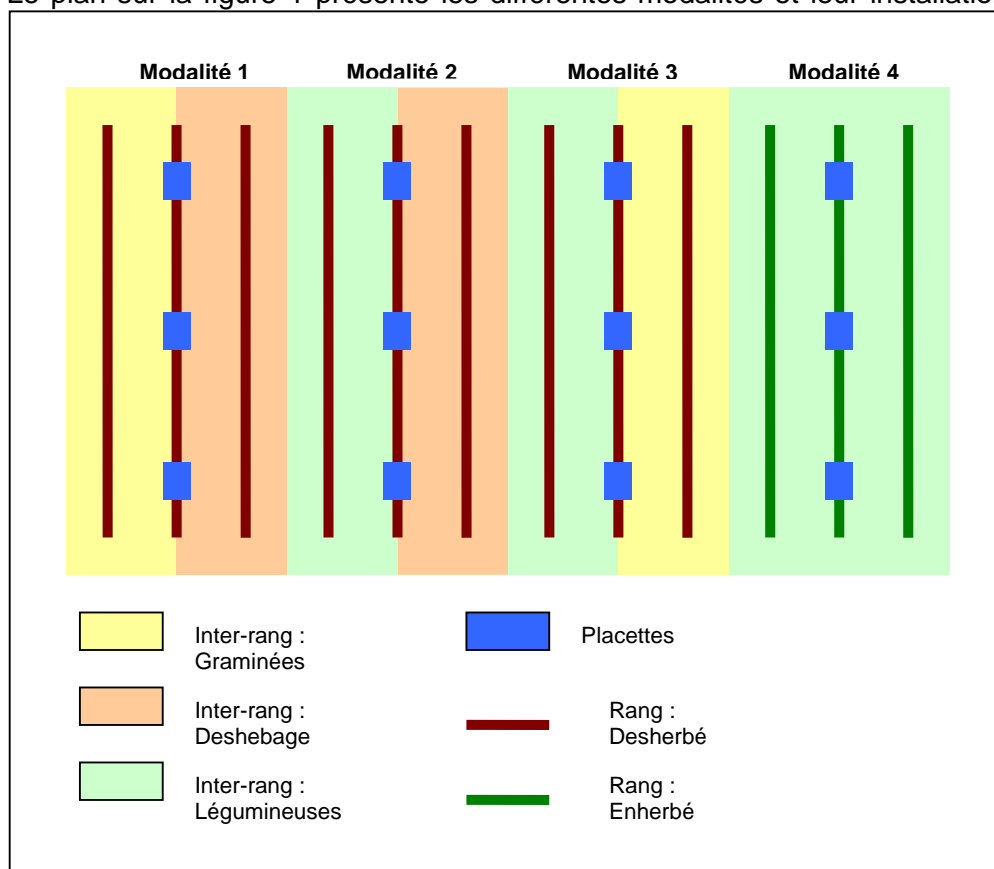


Figure 1 : Plan d'installation des couverts sur l'essai

Le choix a été fait d'utiliser mélanges d'espèces sans associations graminées/légumineuses (trop de concurrence, complexité d'installation pour les producteurs...). On a donc soit un mélange de graminées, soit un mélange de légumineuses.

2. Résultats 2017

En 2017 il n'y a pas eu de quantification des disponibilités et restitutions en eau, matière organique et azote. Cette première année consistait à installer les couverts et à réaliser des analyses de sol préalables à l'essai. Le mélange de légumineuses est un mélange Revin vigne (Semences de Provence) et le mélange de graminées est un mélange 2/1 de ray-grass anglais/fétuque. Les analyses ont révélé des caractéristiques relativement différentes entre les deux parcelles mais aussi entre les différentes modalités.

Concernant les données de récolte, de coût d'installation, du nombre d'interventions du producteur etc. il n'y a pas eu d'analyses en 2017. Encore une fois, le couvert venait d'être installé et les premières données sont relevées et analysées à partir de 2018.

3. Résultats 2018

- **Impact sur l'azote**

En 2017 il s'agissait essentiellement d'installer les couverts. Les premières données ont été relevées à partir de 2018. Une première mesure au Nitratest a été réalisée sur les deux parcelles, les résultats sont présentés dans le Tableau 1. Cette mesure a été réalisée relativement tôt (avant floraison) dans les deux parcelles, ce qui est donc plus tôt que les mesures au N-tester.

Tableau 1 : Résultats des Nitratest pour chaque parcelle

Modalité	Moyenne nitrates parcelle Sud Luberon (NO3 ppm)	Moyenne nitrates parcelle Tapy (NO3 ppm)
M1	6,6	8,3
M2	6,2	7,0
M3	6,4	7,3
M4	6,1	6,5

On peut voir deux comportements différents entre les deux parcelles. La première présente une bonne homogénéité entre les différentes parcelles, à l'inverse à la Tapy cela semble varier plus fortement en allant de 8,3ppm (M1) à 6,5ppm (M4). Toutefois, dans les deux cas, nous n'observons aucune différence statistique.

L'analyse au N-tester suit la même logique, avec l'absence de différence significative entre les différentes modalités (moyennes dans le Tableau 2).

Tableau 2 : Résultats des N-tester

Modalité	Indice moyen N-tester parcelle Sud Luberon	Indice moyen N-tester parcelle Tapy
1	453	447
2	450	450
3	443	439
4	447	447

Toutefois dans le cas de la parcelle de la Tapy il semble y avoir moins de variabilité avec cette méthode de mesure. A noter que la modalité 3 semble tendre à avoir une valeur plus faible que les autres modalités (moins bonne assimilation de l'azote), bien que cela ne se vérifie pas d'un point de vue statistique.

Cette première année de mesure permet de créer une valeur de base pour comparer avec les années suivantes. Cela permettra de suivre sur le long-terme les évolutions, et on a déjà

pu remarquer une légère tendance de moins bonne assimilation de l'azote pour la modalité 3 sur les deux parcelles d'observation.

- **Impact sur l'eau**

Pour lutter contre les pollutions diffuses, l'utilisation des produits phytosanitaires, des fertilisants et de l'eau doivent être optimisés. Pour cela, des nouvelles pratiques ont été utilisées et des outils d'aide à la décision ont été expérimentés.

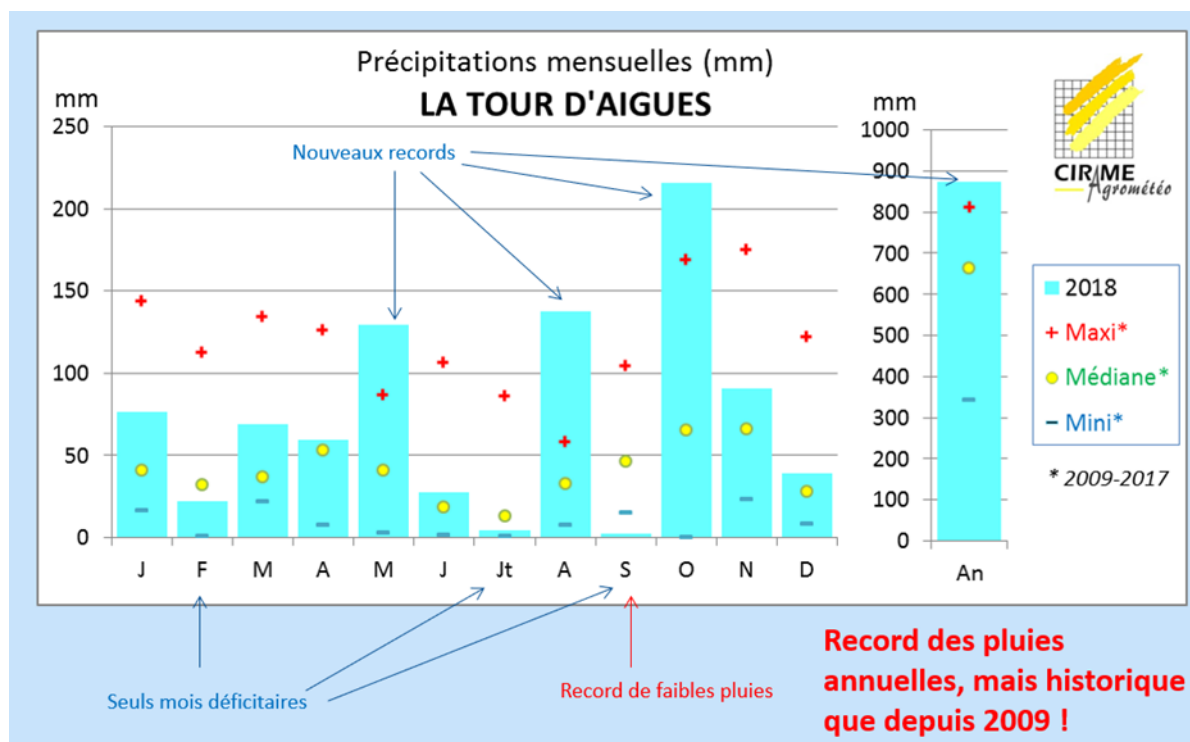
Les principaux objectifs du projet étaient d'améliorer les caractéristiques du sol (physique, chimique et biologique) par l'implantation d'enherbements associés et de comparer l'impact de ces enherbements sur la disponibilité de la ressource en eau du sol.

L'Ardepi est intervenue sur l'aspect de l'optimisation de l'utilisation de la ressource en eau. Un diagnostic de la performance hydraulique de chaque réseau d'irrigation a été réalisé. Des outils d'aide à la décision ont été installés afin de suivre précisément l'évolution de la réserve hydrique et de piloter les apports en eau.

Résultats 2018

L'année 2018 a été marquée par un printemps particulièrement pluvieux avec des cumuls supérieurs à la médiane pour les 6 premiers mois de l'année (cf graphique ci-dessous). Malgré un été chaud et sec, les réserves en eau du sol ont été en grande partie rechargées grâce à l'orage survenu le 9 août.

Figure 2 : analyse des précipitations 2018 à la Tour D'Aigues (Source CIRAME)



- Action A – Diagnostic de performance hydraulique des réseaux d'irrigation

AA – 1 – Diagnostic parcelle Sud Luberon

Un diagnostic du réseau d'irrigation de la parcelle a été réalisé le 24 avril 2018 (voir figure 31 : *Diagnostic du réseau d'irrigation de la parcelle Sud Luberon*).

Voici les conclusions : Matériel vieillissant avec des fuites visibles sur le goutte à goutte et également au niveau de certains goutteurs. Les pressions sont très différentes d'un point à un autre, cela peut être compensé par un matériel autorégulant mais le producteur n'a pas pu nous donner cette information. On retrouve également certaines rampes avec des espacements entre goutteurs différents des autres rampes, cela engendre une différence de pluviométrie.

De plus, le producteur pense que l'eau distribuée sur le haut de la parcelle a tendance à ruisseler vers le bas. Malgré ces problématiques, nous avons constaté que sur les goutteurs en bon état de fonctionnement, les débits étaient proches. Il faudra prévoir une remise à neuf du goutte à goutte et faire les calculs hydrauliques en fonction de ce nouveau matériel pour dimensionner correctement le peigne, ou prévoir de sectoriser la parcelle lors des irrigations.

AA – 2 – Diagnostic parcelle La Tapy

Un diagnostic du réseau d'irrigation de la parcelle a été réalisé le 12 juin 2018 (voir figure 32: *Diagnostic du réseau d'irrigation de la parcelle de la Tapy*).

Voici les conclusions : Au vu des contrôles réalisés et des constatations sur le terrain, aucune intervention ni modification ne sont à prévoir sur le système d'irrigation de la parcelle. Le matériel est bien dimensionné et adapté à la culture, il ne présente pas de dysfonctionnement pouvant fausser les quantités d'eau apportées à la culture. D'autres parts, des fonctionnements plus appropriés pour le lavage des filtres pourraient être mis en place pour optimiser le système de filtration.

- Action B – Expertise sur le pilotage des irrigations – parcelle sud Luberon

AB – 1 - Installation, paramétrage de l'outil de pilotage

Quatre modalités de conduite de l'enherbement de la parcelle de vigne ont été comparées durant deux années consécutives. 4 sondes capacitives de marque *Sentek* de 90 cm ont été placées (une par modalité). Ces sondes permettent de mesurer l'humidité du sol en mm d'eau sur 9 horizons (5-15-25 ... 85 cm) grâce à des capteurs situés tous les 10 cm. L'installation des sondes a eu lieu le 6 mars 2018. La pose a été difficile du fait des nombreux cailloux présents. Malgré des modalités très rapprochées, nous avons remarqué une hétérogénéité du sol sur les différentes modalités. Cette parcelle légèrement en pente avec un fort pourcentage de cailloux n'est pas idéale pour un essai comparatif. Cependant, elle est très représentative des parcelles de raisin de table de la région. De plus, il est difficile de trouver des producteurs qui acceptent de mettre en place des essais sur l'enherbement.

Les sondes ont été placées dans les mêmes conditions sur les 4 modalités ainsi que sur la parcelle de la Tapy :

- Distance sonde - pieds de vigne = ± 50 cm (en moyenne)
- Distance sonde – goutteurs = ± 30 cm (en moyenne)

Six tensiomètres Watermark ont été positionnés sur la modalité 1, trois répétitions à deux profondeurs : 30 et 60 cm. Le suivi de la mesure de la tension de l'eau dans le sol permet de

connaître la disponibilité de la ressource pour la culture. Les mesures tensiométriques sont comparées aux résultats du suivi des humidités par les sondes capacitatives.

Tableau 3 : bilan des apports d'eau

Date irrigation	Temps d'irrigation (h)	mm d'eau (mm)
31/07/2018	12	18

Données exploitant

AB – 2 – Suivi et préconisation

➤ Les sondes capacitatives

Modalité 1 : (conduite de référence) : désherbage un inter-rang sur deux (l'autre est semé avec un mélange de graminées) et désherbage chimique sous le rang.

Figure 3 : Courbes des humidités cumulées de 0 à 85 cm de profondeur (www.aqualis.fr)

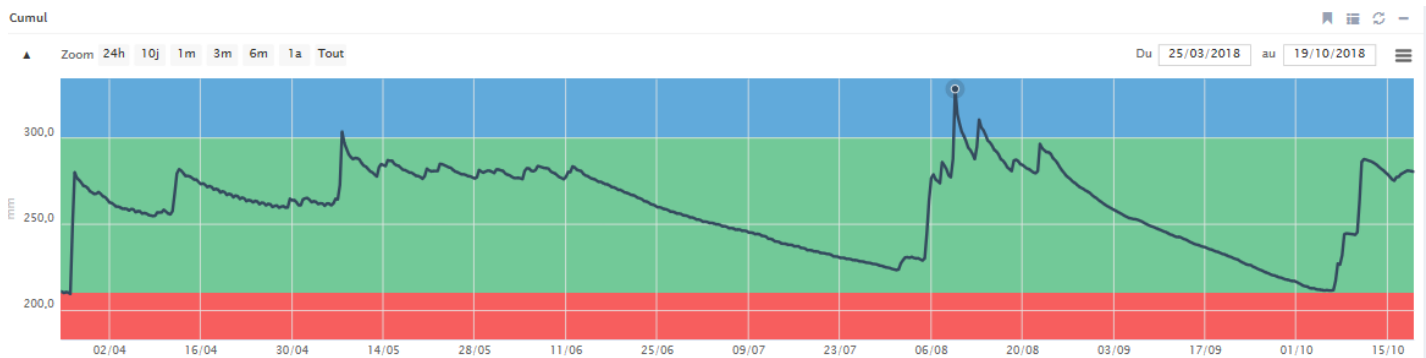
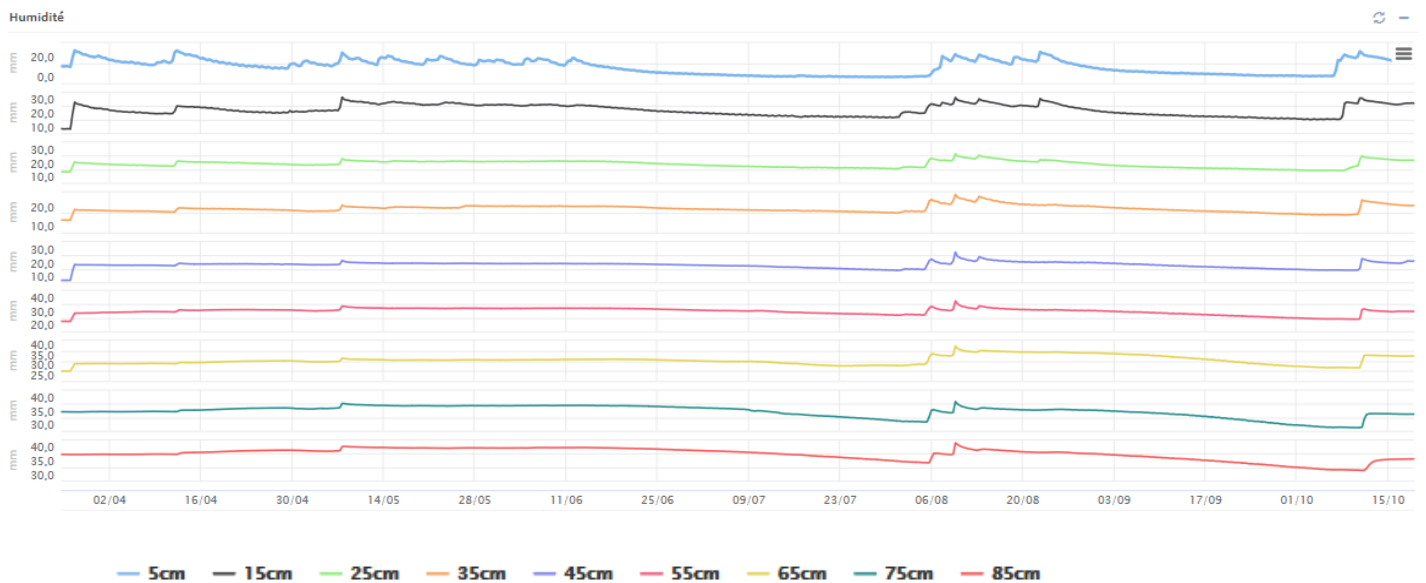


Figure 4 : Courbes des humidités par horizon de sol de 0 à 85 cm de profondeur (www.aqualis.fr)



Description et analyse :

En 2018, les pluies ont été soutenues durant le printemps (cumul de 200 mm en avril et mai). Cette pluviométrie a permis de maintenir un taux d'humidité important dans les sols avec une augmentation de la teneur en eau entre le mois d'avril et mai (moyenne de 260 mm en avril et 280 mm en mai). Les pluies du 13 mai et du 7 avril ont notamment rechargé les horizons profonds car on observe une augmentation de l'humidité sur le capteur 85 cm. A partir du 12 juin, par manque de pluie, l'humidité cumulée baisse de manière régulière jusqu'à la fin du mois de juillet. Du 15 juin au 31 juillet, la teneur en eau passe de 275 mm à 223 mm, soit une baisse de 52 mm en 1 mois et demi. Sur le second graphique, on observe que cette baisse est d'abord marquée sur les premiers horizons : 5 à 35 cm tandis que plus en profondeur les humidités sont constantes. Cela est dû à l'assèchement du sol et aux prélèvements de la vigne qui se localise d'abord sur les premiers horizons (meilleure disponibilité de l'eau). Autour du 8 juillet, les humidités baissent pour les horizons 45 à 85 cm. Cela est particulièrement visible à 75 et 85 cm (courbes ci-dessus). Cette baisse d'humidité en profondeur est la conséquence des besoins en eau de la vigne qui s'accroissent à cette période (développement des baies à fermeture de la grappe). A la fin du mois de juillet, l'humidité cumulée se rapproche de la zone de contrainte hydrique théoriquement fixée, une irrigation est alors déclenchée le 31/07 (12h d'apport). Cet apport recharge en eau le sol jusqu'à l'horizon 65 cm, plus en profondeur les humidités continuent de diminuer. A partir du 05/08, des pluies importantes (160 mm en cumulé sur le mois) rechargent en profondeur les sols (jusqu'à 85 cm). Durant le mois d'août, des épisodes pluvieux permettent de maintenir l'humidité du sol très élevée (280 mm en moyenne). En septembre, le manque de pluie a pour conséquence une baisse des humidités. La culture continue de prélever de l'eau, d'abord sur les premiers horizons puis plus en profondeur. Le 7 octobre, la zone de contrainte hydrique est atteinte mais une succession de pluie jusqu'au 10 octobre permet de recharger les horizons profonds.

Modalité 2 : désherbage un inter-rang sur deux (l'autre est semé avec un mélange de légumineuses annuelles) et désherbage chimique sous le rang.

Figure 5 : Courbes des humidités cumulées de 0 à 85 cm de profondeur (www.aqualis.fr)

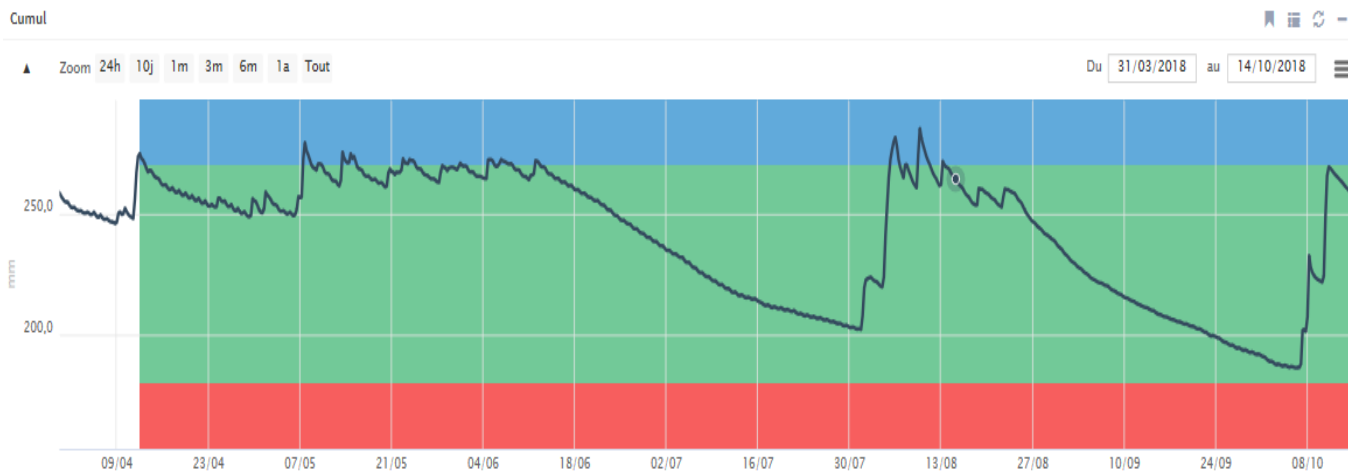
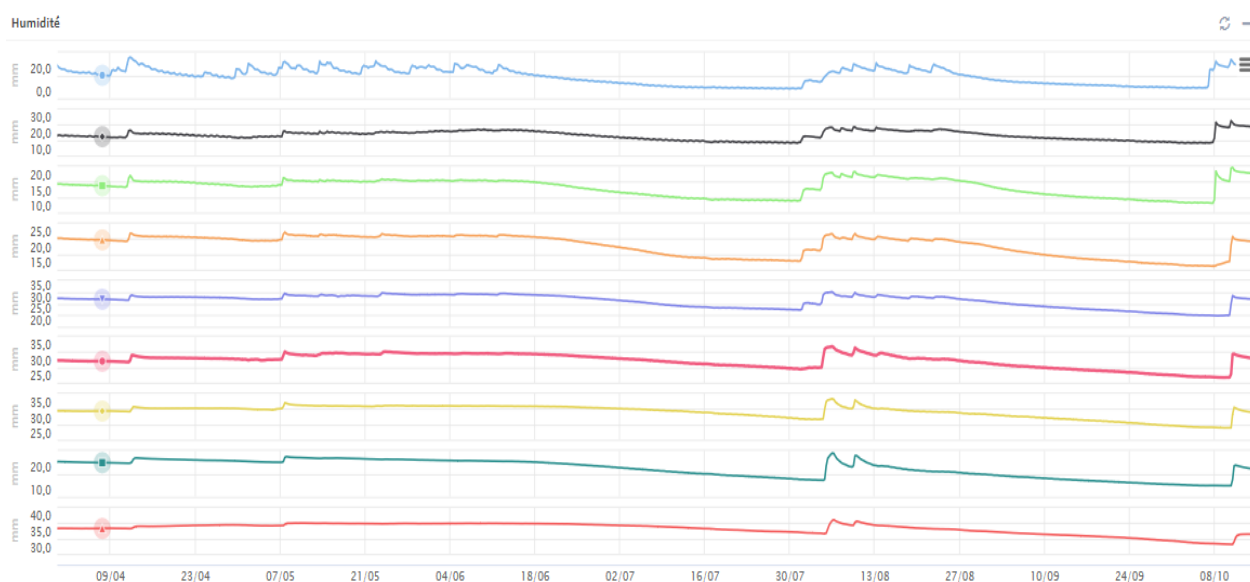


Figure 6 : Courbes des humidités par horizon de sol de 0 à 85 cm de profondeur (www.aqualis.fr)



Modalité 3 : couverture des deux inter-rangs (graminées semées et légumineuse annuelles) et désherbage chimique sous le rang.

Figure 7 : Courbes des humidités cumulées de 0 à 85 cm de profondeur (www.aqualis.fr)

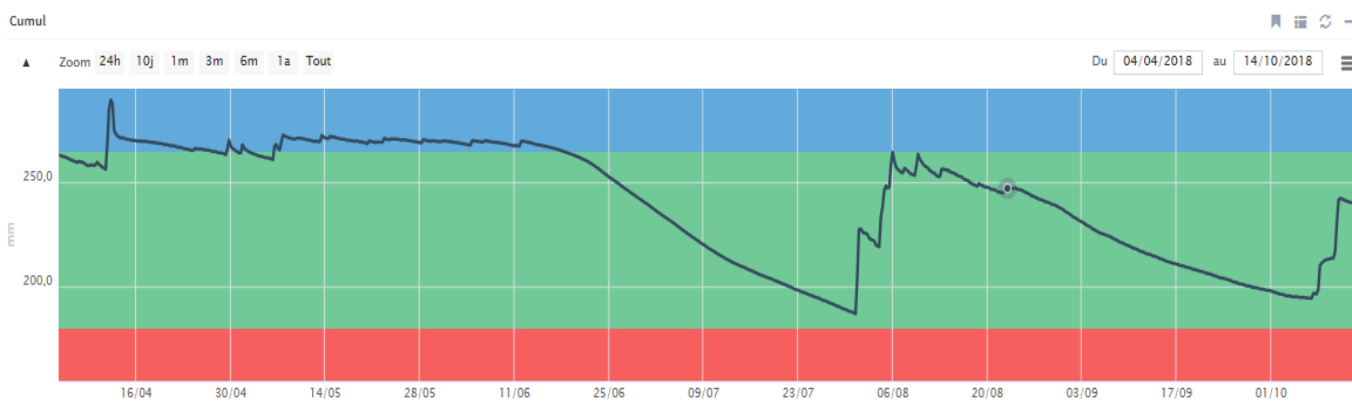
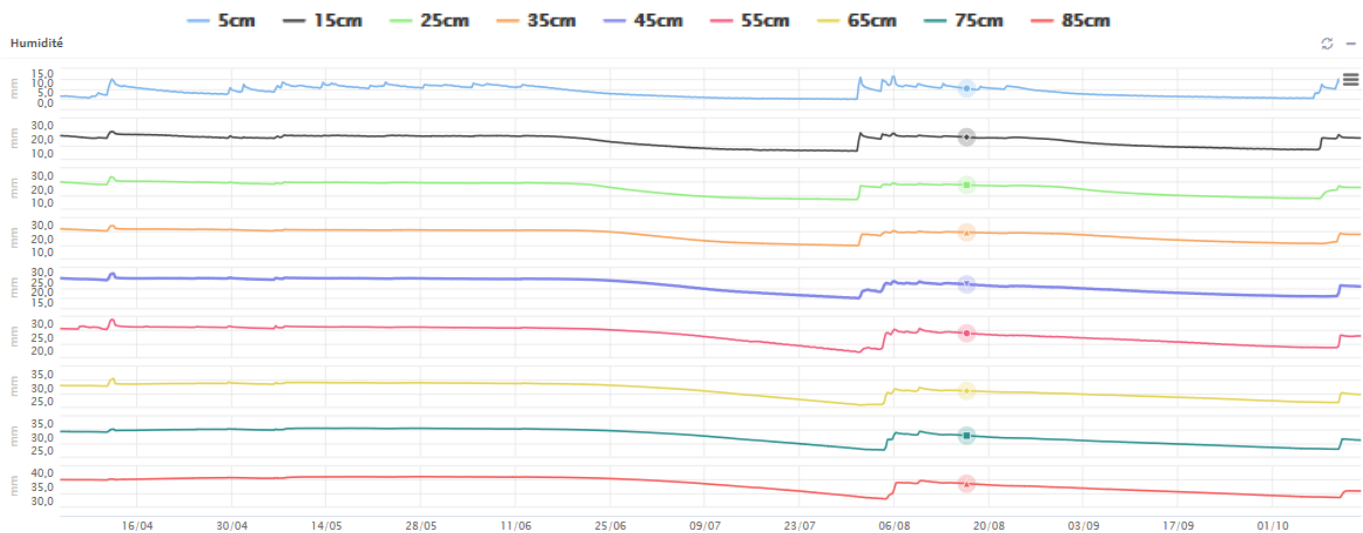


Figure 8 : Courbes des humidités par horizon de sol de 0 à 85 cm de profondeur (www.aqualis.fr)



Modalité 4 : Couvert en plein à base de mélange de légumineuses annuelles.

Figure 9 : Courbes des humidités cumulées de sol de 0 à 85 cm de profondeur (www.aqualis.fr)

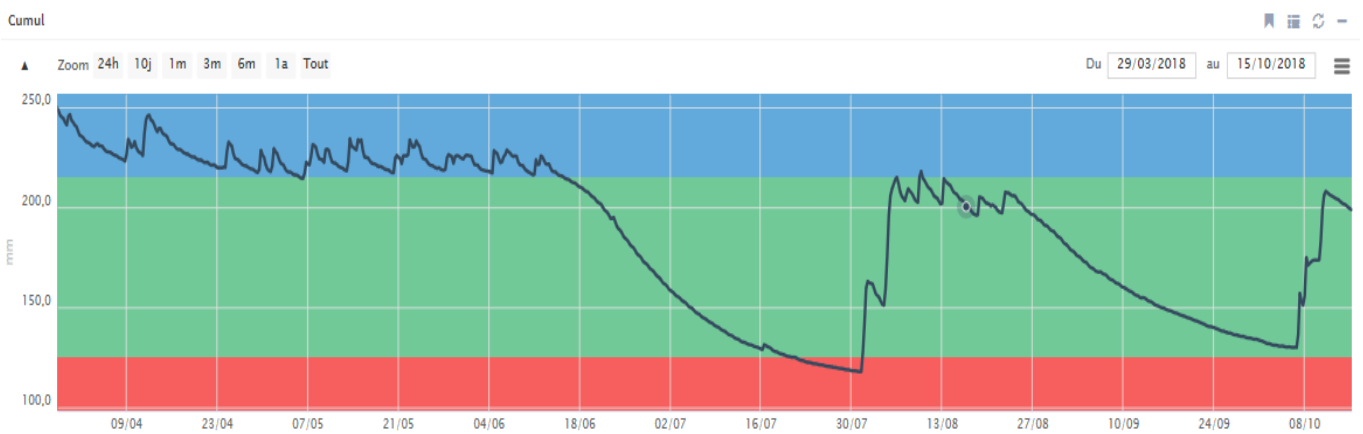
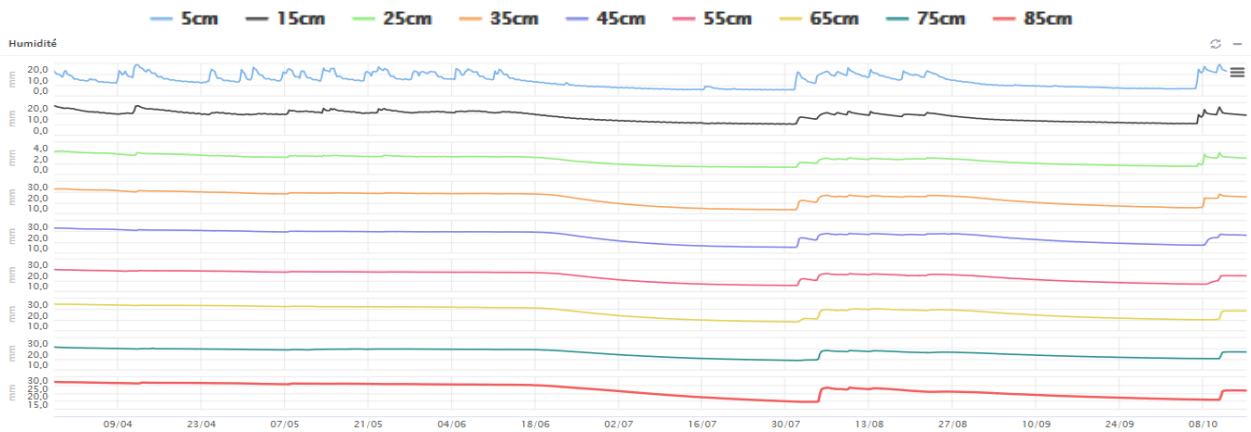
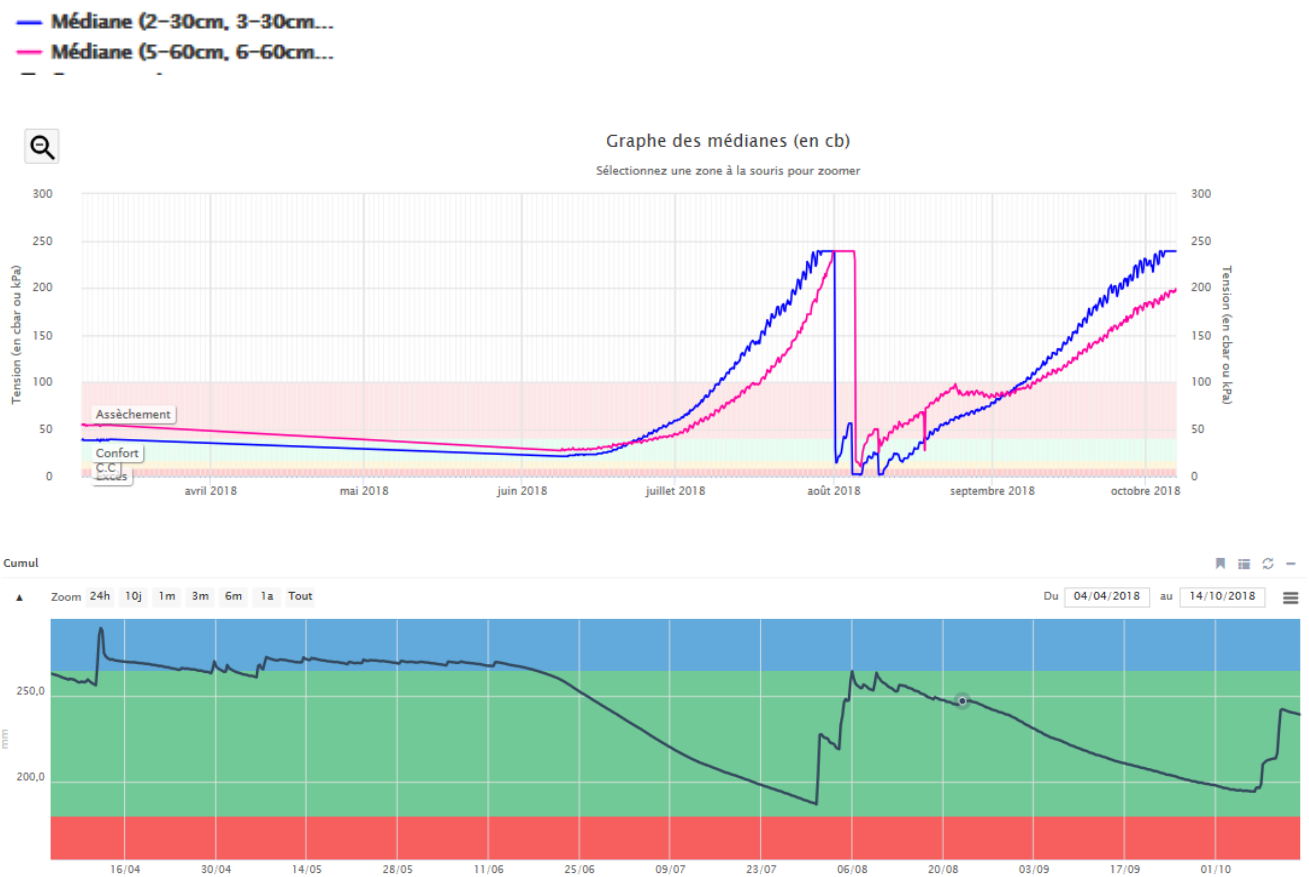


Figure 10 : Courbes des humidités par horizon de sol de 0 à 85 cm de profondeur (www.aqualis.fr)



➤ Les tensiomètres

Figure 11 : Graphiques des médianes tensiométriques (en cb) – Modalité1 (en haut) - Humidité cumulée sonde capacitive (en mm) – Modalité 1(en bas)



Le résultat du suivi tensiométrique sur la modalité 1 est cohérent par rapport aux relevés des humidités par la sonde capacitive. Des données manquantes du 12 mars au 8 juin ne nous permettent pas de comparer l'évolution des tensions avec les humidités de la sonde capacitive. En revanche, en juin les tensions se situent dans la zone de confort hydrique avec des valeurs comprises entre 20 et 30 cb à 30 et 60 cm. Au même moment les données d'humidité présentent des valeurs très confortables proches de la capacité au champ. A partir du 15 juin, les tensions commencent à augmenter progressivement. De manière plus rapide à 30 cm, signe d'un assèchement du sol sur les premiers horizons, puis à 60 cm. Cette dynamique se retrouve au niveau des humidités par horizon, avec des pertes

d'humidité plus prononcées sur les capteurs 5-45 cm puis à 45-85 cm. L'assèchement du sol se poursuit durant tout le mois de juillet avec des valeurs médianes supérieures à 200 cb (4 tensiomètres sur 6) à la fin du mois (sol très sec). Au niveau des humidités, au même moment, les valeurs d'humidités à 30 et 60 cm sont de 19 mm et 26 mm. A ce niveau d'humidité, le sol est séchant mais la vigne peut tout de même extraire de l'eau (zone basse de la RFU). De plus, à 85 cm, l'humidité est de 34 mm le 3 août (niveau d'humidité confortable). Par la suite, l'irrigation du 31/07 et les pluies du mois d'août ont permis de faire chuter les tensions. Puis une période d'assèchement des sols apparaît de nouveau entre le 14 août et le 6 octobre.

Le suivi tensiométrique est intéressant pour suivre la dynamique d'assèchement du sol sur deux profondeurs. En revanche, lorsque le sol devient très séchant, le suivi de l'humidité par les sondes capacitives paraît plus adapté car il permet de voir que de l'humidité est encore présente (d'autant plus avec des sondes de 90 cm), alors que les tensiomètres décrochent avec des valeurs supérieures à 200 cb pour 4 tensiomètres sur 6. En somme, le suivi tensiométrique présente des valeurs qui favorisent un déclenchement de l'irrigation plus précoce que le pilotage par les sondes capacitives.

- Analyse des pertes et gain d'humidité par modalité

L'analyse des courbes montre que nous avons les mêmes tendances en termes d'évolution des humidités pour toutes les modalités. En revanche, afin d'identifier un potentiel effet des couverts sur l'humidité des sols, il est intéressant de comparer la perte et le gain d'humidité pour chaque modalité sur une même période donnée. Cela peut nous permettre d'identifier si les couverts ont un effet sur l'évolution des humidités (concurrence hydrique, meilleure infiltration).

Pour étudier cela, nous avons comparé les pertes d'humidité sur un temps d'une semaine à différentes périodes de la saison. La moyenne pour chaque modalité est calculée. Les gains d'humidité ont aussi été regardés.

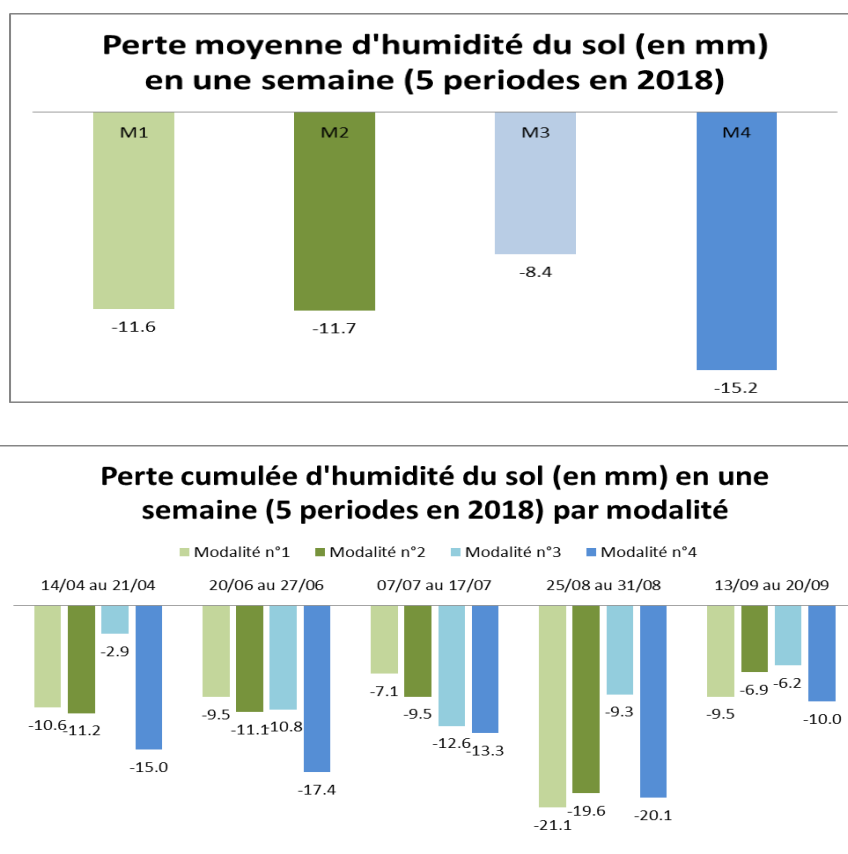
Pour chaque modalité, la somme de toutes les humidités est réalisée. Le capteur à 25 cm est retiré du calcul car pour la modalité 4 le capteur indique des humidités très faibles (2 à 3 mm en moyenne). Suite à une vérification en fin de campagne, il semblerait qu'un caillou en contact avec le capteur et une mauvaise cohésion avec le sol soit à l'origine de ces valeurs basses. Dans un souci de comparaison, toutes les valeurs des capteurs de 25 cm sont enlevées du calcul du cumul pour toutes les modalités.

Tableau 5 : Tableau des pertes d'humidité cumulée par modalité (en mm) – période d'une semaine

2018	14/04 au 21/04	20/06 au 27/06	07/07 au 14/07	25/08 au 31/08	13/09 au 20/09	Moyenne
Modalité 1	- 10.6 mm	- 9.5 mm	- 7.1 mm	- 21.1 mm	- 9.5 mm	- 11.6 mm
Modalité 2	- 11.2 mm	- 11.1 mm	- 9.5 mm	- 19.6 mm	- 6.9 mm	- 11.7 mm
Modalité 3	- 2.9 mm	- 10.8 mm	- 12.6 mm	- 9.3 mm	- 6.2 mm	- 8.4 mm

Modalité 4	- 15 mm	- 17.4 mm	- 13.3 mm	- 20.1 mm	- 10 mm	- 15.2 mm
-------------------	---------	-----------	-----------	-----------	---------	------------------

Figure 12 : Graphique des pertes d'humidité cumulée en une semaine (en bas) – moyenne à l'année (en haut)

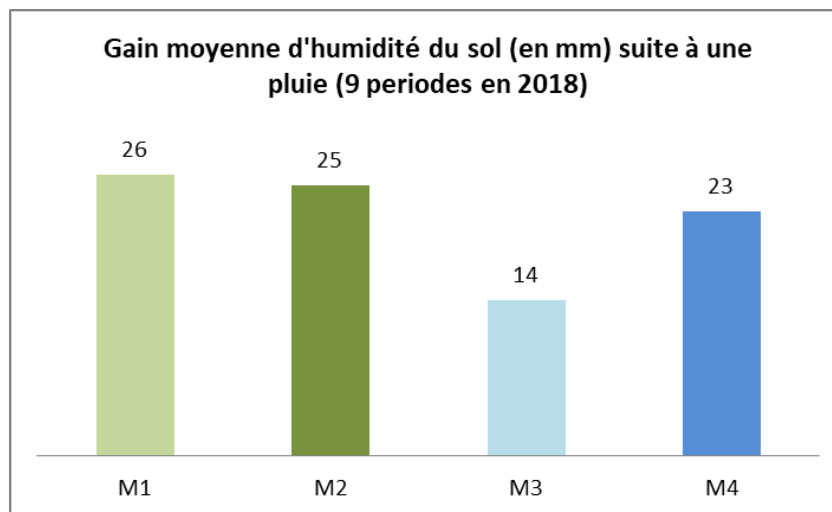


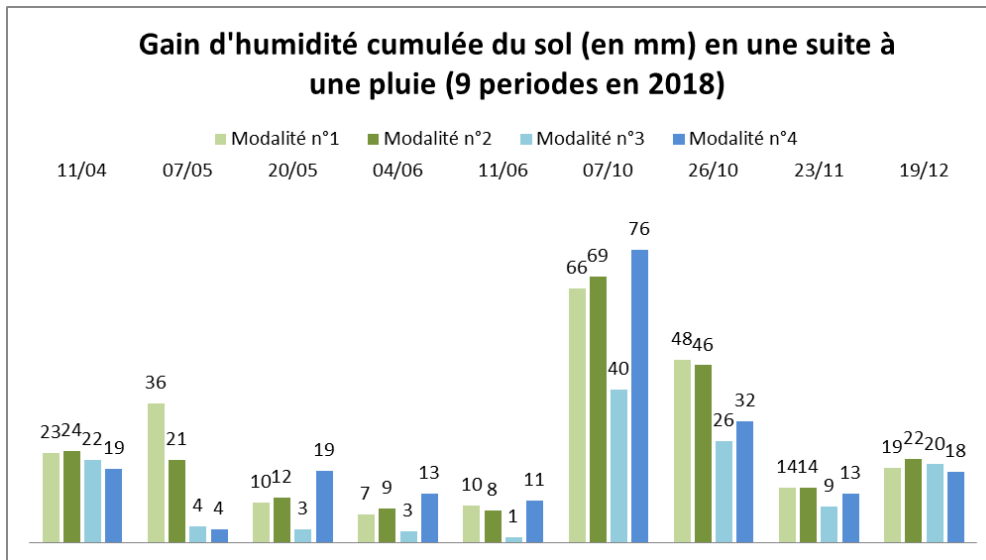
Sur les 5 périodes de l'année 2018, on remarque qu'en moyenne la modalité 4 (enherbement en plein) présente une perte d'humidité légèrement plus importante que les autres : - 15 mm contre -11 mm pour les modalités 1 et 2 et – 8 mm pour la modalité 3. Dans le détail, cette différence pour la modalité 4 est marquée pour les mois d'avril et juin (voir figure ci-dessus). En juillet, août et septembre, les écarts entre la M4 et les trois autres sont moins prononcés ou nuls. Une explication à cette observation pourrait venir du fait que le couvert végétal présent sur la modalité 4 a tendance à consommer de l'eau lors de son plein développement (d'avril à juin) et donc à assécher plus rapidement le sol au regard des autres modalités désherbées. De plus, lorsque le couvert est plus faible ou nul durant l'été, on remarque peu de différence d'assèchement du sol entre la modalité 4 et la M1 et M2.

Figure 13 : Tableau des gains d'humidité par modalité (en mm) suite à une pluie

2018	11/04	07/05	20/05	04/06	11/06	07/10	26/10	23/11	19/12	Moyenne
Modalité 1	+ 23	+ 36	+ 10	+ 7	+ 10	+ 66	+ 48	+ 14	+ 19	+ 26 mm
Modalité 2	+ 24	+ 21	+ 12	+ 9	+ 8	+ 69	+ 46	+ 14	+ 22	+ 25 mm
Modalité 3	+ 22	+ 4	+ 3	+ 3	+ 1	+ 40	+ 26	+ 9	+ 20	+ 14 mm
Modalité 4	+ 19	+ 4	+ 19	+ 13	+ 11	+ 76	32	+ 13	+ 18	+ 23 mm

Figure 14 : Graphique des gains d'humidité cumulée suite à une pluie (en bas) – moyenne à l'année (en haut)



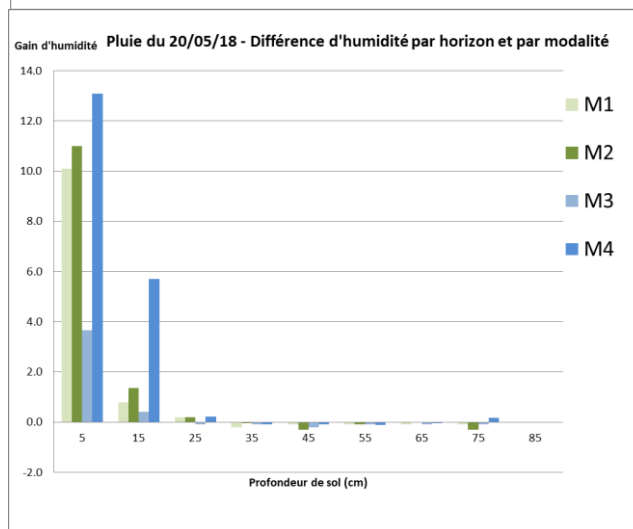
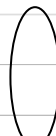
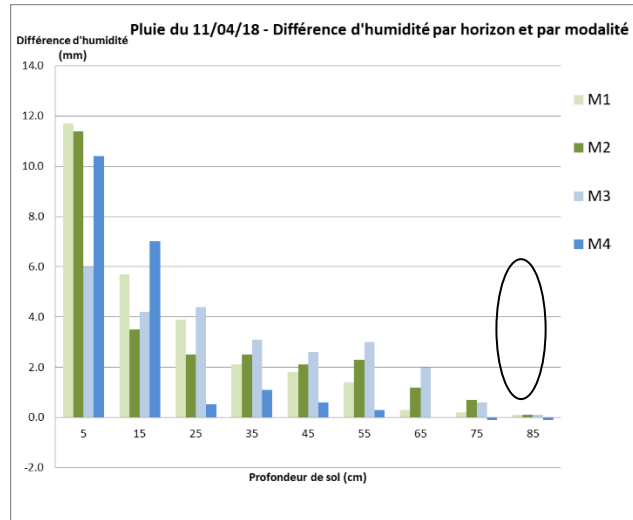


D'une manière générale, on remarque que les moyennes des gains d'humidité suite à une pluie sont proches pour les modalités 1, 2 et 4 (autour de + 25 mm en moyenne). Pour la modalité 3, la moyenne est bien en dessous avec + 14 mm. Cela s'explique du fait que le premier capteur (à 5 cm) est en partie à l'extérieur du sol avec des valeurs d'humidité très basses toute l'année. Cette valeur peu élevée influence le résultat pour le cumul de l'humidité.

En analysant le détail selon le mois de l'année (figure ci-dessus), on ne remarque pas de tendance suivant les modalités. On visualise cependant les valeurs très faibles pour la modalité 3.

En revanche, en regardant les gains d'humidité par horizon de sol et par modalité (figure ci-dessous), il semblerait que le gain d'humidité soit plus important sur l'horizon 15 cm pour la modalité 4 par rapport aux autres modalités pour les pluies de printemps (11/04 et 20/05). Une première hypothèse est que le couvert de sol présent dans les rangs favorise l'infiltration de l'eau sur les 20 premiers centimètres. Toutefois, comme vu précédemment, il est possible que ce même couvert accélère l'assèchement du sol par une évapotranspiration plus élevée qu'un sol nu. Ces résultats seront à confirmer selon les résultats présentés pour la campagne 2019.

Figure 15 : différences d'humidités par horizon et par modalité (deux dates)



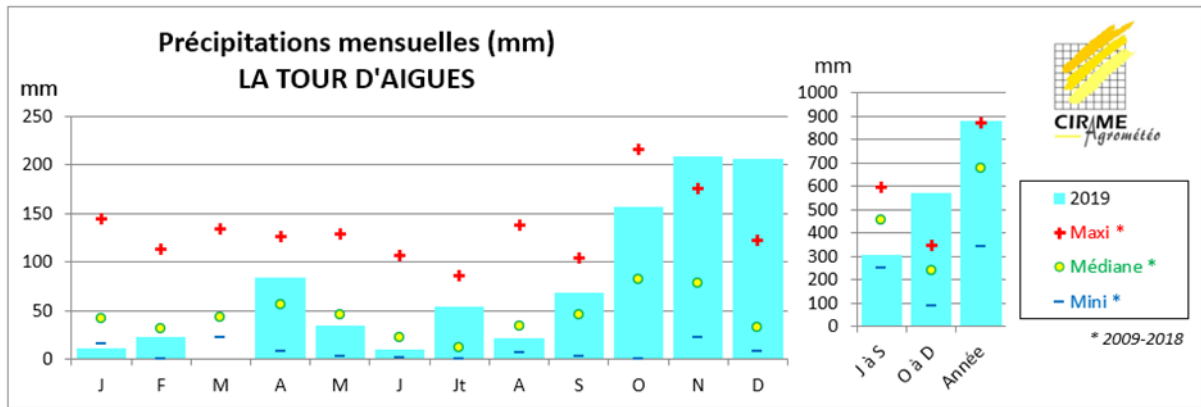
La pluie du 11 avril a influencé les horizons jusqu'à 70 cm environ avec des gains d'humidité encore présents à 65 et 75 cm de profondeur.

La pluie du 20 mai quant à elle a influencé uniquement les 2 premiers horizons à 5 et 15 cm. L'eau ne s'est pas infiltrée d'avantage en profondeur.

Résultats 2019

La campagne 2019 a été particulièrement chaude, avec un épisode caniculaire autour du 29 juin. Les températures enregistrées à la Tour d'Aigues ont atteint les 43.7 °C, avec des ETRéf de 8 mm/j. De plus, la pluviométrie a été très faible en début d'année, le cumul de pluie atteint seulement 34.6 mm pour les mois de janvier à mars 2019. Malgré un mois d'avril pluvieux, les sols se sont asséchés durant les mois de mai et juin (43 mm de pluie sur les deux mois), voir graphique ci-dessous.

Figure 16 : Analyse des précipitations 2019 à La Tour d'Aigues (source CIRAME).



- Action A – Diagnostic de performance hydraulique des réseaux d'irrigation

AA – 2 – Diagnostic parcelle Sud Luberon

Depuis 2019, Afin d'obtenir une pression suffisante aux goutteurs, l'irrigation de la parcelle se fait en deux secteurs. Pour la partie concernant les modalités comparées, 23 lignes de goutte à goutte sont ouvertes en même temps.

En 2019, un nouveau goutte à goutte a été mis en place sur toutes les modalités. Il s'agit d'un goutte à goutte autorégulant de marque Netafim (modèle Uniram, débit goutteur 2.3 l/h, plage de pression : 0.5 à 4b). Le changement de goutte à goutte avait pour but d'homogénéiser les apports sur toutes les modalités en s'affranchissant des variations de pression. Il a été positionné avant le déclenchement de la première irrigation le 02/07/2019. Le 18/07, Des mesures de pression et débit ont été réalisées à la parcelle pendant un apport d'eau de 35 heures le 17/07. Les pressions ont été mesurées à l'aide d'un manomètre avant et après nettoyage du filtre à tamis en début de parcelle. Ci-dessous les résultats :

Tableau 6 : mesures de pression

	Début de ligne n°1	Début de ligne n°23	Fin de ligne n°23
Pression (bars) 1 ^{ère} mesure	0.3	0	-
Pression (bars) après nettoyage du filtre	1.7	1.05	1.1

Tableau 7 : mesures de débit

	Fin de ligne 16	Fin de ligne 22
Débits (l/h) après nettoyage du filtre	2.52	2.4

Les observations de terrain nous ont permis de constater que suite à une irrigation, le filtre à tamis en début de parcelle a été encrassé. Cela a pour conséquence une perte importante de la pression aux niveaux des lignes d'irrigation (0 bar en ligne 23) et donc une baisse de débit au niveau des goutteurs (pressions en dehors de la plage de fonctionnement). Suite au

nettoyage, les pressions deviennent supérieures à 1 bar, ce qui permet d'obtenir des débits correspondant aux données constructeur et quasiment homogènes sur les modalités (5% de variation).

- Action B – Expertise sur le pilotage des irrigations

Tableau 8 : bilan des apports d'eau

Mois	Pluie (mm)	Irrigation (mm)	Cumul apport d'eau (mm)
Avril	38	-	56
Mai	33	-	33
Juin	8	-	8
Juillet	50	88	138
Aout	10	36	46
Septembre	68	-	68
Octobre	151	-	151

Données CIRAME

Tableau 9 : temps d'irrigation

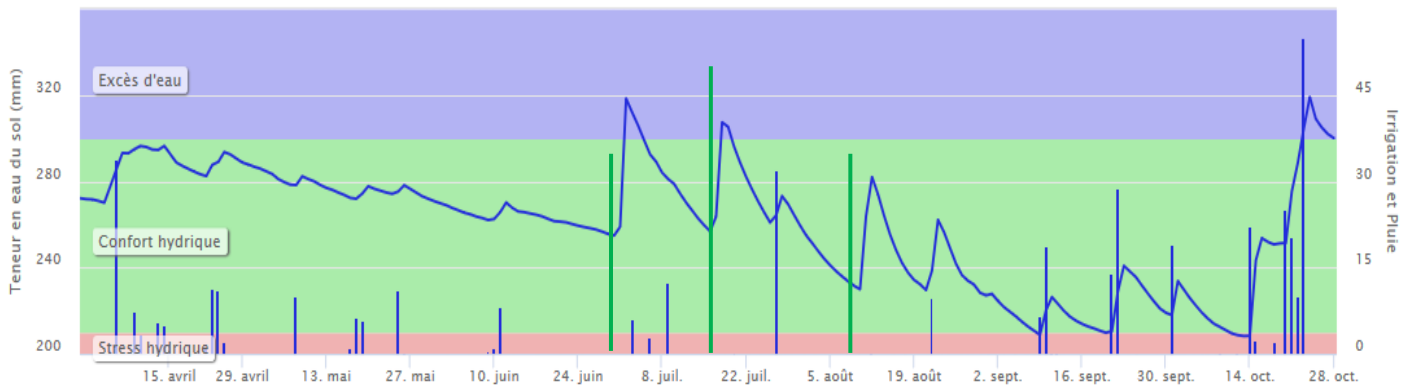
Date irrigation	Temps d'irrigation (h)	mm d'eau (mm)
02/07/2019	24	36
17/07/2019	35	52
11/08/2019	24	36

Données exploitant

AB – 2 – Suivi et préconisation

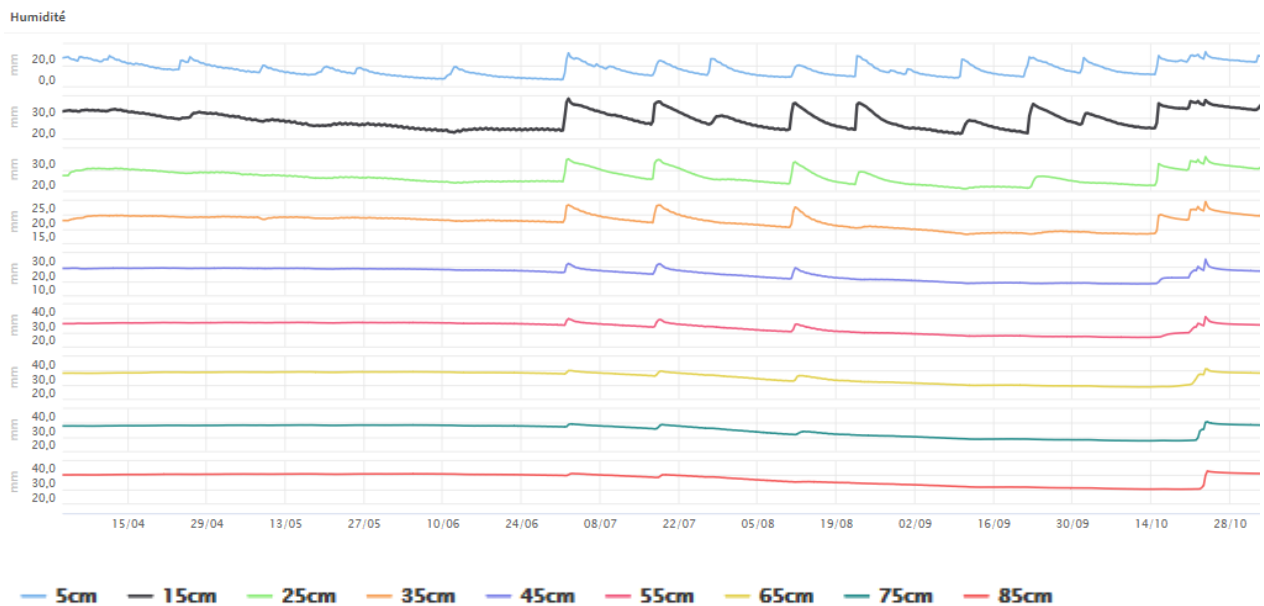
Modalité 1 : (conduite de référence) : désherbage un inter-rang sur deux (l'autre est semé avec un mélange de graminées) et désherbage chimique sous le rang.

Figure 17 : Courbes des humidités cumulées de sol de 0 à 85 cm de profondeur (www.agrometeo.fr) (en vert les irrigations et en bleu les pluies)



La courbe du cumul montre une humidité en baisse d'avril à octobre. Durant les mois d'avril, mai et juin, on remarque que l'humidité cumulée baisse de manière continue malgré les pluies. Elle passe ainsi de 292 mm le 15 avril à 255 mm le 29 juin, soit une perte de 37 mm en 2 mois et demi. Durant les mois de juillet et août, les 3 irrigations et les pluies ont permis de maintenir la culture en zone de confort hydrique. On observe que les irrigations impactent fortement les humidités. Par exemple, pour des apports de 24h le 02/07 et le 11/08, l'humidité cumulée a augmenté de 72 et 54 mm. A partir de fin août, aucune irrigation n'est déclenchée afin de garantir la bonne maturation des raisins. Les pluies du mois de septembre permettent de rester en zone de confort hydrique sans tomber en stress hydrique. La récolte a eu lieu le 1^{er} octobre. Les pluies d'octobre ont permis de recharger totalement tous les horizons.

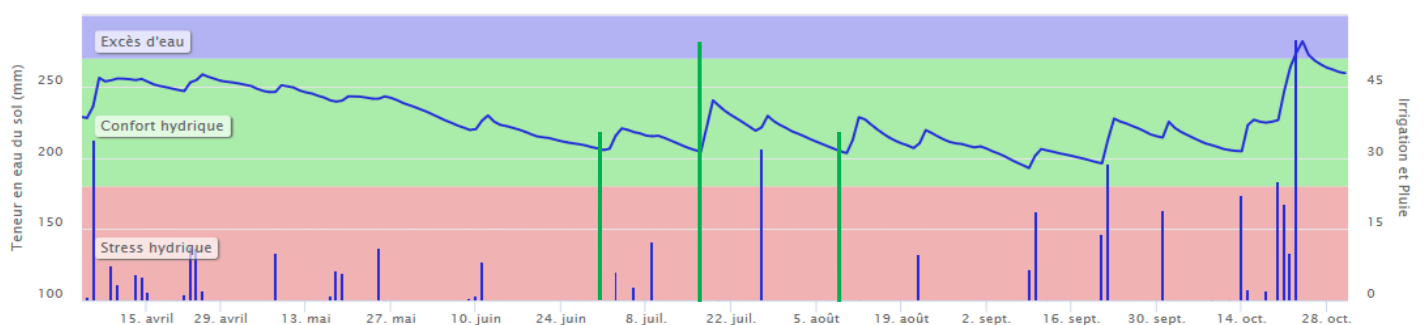
Figure 18 : Courbes d'humidité par capteur (5 à 85 cm)



La courbe des humidités par horizon évoluent de la même manière. On remarque d'abord une baisse de l'humidité sur les horizons 5, 15 et 25 cm. Cela est dû à un assèchement naturel du sol. La première et deuxième irrigation ont influencé les horizons profonds puisque l'on remarque une augmentation des humidités sur toute la profondeur de la sonde. En revanche, le troisième apport de 24h n'a pas fait réagir l'humidité à 85 cm. A partir du mois de juillet, les humidités baissent plus rapidement en profondeur, cela prouve que la vigne prélève d'avantage d'eau sur les horizons profonds. Les humidités restent confortables avec des valeurs autour de 35 mm à partir de 55 cm.

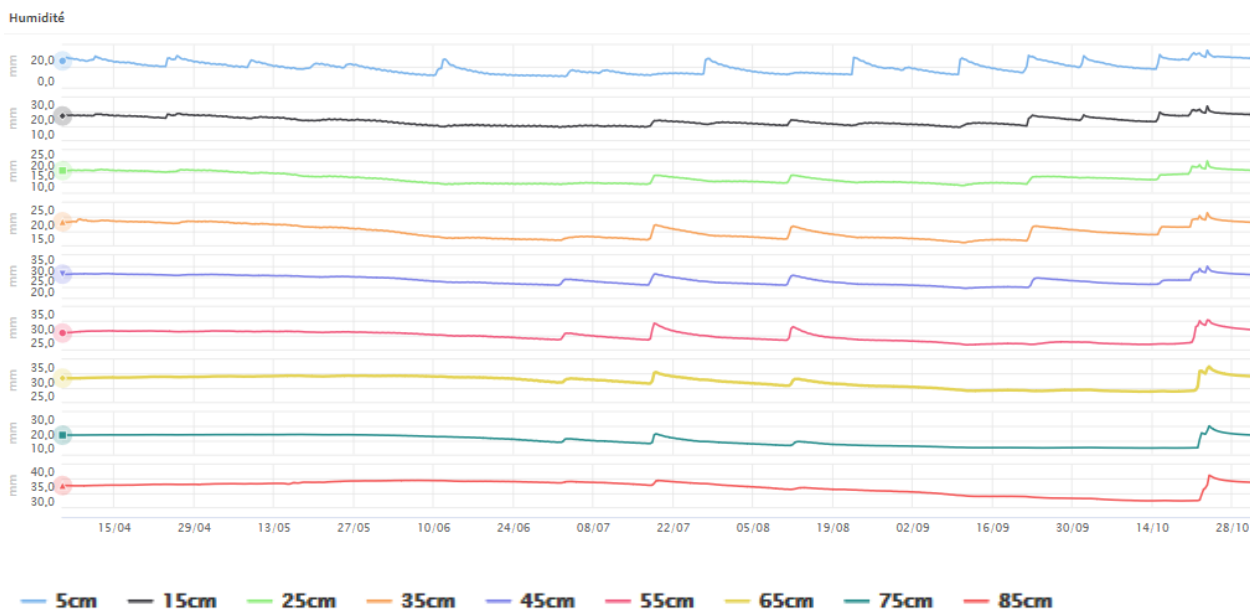
Modalité 2 : désherbage un inter-rang sur deux (l'autre est semé avec un mélange de légumineuses annuelles) et désherbage chimique sous le rang.

Figure 19 : Courbes des humidités cumulées de sol de 0 à 85 cm de profondeur (en vert les irrigations et en bleu les pluies)



La courbe d'humidité cumulée évolue de manière semblable à la première modalité. La perte d'humidité du 15 avril au 29 juin est de 47 mm contre 43 mm pour la M1. Cependant, on remarque que les humidités réagissent moins aux apports d'eau (pluies et irrigation). Pour les irrigations de 24h (02/07 et 11/08), l'humidité cumulée a augmenté de 15 et 23 mm (moins que la modalité 1). Suite aux apports, les humidités baissent aussi plus lentement que la modalité 1.

Figure 20 : Courbes d'humidité par capteur (5 à 85 cm)



Les courbes ont globalement les mêmes tendances que la modalité 1. Avec d'abord des baisses d'humidités sur les premiers horizons (0 à 45 cm) durant les mois d'avril à juin, puis une baisse qui se marque sur les horizons profond (55 à 85 cm) à partir du mois de juillet suite aux premiers apports. En revanche, pour les apports d'eau d'irrigation, les humidités réagissent principalement à partir de 35 cm et moins en surface. On expliquera plus tard quelle est la cause.

Modalité 3 : couverture des deux inter-rangs (graminées semées et légumineuse annuelles) et désherbage chimique sous le rang.

Figure 21 : Courbes des humidités cumulées de sol de 0 à 85 cm de profondeur (en vert les irrigations et en bleu les pluies)

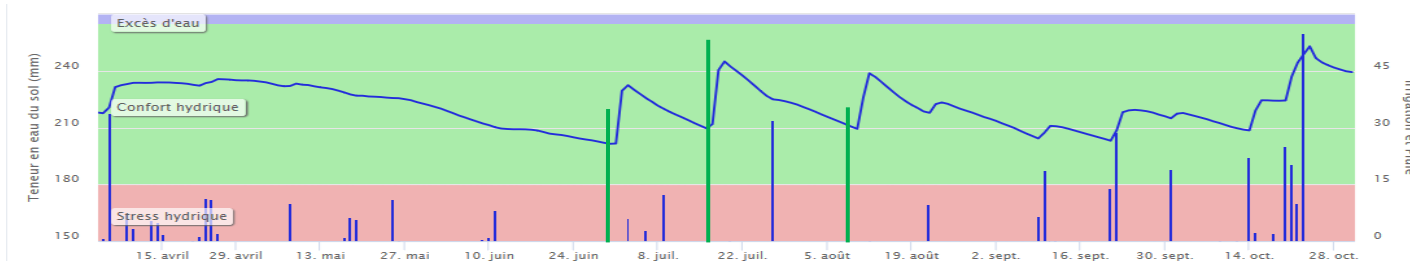
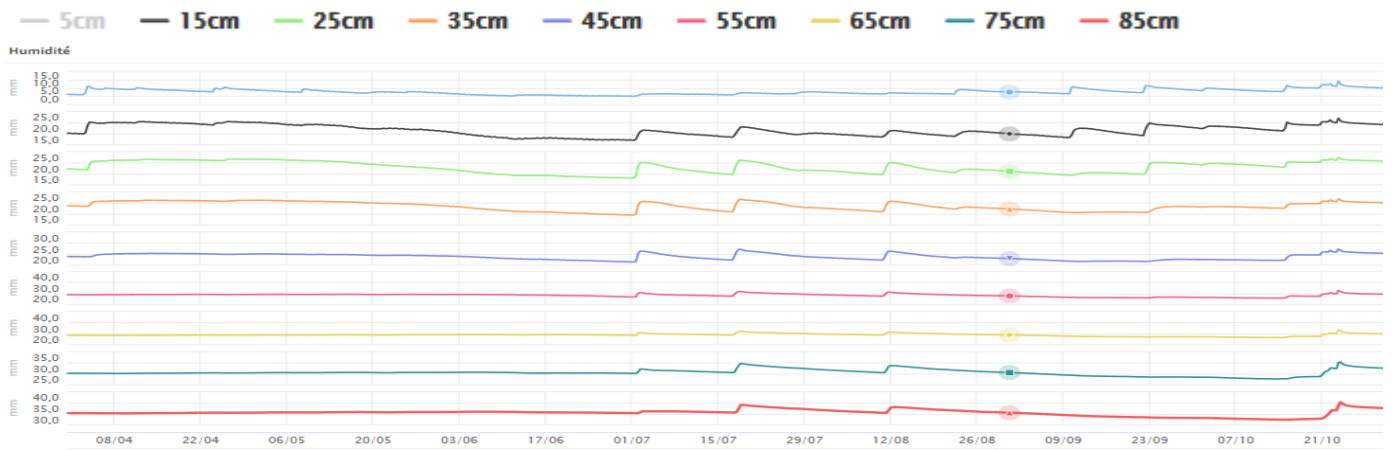


Figure 22 : Courbes d'humidité par capteur (5 à 85 cm)



Modalité 4 : Couvert en plein à base de mélange de légumineuses annuelles.

Figure 23 : Courbes des humidités cumulées de sol de 0 à 85 cm de profondeur (en vert les irrigations et en bleu les pluies)

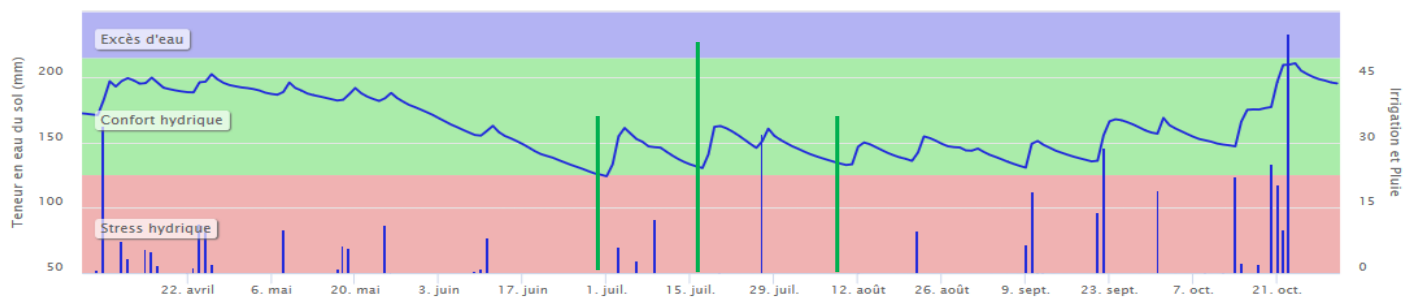
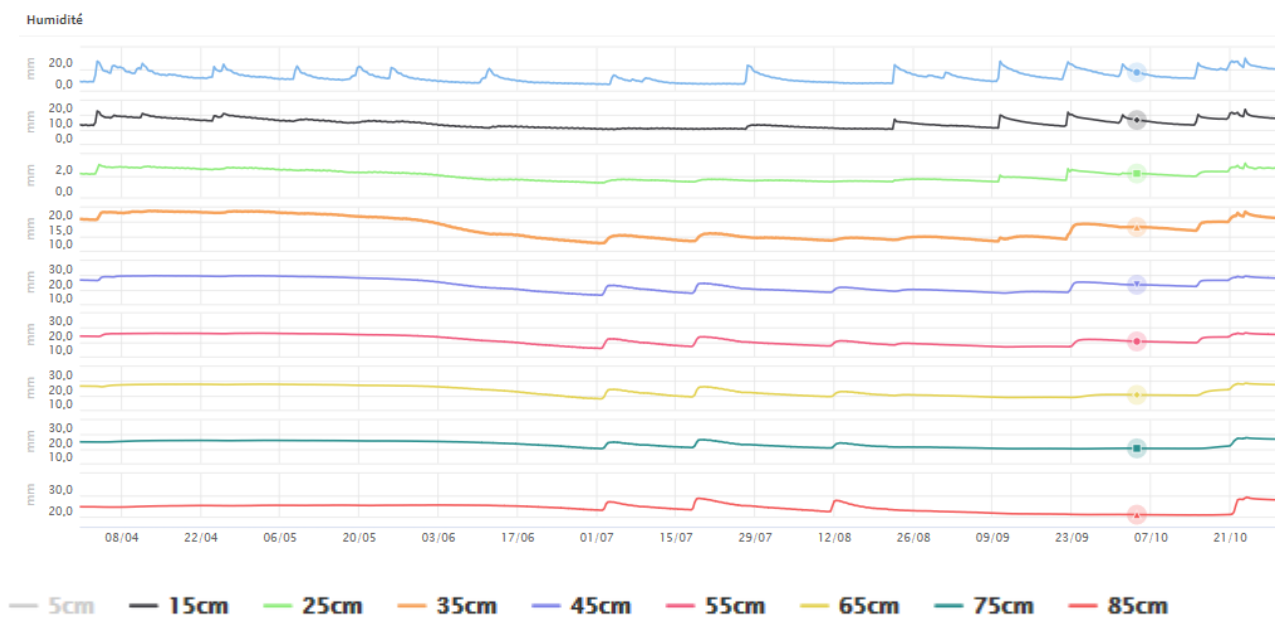


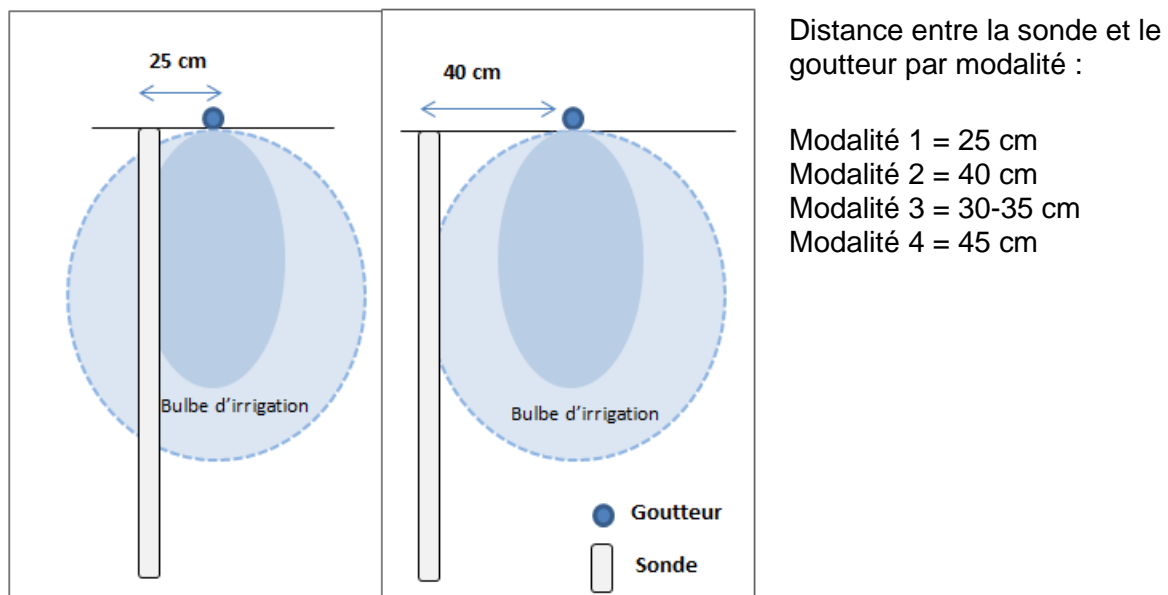
Figure 24 : Courbes des humidités par capteur (5 à 85 cm)



De manière générale, on remarque que pour les 4 modalités suivies, l'évolution des humidités au cours de la saison est semblable. En revanche les valeurs d'humidités ne sont pas les mêmes entre modalités et les gains d'humidité ne sont pas les mêmes suite à un même apport d'eau (pluie ou irrigation). Ces différences s'expliquent par le positionnement du goutte à goutte par rapport aux sondes. En effet, suite au changement du goutte à goutte, l'agriculteur devait repositionner de manière uniforme les lignes afin d'avoir une distance goutteur – sonde semblable sur les 4 modalités (dans un souci de comparaison). Cela n'a pas été fait, les distances varient donc d'une modalité à l'autre.

Une distance « goutteur – sonde » faible (25 cm dans l'exemple) favorise une humidité plus importante sur un plus grand nombre de capteur. Au contraire, une sonde placée à 40 cm présentera des humidités plus faibles.

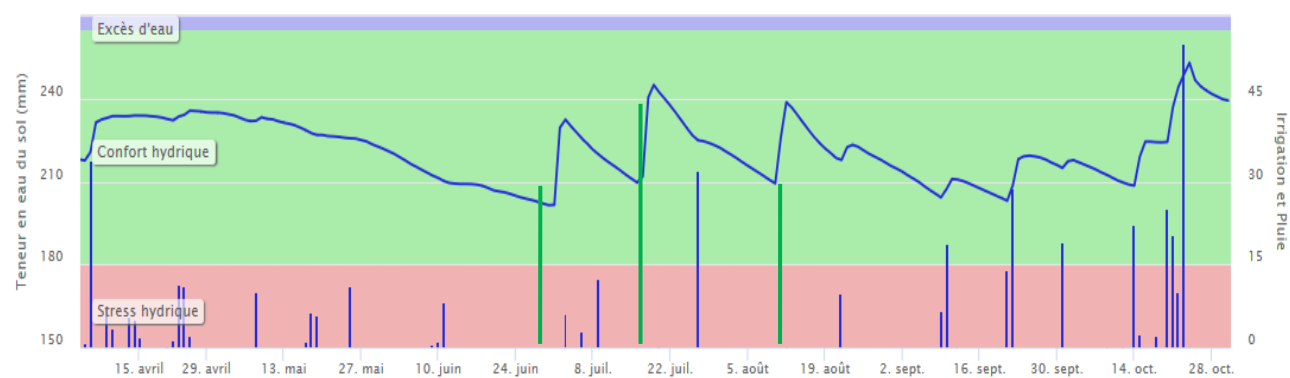
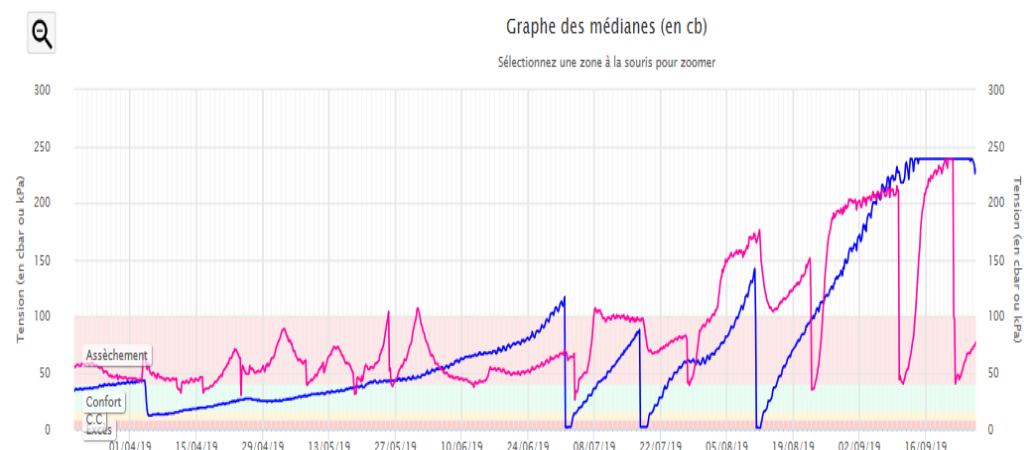
Figure 25 : distance sonde / goutteur



➤ Les tensiomètres

Figure 26 : Graphique des médianes tensiométriques (en cb) – Modalité 1(en haut) et graphique de l'humidité cumulée (en mm) – Modalité 1 (en bas)

— Médiane (2–30cm, 3–30cm...
 — Médiane (5–60cm, 6–60cm...

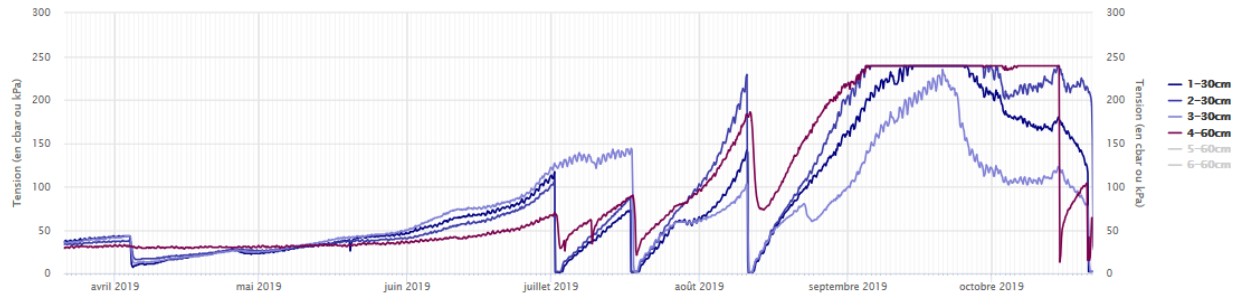


D'avril à juillet, la valeur médiane des tensions à 60 cm se trouve dans la zone d'assèchement avec des valeurs qui varient de 50 à 100 cb. On remarque que lors des pluies, les tensions réagissent par une baisse des valeurs. A 30 cm, la tension augmente progressivement d'avril à juillet, avec des valeurs qui passent de 13 cb à 120 cb. La tension ne réagit pas aux pluies et l'assèchement du sol se fait progressivement. Les variations pour la médiane à 60 cm sont dues à deux tensiomètres sur trois. En effet, un tensiomètre présente une tendance semblable aux valeurs de 30 cm (voir figure ci-dessous). Une augmentation progressive de la tension du sol semble plus logique. De plus on remarque que l'assèchement est moins élevé en profondeur. L'irrigation du 02/07 est déclenchée lorsque les tensions sont de 120 cb à 30 cm et 70 cb à 60 cm. L'humidité à 60 cm semblait encore confortable pour la première modalité (confirmé avec la sonde capacitive). Durant le mois de juillet et août, l'assèchement du sol est plus prononcé avec des tensions qui augmentent rapidement aux deux profondeurs. Les deux irrigations du 17/07 et 11/08 sont déclenchées lorsque la tension à 60 cm atteint respectivement 90 cb et 180 cb. Au vu de la tensiométrie, la troisième irrigation aurait pu être réalisée plus tôt (à 120 cb à 60cm). En revanche, la sonde capacitive présentait encore une humidité confortable entre 60 et 90 cm à la même période. Durant la fin du mois d'août et en septembre l'irrigation n'est plus déclenchée afin de ne pas pénaliser la maturation du raisin. Les tensions augmentent fortement aux deux profondeurs pour atteindre 200 cb au 15 septembre.

En comparaison à la sonde capacitive, les tendances sont semblables avec une baisse de la disponibilité en eau progressive d'avril à début juillet. Puis des recharges ponctuelles lors des irrigations. Les pluies, même de 30 mm, n'influencent que très peu la disponibilité en

eau aux profondeurs de 30 et 60 cm. Il faut attendre les pluies successives d'octobre pour voir le sol se recharger.

Figure 27 : graphiques des tensions (en cb) par profondeur

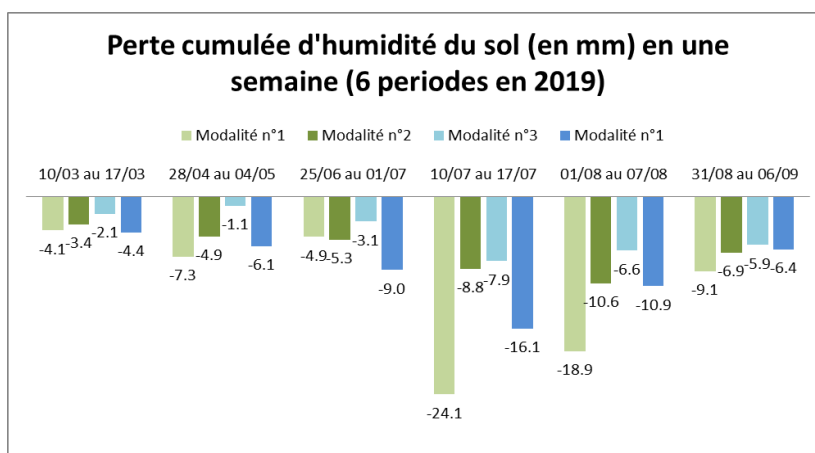
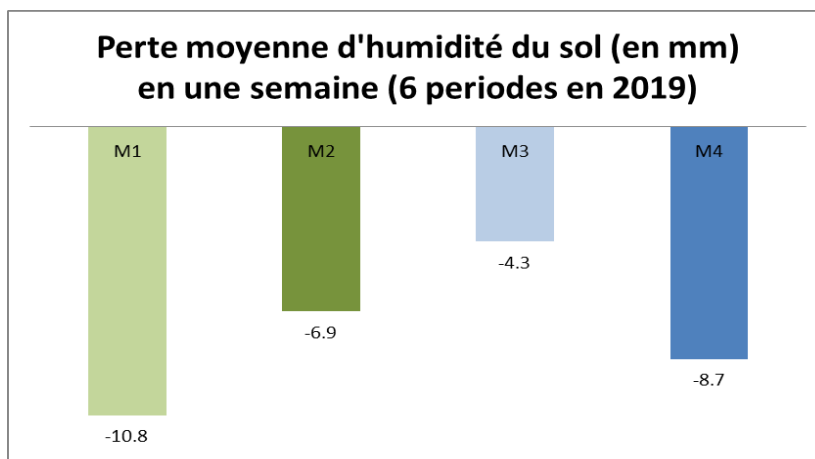


Analyse des pertes et gain d'humidité par modalité

Figure 28 : Tableau des pertes d'humidité par modalité (en mm) – période d'une semaine

2019	10/03 au 17/03	28/04 au 04/05	25/06 au 01/07	10/07 au 17/07	01/08 au 07/08	31/08 au 06/09	Moyenne
Modalité 1	- 4.1 mm	- 7.3 mm	- 4.9 mm	- 24.1 mm	- 18.9 mm	- 9.1 mm	- 11.4 mm
Modalité 2	- 3.4 mm	- 4.9 mm	- 5.3 mm	- 8.8 mm	- 10.6 mm	- 6.9 mm	- 6.6 mm
Modalité 3	- 2.1 mm	- 1.1 mm	- 3.1 mm	- 7.9 mm	- 6.6 mm	- 5.9 mm	- 4.5 mm
Modalité 4	- 4.4 mm	- 6.1 mm	- 9 mm	- 16.1 mm	- 10.9 mm	- 6.4 mm	- 8.8 mm

Figure 29 : graphiques des pertes d'humidité du sol (moyenne à l'année et par période)

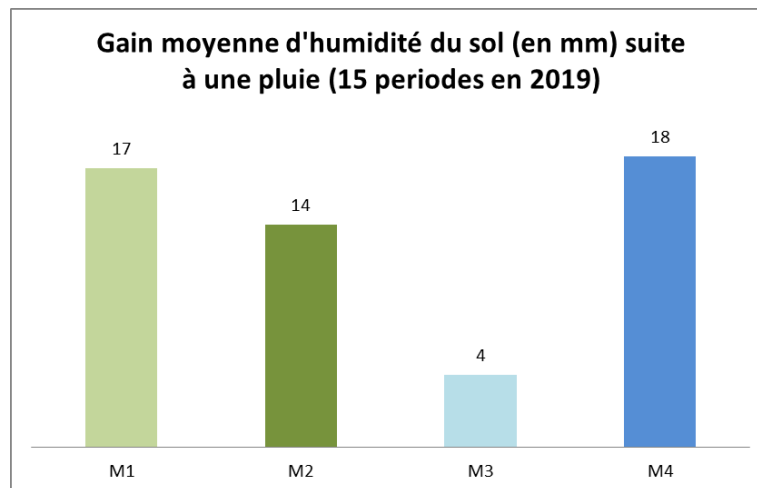


Pour les 6 périodes de l'année 2019 sélectionnées, on remarque qu'en moyenne la modalité 1 présente la perte d'humidité la plus élevée : - 10.8 mm. La plus faible est pour la modalité 3 (-4.3 mm). Contrairement à la campagne 2018, la modalité 4 ne présente pas des assèchements en moyenne plus fort (-8.7 mm). Dans le détail par mois, les résultats sont plutôt homogènes mise à part pour les périodes durant les mois de juillet et août où la modalité 1 présente des assèchements plus marqués. Ces périodes d'assèchement plus marquées pour la première modalité peuvent être dues à la position de la sonde qui est proche du goutteur par rapport aux autres modalités. Ainsi lors d'une irrigation, le gain et la perte d'humidité sont plus importants. Si nous ne tenons pas compte des résultats de la modalité 1, on remarque que la modalité 4 présente des pertes d'humidité cumulée supérieures aux modalités 2 et 3 pour les mois de mai, juin et juillet. Cela va dans le sens des résultats obtenus en 2018.

Figure 30 : Tableau et graphiques des gains d'humidité par modalité (en mm) suite à une pluie.

	Modalité 1	Modalité 2	Modalité 3	Modalité 4
29/01	23	23	13	22
18/03	23	18	6	19
06/04	6	4	1	12
24/04	14	18	4	24
26/04	4	2	1	2

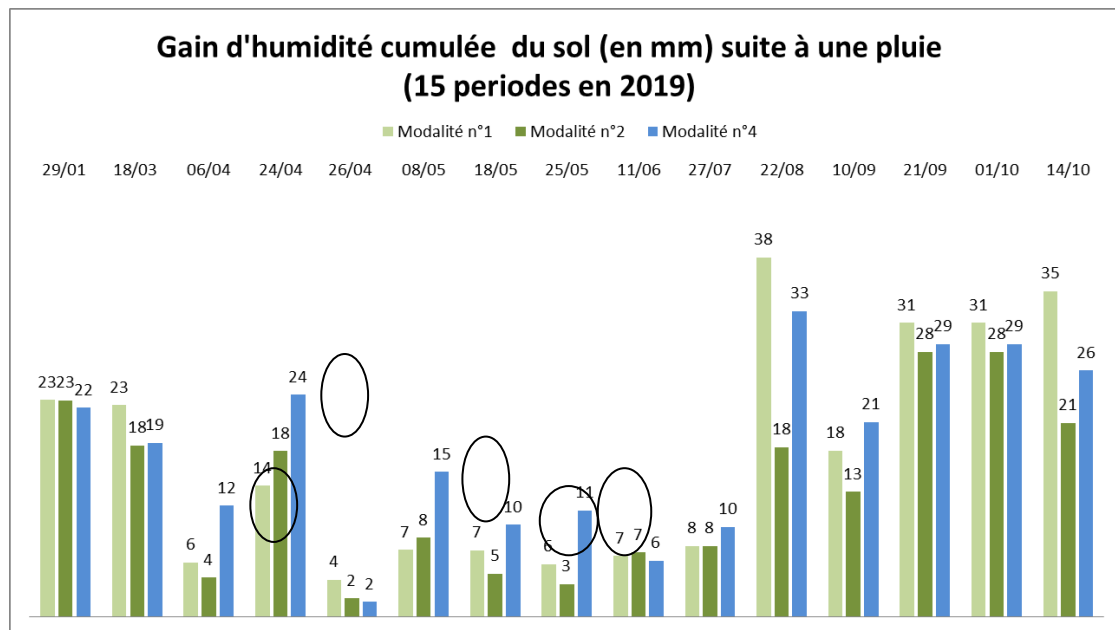
08/05	7	8	4	15
18/05	7	5	0	10
25/05	6	3	1	11
11/06	7	7	-1	6
27/07	8	8	-3	10
22/08	38	18	1	33
10/09	18	13	6	21
21/09	31	28	10	29
01/10	31	28	10	29
14/10	35	21	13	26
MOYENNE	+ 17 mm	+ 14 mm	+ 4	+ 18 mm



Les résultats 2019 confirment la tendance générale de 2018, les gains moyens d'humidité pour les modalités 1, 2 et 4 sont relativement proches (de + 14 mm à + 18 mm). La modalité 3 présente toujours un gain d'humidité très faible causé par des valeurs faibles pour le premier capteur.

Le sol est très caillouteux et il est très difficile d'obtenir une bonne cohésion de tous les capteurs des 4 sondes.

Les résultats nous montrent des tendances assez similaires pour les mois d'hiver et d'automne, les différences d'humidité sont proches en janvier, mars, septembre et octobre. Par contre, des différences apparaissent pour les mois de printemps et d'été avec des gains d'humidité plus élevés pour la modalité 4 (voir image ci-dessous). Sur le diagramme ci-dessous, la modalité 3 a été mise de côté du fait des résultats très faibles. Cela permet de comparer les trois autres modalités.



La tendance observée durant la campagne 2018 : meilleure infiltration sur l'horizon 15 cm pour la modalité en enherbement total, ne semble pas se confirmer en 2019. L'analyse des gains d'humidité par horizon de sol montre des gains d'humidité plus élevés essentiellement sur l'horizon 5 cm pour la modalité en enherbement total pour les mois d'avril et mai.

Conclusion sur l'analyse des courbes

Les 4 sondes capacitatives ont permis de suivre en temps réel l'évolution des humidités sur 90 cm de profondeur des 4 modalités. Le pilotage des irrigations a été conduit en relation avec le producteur en se basant principalement sur la sonde de la modalité 1 témoin. Le producteur a été satisfait du pilotage et de l'utilisation de l'outil durant ses 2 années. La comparaison des 4 modalités a montré de légères différences mais aucune n'est significative. Dans l'ensemble, les tendances des courbes sont semblables sur les 4 modalités. Les différences visibles lors d'apport en eau ou de périodes de consommation sont trop faibles et non répétées pour en tirer une conclusion. De plus, les conditions pédologiques différentes entre les modalités et le fait d'un pourcentage de cailloux important ont impacté l'analyse des résultats.

Effets des couverts sur l'humidité du sol :

L'analyse des gains et pertes d'humidité pour chaque modalité présente des résultats différents pour les deux années du projet. En 2018, il semblerait que l'enherbement total (rang et inter-rang) présente sur la modalité 4 une tendance à assécher davantage le sol durant les mois de printemps. En parallèle, cette modalité montre une recharge en eau du sol légèrement plus importante sur les 20 premiers centimètres durant les mois d'avril, mai et juin. En 2019, les résultats ne présentent pas de différences significatives entre les modalités au niveau de l'assèchement du sol. En revanche, pour les gains d'humidité suite à une pluie, il semblerait que la modalité en enherbement total permette une recharge plus efficace du sol durant les mois d'avril et mai. Au regard de ces résultats, une première hypothèse pourrait être que l'enherbement du sol au niveau du rang favorise une meilleure infiltration de l'eau mais aussi favorise une évapotranspiration plus élevée. Cela reste une hypothèse car de nombreuses limites existent. En effet, malgré une bonne implantation du couvert sur la modalité 4 au printemps 2018, celui-ci s'est très peu développé en sorti d'hiver durant la campagne 2019 (voir photographies ci-dessous).

Figure 31 : photos des rangs : modalités 1 à gauche et modalité 2 à droite (4/06/2019)



Figure 32 : photos des rangs : Modalités 3 à gauche et modalités 4 (couvert en plein) à droite(4/06/2019)



Les différences sur les rangs étaient donc très faibles pour les quatre modalités. De plus, il y a un effet du développement végétal de la vigne qui influence la quantité d'eau qui arrive à proximité de la sonde. Il peut y avoir des différences entre les modalités en fonction de cette couverture du sol.

Conclusion et perspectives

D'un point de vue opérationnel, Le projet SIPRIV a permis de piloter l'irrigation à la parcelle. Les apports ont été optimisés afin de ne pas apporter trop d'eau et réduire ainsi les pertes par percolation. L'exploitant a suivi les recommandations de l'Ardepi et l'outil a bien été pris en main durant la saison. Le suivi tensiométrique paraît intéressant pour comparer les deux méthodes de suivi de l'état hydrique des sols : humidité et tension de l'eau du sol. En revanche, pour le suivi de la vigne, les sondes capacitatives de 90 cm permettent de suivre l'humidité à des horizons profonds (au-delà de 60 cm) ce qui permet de retarder l'irrigation si la vigne continue à prélever à ces profondeurs. De plus, les tensiomètres sont moins fiables avec des valeurs qui décrochent à 60 cm (notamment en deuxième année de suivi).

D'un point de vue de la comparaison des modalités, nous avons remarqué des dynamiques d'humidité différentes entre les modalités. En revanche, nous ne pouvons pas conclure de manière certaine sur l'effet des couverts sur l'humidité des sols. Il semblerait que le couvert dans le rang pour la modalité en enherbement total pourrait favoriser une meilleure infiltration de l'eau dans les 20 premiers centimètres durant les pluies de printemps, mais aussi un assèchement plus rapide par une évapotranspiration plus élevée. En revanche, au niveau des relevés d'azote dans le sol, il semblerait qu'il n'y a pas eu de concurrence entre le couvert et la vigne (*cf rapport RT.0173.19 de la Tapy*). Cette tendance est à relativiser au regard des limites qui ont existé au niveau de la parcelle (hétérogénéité des sols et des distances sonde-goutteur) et en termes de réussite de l'implantation du couvert (absence d'uniformité sur la modalité 4 sur le rang en 2019).

A l'avenir, il pourrait être intéressant de poursuivre ce projet afin d'identifier l'effet du couvert végétal sur l'humidité du sol au niveau du rang. En effet, la présence d'un couvert peut permettre une meilleure infiltration de l'eau de par une structuration améliorée du sol et par la diminution du ruissellement à la parcelle. La mauvaise implantation du couvert en 2019 n'a pas permis d'obtenir des résultats interprétables entre les différentes modalités. Par conséquent, malgré les contraintes du régime méditerranéen, Il serait intéressant de mettre en place un couvert végétal (rang et inter-rang) qui reste en place toute la saison de manière uniforme. En parallèle un paillage (biodégradable) pourrait être disposé sur une deuxième modalité afin de comparer l'impact sur le maintien de l'humidité du sol.

Figure 33 : diagnostic du réseau d'irrigation de la parcelle Sud Luberon



DIAGNOSTIC – Installation d'irrigation

Commune	Nom	Date	Programme
St Martin de la Brasque	Sud Luberon	24/04/18	FEADER Huveaune Presta Autre → SIPRIV

Descriptif exploitation	Vigne vieille en raisin de table, 4 m de dénivelé entre point haut et bas de la parcelle. Borne au point bas de la parcelle				
0.92 ha	Ressource en eau				surface
Alimentation en eau		BORNE	Débit 7.5m ³ /h	Pression inconnue	
Station de tête					
Filtration	Type Tamis	Marque inconnue	Année ± 20 ans	Finesse inconnue	
Régulateur de pression	Marque inconnue, réglé à 2.5 bars (pression mesurée)				
Réseau primaire					
Conduite	Matériau PE	Diamètre 32	PS 6	Longueur 92 m	

Réseau secondaire PARCELLE 1 Plein-champ					
Matériel à la parcelle			G. à goutte		
Marque	Modèle	Age	Débit	Pression	Pluvio théorik
Netafim		Vieux et ≠ (±10-20 ans)	2 L/h (d'après le producteur)	inconnue	0.53 mm/h
Ecart entre rampes		Ecart entre distributeurs		Longueur	Nbr de rampes
2.5 m		1.5m		87 m	21
Contrôles réalisés					
Pression	Point 1 début 1 ^{ère} rampe		Bar : 1.75		
	Point 2 le plus loin de la borne		Bar : 0.30		
Débit	Point 1	Durée	Volume	l/h	
	Borne réseau	80 min	10 m ³	7500	
	Point 2	Durée	Volume	l/h	
Pluvio réelle	Remarques				
0.67 mm/h	La pluviométrie théorique calculée est proche de la pluviométrie réelle				
NOTES					
Mesure du Débit sur 13 goutteurs (certains goutteurs fuient, réseau de plus de 10 ans)					
La moyenne des 3 débits les plus faibles est de 2.26 L/h.					
La moyenne de tous les débits est de 2.53 L/h.					

CU goutteurs = $(2.26 \times 100) / (2.53) = 89 \%$

Le Coefficient d'Uniformité des goutteurs est inférieur à 90%, la régularité de la distribution de l'eau sur la parcelle est donc affectée.

Une intervention est donc à prévoir pour réduire cette hétérogénéité des apports, d'autant plus que certaines rampes ont un espacement entre goutteurs différent.

D'après des calculs effectués sur un tableur Excel, pour un débit $Q = 7.5 \text{ m}^3/\text{h}$ passé dans la parcelle par la borne réseau, il est normal que nous mesurons seulement 0.3 bar en bout de 21^{ème} rampe, alors qu'il y a 1.75 bars au début de la 1^{ère} rampe. Cette différence de pression affecte les débits des goutteurs et crée une hétérogénéité d'apport d'eau entre les secteurs.

Il faut donc prévoir des modifications sur le réseau pour remédier à ces pertes de charges trop importantes (augmenter le diamètre du peigne, réduire le débit des goutteurs ou ouvrir moins de rampes en même temps)

Avec une moyenne de débits par goutteur calculée à environ 2.5 L/h, 6.74 m³/h s'écoulent en théorie sur la parcelle. La question que nous pouvons nous poser est : si 7.5 m³/h sont réellement passés par la borne, où est allée l'eau ?

- ➔ Fuites ?
- ➔ Autres goutteurs sur la parcelle faisant passer un plus gros débit ?

L'hypothèse que le compteur volumétrique de la borne réseau dérive est aussi envisageable, dans ce cas il indiquerait une mesure erronée.

Conclusion :

Matériel vieillissant avec des fuites visibles sur le goutte à goutte et également au niveau de certains goutteurs. Les pressions sont très différentes d'un point à un autre, cela peut être compensé par un matériel autorégulant mais le producteur n'a pas pu nous donner cette information. On retrouve également certaines rampes avec des espacements entre goutteurs différents des autres rampes, cela engendre une différence de pluviométrie.

De plus, le producteur pense que l'eau distribuée sur le haut de la parcelle a tendance à ruisseler vers le bas.

Malgré ces problématiques, nous avons constaté que sur les goutteurs en bon état de fonctionnement, les débits étaient proches.

Il faudra prévoir une remise à neuf du goutte à goutte et faire les calculs hydrauliques en fonction de ce nouveau matériel pour dimensionner correctement le peigne, ou prévoir de sectoriser la parcelle lors des irrigations.

Figure 34 : diagnostic du réseau d'irrigation de la parcelle de La Tapy



DIAGNOSTIC – Installation d'irrigation

Commune	Nom	Date	Programme
Carpentras	La Tapy	12/06/18	SIPRIV

Descriptif exploitation	3 ha de vignes et 3 ha de cerises, alimenté en eau par le canal de Carpentras			
6 ha	Ressource en eau	surface		
Alimentation en eau		BORNE	Débit +- 40 m ³ /h	Pression 4 ou 6 bars
Station de tête				
Filtration	Type Disques, calibre 2"	Marque ARKAL	Année ± 20 ans	Finesse 130 µm
Filtration	Sable	Changé il y a ± 10 ans, contre-lavages automatiques (1min/jour)		
Régulateur de pression	Celui présent sur la borne, réglage inconnu (surement proche de 4-6 bars) les manomètres en place sont HS			
Réseau primaire				
Conduite	Matériau PVC	Diamètre 100	PS Inconnue	Longueur ± 125 m

	PE	63	6 bars	± 125 m	
--	----	----	--------	---------	--

NOTES

Le système de filtration est bien dimensionné et adapté aux besoins de l'exploitation. Sur les conduites du réseau primaire, les pertes de charges sont négligeables pour le débit qui est généralement demandé.

Réseau secondaire Parcelle de vigne (musqua) Plein-champ

Matériel à la parcelle

G. à goutte

Marque	Modèle	Age	Débit	Pression	Pluvio théorik
NETAFIM	DRIPNET	2 ans	1.6 l/h	De 0.4 à 3 bars	2 mm/h
Ecart entre rampes		Ecart distributeurs		Longueur	Nbr de rampes
3 m		1 m		72 m	6

Il y a un régulateur de pression fixe à 3 bar (de 0.8 à 5 m³/h) à l'entrée du porte rampe.

Contrôles réalisés

Pression	Point 1	Bar :
	Début première rampe	2.95
	Point 2	Bar :

	Fin de la dernière rampe	2.90		
Débit	Point 1 Entrée de la parcelle	0.75 m ³ /h		
Test homogénéité des goutteurs	Nb de goutteurs testés 13	Temps 15 min	Moyenne des débits 1.79 l/h	CU goutteurs 95.4 %
Pluvio réelle 2.17 mm/h	(750 l/h mesuré au débitmètre) / (432 goutteurs) = 1.74 l/h par goutteur Soit une pluvio réelle de 2.17 mm/h.			
NOTES				
<p>On peut observer une homogénéité de répartition de l'eau sur la parcelle très satisfaisante. En effet, il y a très peu de différence de pression entre l'entrée et la fin de la parcelle et le coefficient d'uniformité de débit des goutteurs est de 95,4 %.</p> <p>La pluviométrie réelle de la parcelle est proche de la pluviométrie théorique estimée avec 1.6 l/h par goutteurs indiqués par le constructeur.</p>				

Conclusion :

En vue des contrôles réalisés et des constatations sur le terrain, aucune intervention ni modifications ne sont à prévoir sur le système d'irrigation de la parcelle. Le matériel est bien dimensionné et adapté à la culture, il ne présente pas de dysfonctionnements pouvant fausser les quantités d'eau apportées à la culture.

- **Impact agronomique**

En 2018, il y a également eu une mesure des poids de bois de taille ainsi qu'une comparaison des rendements. La comparaison des poids des sarments (Tableau 10) ne présente aucune différence significative entre les différentes modalités, ceci pour les deux parcelles. Les valeurs sont proches (à l'échelle de chaque parcelle). A noter toutefois que sur la parcelle du Sud Luberon la modalité 4 tend à avoir moins de vigueur, alors que sur la parcelle de la Tapy ce serait plutôt les modalités 1 et 2. Ces effets pourraient néanmoins être liés à de simples effets parcelles.

Tableau 10 : Poids des bois de taille

Modalité	Moyennes Poids des sarments (Kg) – Sud Luberon	Moyennes Poids des sarments (Kg) – la Tapy
1	13,8	11,4
2	13,6	11,2
3	13,0	12,2
4	12,1	12,9

L'analyse des rendements (Tableau 11) fait ressortir des différences statistiques sur la parcelle Sud Luberon, avec les modalités 1 et 2 qui ont les valeurs les plus élevées (respectivement 16,9 et 15,1 t/ha). Le plus faible rendement est observé sur la modalité 3 avec une valeur de 7,8 t/ha. Enfin la modalité 4 se situe dans une position intermédiaire (11,8t/ha), ne se différenciant d'aucune des autres modalités.

Sur la deuxième parcelle il n'y a pas de différences significatives entre les modalités. Les deux modalités 3 et 4 semblent tendre vers un rendement plus faible, avec la modalité 3 qui serait le plus en retrait. On observe donc la même tendance que sur l'autre parcelle mais dans des proportions plus modérées.

Tableau 11 : Rendement à la récolte (parcelle Sud Luberon)

Modalité	Moyennes Rdt net (t/ha) – Sud Luberon	Groupes		Moyennes Rdt net (t/ha) – La Tapy	Groupes
1	16,9	A		15,8	A
2	15,1	A		15,1	A
4	11,8	A	B	14,2	A
3	7,8		B	13,0	A

Sur la parcelle de la Tapy, d'autres données ont été analysées à la récolte (acidité, taux de sucre, poids moyen des baies et des grappes) mais il n'y avait aucune différence significative entre les différentes modalités.

Globalement la modalité 1 (témoin) enherbement inter rang graminées et inter rang travaillé présente les meilleurs résultats. La modalité 2 inter rang légumineuses et inter rang travaillé a elle-aussi pu donner une récolte importante et de bonne qualité. Avec un enherbement de 100% de la surface, la modalité 4 présente des résultats très satisfaisant pour le mode de conduite considéré. Elle reste cependant en retrait par rapport aux modalités 1 et 2. Bien que non significatives sur le plan statistique, les mesures du poids des bois de taille révèlent un niveau de vigueur plus faible sur les modalités 3 et 4. L'effet parcelle n'est pas à exclure et devra être vérifié en 2019, les pluies importantes de 2018 ayant pu compenser les éventuelles concurrences hydriques. La modalité 3 tend à avoir un rendement plus faible et un poids de bois de taille inférieur (notamment par rapport aux modalités 1 et 2), mais l'effet parcelle peut toujours être présent. D'où l'importance des résultats de 2019, afin de suivre ces tendances/différences.

4. Résultats 2019

- **Impact sur l'azote**

Deux analyses Nitratest ont été faites en 2019 sur chacun des deux sites. Les résultats sont présentés dans le Tableau 12. Ces valeurs montrent une valeur initiale faible en azote, sans différenciation statistique entre les modalités. L'évolution est par contre très différente sur les deux sites.

Tableau 12 : Moyennes des quantités d'azote disponible dans le sol (U/ha) pour les deux sites expérimentaux

Site	Date	Stade	Modalité			
			1	2	3	4
La Tapy	19/04/2018	Dvpt feuilles	10.7	9.1	9.4	8.5
	22/03/2019	Débourrement	6.8	10.7	8.1	18.2
	28/08/2019	Pré-récolte	14.0	10.7	13.3	27.6
St Martin	29/03/2018	Débourrement	6.6	6.2	6.4	6.1
	22/03/2019	Débourrement	15.6	15.6	23.4	16.2
	28/08/2019	Pré-récolte	6.5	20.8	59.8	39.0

A la Tapy, l'analyse révèle un effet global significatif de la date, de la modalité, et de leur interaction. Sur la modalité 4, la différence est notée au printemps 2019, 16 mois après le semis. Elle s'accroît ensuite fortement et régulièrement. Les évolutions notées dans les autres modalités restent dans la même gamme de variabilité, sans discrimination statistique.

Le site de St Martin est plus surprenant pour ce paramètre. La grande différence des quantités disponibles entre les débournements 2018 et 2019 s'explique par la fertilisation effectuée en 2018, ce qui a provoqué une forte différence entre les modalités. Entre le débourrement et la récolte 2019, ces quantités ont augmenté uniquement sur les trois modalités comportant au moins une partie de légumineuses (modalités 2 à 4). Par contre, elles ont diminué sur la 1. Il est donc plausible, quoique non encore vérifiable d'un point de vue statistique, que ces augmentations soient causées par ce couvert en légumineuses.

A la Tapy et à Saint Martin, trois séries de mesures au N-tester ont été effectuées : autour de la floraison (respectivement 09/05 et 06/06), la maturation des baies (10/07 et 30/07) et la

récolte (11/09 et 01/10). L'analyse statistique globale (anova) menée sur les données 2018 et 2019 montre une influence forte de la modalité (Figure 35), du stade de développement et de l'interaction de ces deux paramètres. L'analyse doit donc être menée séparément pour chacun des stades.

Au moment de la première mesure (floraison 2018), aucune différence n'apparaît entre les modalités (moyennes 439-450). Par contre, la différence apparaît au moment de la floraison 2019, les indices sur les modalités 1 et 2 (203-229) étant plus élevés que sur les 3 et 4 (171-190). Lors des stades de développement des baies et de récolte en 2019, on note encore une moyenne tendant à diminuer avec l'augmentation du couvert végétal. Pour chacun des deux stades, la différence n'est pas significative mais le niveau de probabilité reste proche du seuil des 5%.

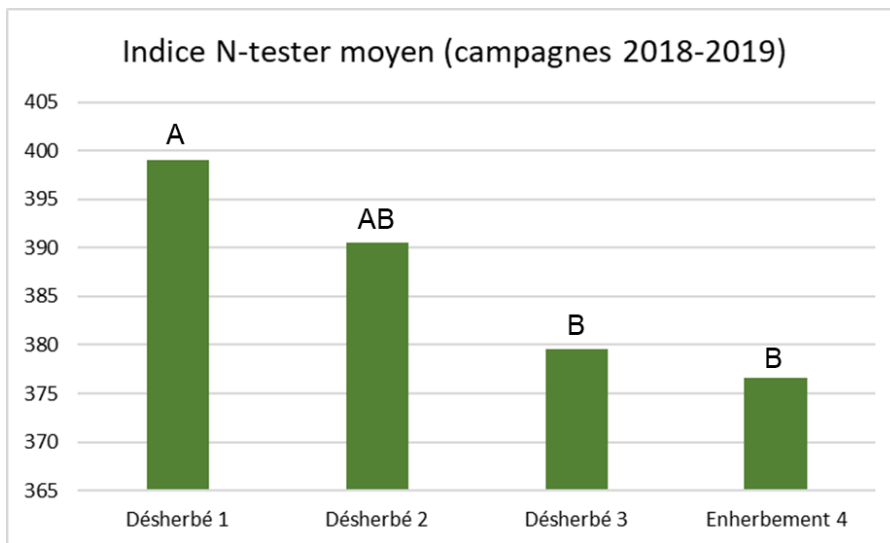


Figure 35 : Moyennes des indices n-tester par modalité sur la parcelle de la Tapy, toutes dates confondues. Les écart-types ne sont pas représentés sur la figure par souci de lisibilité, les lettres correspondant aux résultats du test de Tukey

Sur la parcelle de Saint Martin, l'anova montre la même significativité de la modalité (Figure 36), du stade phénologique et de leur interaction. Par contre, le classement global des moyennes est à l'opposé de celui constaté à la Tapy (Figure 36). L'analyse stade par stade ne montre aucune différence avant la récolte 2019. C'est uniquement lors de cette dernière mesure que l'effet modalité devient fortement significatif.

Les deux sites montrent donc des résultats contradictoires. Dans cette deuxième situation, l'azote présent dans les feuilles semble plus corrélé aux quantités détectées dans le sol. Au contraire de ce qui a été constaté à la Tapy, on aurait donc une mobilisation plus efficace par la vigne des nutriments présents dans le sol.

Les résultats collectés sur les deux sites ne permettent pas une synthèse convergente puisqu'ils diffèrent fortement. Dans le cas de la Tapy, on note une augmentation régulière de l'azote présent dans le sol, augmentation corrélée avec la surface du couvert végétal, en particulier les légumineuses. Ce résultat semble logique du fait de la fixation de l'azote aérien par ces légumineuses. Par contre, cet azote ne se retrouve pas dans les feuilles de la vigne. On peut donc émettre l'hypothèse de l'apparition d'une compétition entre le couvert végétal et la vigne, compétition qui aurait pour conséquence agronomique la diminution relative de la productivité (cf. partie ultérieure).

Cette analyse n'est cependant pas valable pour le site de St Martin où les résultats 2019 montreraient que l'azote du sol est bien réutilisé par la vigne : la compétition avec le couvert végétal n'y est donc pas flagrante. Cependant, il faut noter que ce couvert a été semé à St Martin un an plus tard qu'à la Tapy, il n'y a donc pas encore atteint le même développement.

En tout état de cause, et à la différence de 2018, l'année 2019 a permis de mettre en lumière les conséquences physiologiques à court terme de l'enherbement maîtrisé sous la vigne. Cet impact actuel ressemble à une compétition, au détriment de la vigne. L'essai est à poursuivre sur les années à venir afin de suivre au mieux le devenir de cette compétition.

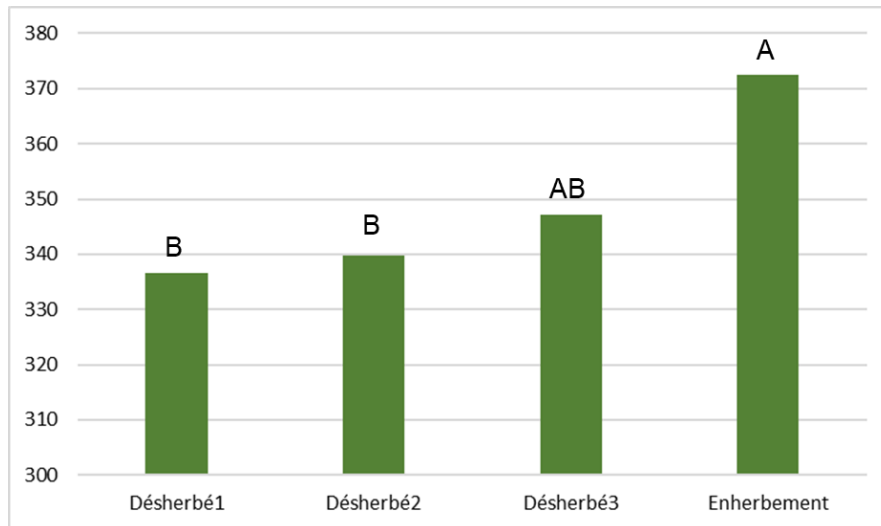


Figure 36 : Moyennes des indices n-tester par modalité sur la parcelle de St Martin, toutes dates confondues. Les écart-types ne sont pas représentés sur la figure par souci de lisibilité, les lettres correspondant aux résultats du test de Tukey

Les résultats collectés sur les deux sites ne permettent pas une synthèse convergente puisqu'ils diffèrent fortement. Dans le cas de la Tapy, on note une augmentation régulière de l'azote présent dans le sol, augmentation corrélée avec la surface du couvert végétal, en particulier les légumineuses. Ce résultat semble logique du fait de la fixation de l'azote aérien par ces légumineuses. Par contre, cet azote ne se retrouve pas dans les feuilles de la vigne. On peut donc émettre l'hypothèse de l'apparition d'une compétition entre le couvert végétal et la vigne, compétition qui aurait pour conséquence agronomique la diminution relative de la productivité (cf. partie ultérieure).

Cette analyse n'est cependant pas valable pour le site de St Martin où les résultats 2019 montreraient que l'azote du sol est bien réutilisé par la vigne : la compétition avec le couvert végétal n'y est donc pas flagrante. Cependant, il faut noter que ce couvert a été semé à St Martin un an plus tard qu'à la Tapy, il n'y a donc pas encore atteint le même développement.

En tout état de cause, et à la différence de 2018, l'année 2019 a permis de mettre en lumière les conséquences physiologiques à court terme de l'enherbement maîtrisé sous la vigne. Cet impact actuel ressemble à une compétition, au détriment de la vigne. L'essai est à poursuivre sur les années à venir afin de suivre au mieux le devenir de cette compétition.

- **Impact sur l'eau**

- **Impact agronomique**

La pesée des bois de taille a été effectuée le 20/12/2018 à St Martin et le 11/03/2019 à la Tapy (Tableau 13). La comparaison statistique ne montre aucune différence entre les modalités, pour l'un comme pour l'autre des sites. La seule différence significative est un effet « année », visible à la Tapy et sans interaction avec la modalité. Les données de fertilité n'ont pu être enregistrées qu'à la Tapy. Elles montrent une augmentation significative du nombre de grappes par sarment (en moyenne 1.2 en 2019 contre 1.0 en 2018), mais sans aucun effet « modalité », direct ou par interaction.

Tableau 13 : Somme des poids de bois de taille selon l'enherbement

Modalité	Période	Poids bois de taille de (kg)		Fertilité (grappes / sarment)
		Tapy	St Martin	Tapy
1	2017-2018	34.2 a	NA	0.9
	2018-2019	44.6 b	41.5	1.1
2	2017-2018	33.7 a	NA	1.0
	2018-2019	44.0 b	40.7	1.1
3	2017-2018	36.7 a	NA	1.1
	2018-2019	43.5 b	38.9	1.3
4	2017-2018	38.6 a	NA	1.1
	2018-2019	43.9 b	36.4	1.2

Ces deux résultats témoignent donc d'une croissance régulière et homogène, l'enherbement n'a pas d'impact visible sur la vigueur de la vigne

Les données de maturité et de récolte sont consignées dans le Tableau 14. Sur le site de la Tapy, les analyses statistiques (anova ou test Kruskal-Wallis) ne montrent aucune différence significative entre ces variables de maturité pour le facteur « modalité ». Sur le site de St Martin, l'acidité des baies de la modalité 4 semble plus importantes, mais le manque de données empêche la comparaison statistique. Ce résultat reste donc à confirmer.

Les données de rendements montrent également des différences. Les poids moyens de grappes sont variables selon les années et les modalités. Cette différence n'est pas significative à la Tapy, mais l'est à St Martin où les grappes sont significativement plus lourdes sur la modalité 1 en 2019. Le rendement lui-même montre une tendance à la baisse avec l'augmentation des surfaces enherbées. A la Tapy, en 2019, il varie ainsi de 18.6 t/ha sur la modalité 1 à 16.0 pour la 4. Cette tendance n'est cependant pas significative. Cette diminution se constate également à St Martin : les résultats de 2018 montraient déjà un rendement tendant à être plus faible pour les modalités 3 et 4, ceux de 2019 montrent une différence plus tranchée avec les modalités 1 et 2 significativement supérieures aux deux autres.

La diminution des rendements est également sensible au travers des indices de Ravaz. A la Tapy, l'indice ainsi calculé est significativement différent pour les deux années de suivi. Comme vu précédemment, le poids des bois de taille est similaire selon les modalités, la

différence suit la tendance à la diminution des rendements. On retrouve la même différence à St Martin, où l'indice est significativement plus faible sur la modalité 3.

Tableau 14 : Moyennes des variables de maturité et de récolte selon l'enherbement

Site	Modalité	Année	IR (%)	Acidité (g _{TH2} /L)	IM	PMB (g)	PMG (g)	Rendement net (t/ha)	Indice de Ravaz
La Tapy	1	2018	21.3	3.4	60.2	5.1	351	15.8	5.0 A
		2019	23.2	3.5	61.4	3.9	478	18.6	6.1 a
	2	2018	21.3	3.5	60.0	4.9	367	15.1	5.3 A
		2019	23.5	3.6	51.3	4.1	446	17.6	5.9 a
	3	2018	21.0	3.4	60.4	4.8	355	13.0	3.6 B
		2019	23.9	3.5	56.8	3.6	421	17.0	4.4 b
	4	2018	21.0	3.6	55.0	5.1	372	14.2	3.7 B
		2019	23.5	3.6	62.3	3.9	433	16.0	4.4 b
St Martin	1	2018						16.9 A	
		2019	23.0	5.6	40.8	4.4	393 a	16.0 a	4.5 a
	2	2018						15.1 A	
		2019	23.8	6.2	38.3	4.0	309 b	14.0 b	4.6 a
	3	2018						7.8 B	
		2019	23.0	6.9	32.8	3.7	339 b	8.5 b	2.5 b
	4	2018						11.8 AB	
		2019	22.4	10.1	21.8	4.2	312 b	9.3 b	4.0 a

En conclusion après ces années d'essai, au-delà de la variabilité liée aux hétérogénéités pédologiques et culturales, ces résultats sont relativement convergents. Si la qualité des raisins ne varie pas, ou peu, on peut par contre noter une diminution quantitative de la productivité de la vigne, cette diminution étant plus sensible pour les modalités 3 et 4 qui sont les plus enherbées. Cette diminution est à mettre en parallèle de la compétition qui a été mise en lumière pour l'azote et l'eau. Ainsi, il apparaît que la compétition entre la vigne et le couvert végétal a un impact significatif sur la production de la vigne, et ce dès les premières années de l'implantation du couvert. L'essai serait à poursuivre afin de voir l'évolution de cette compétition lors des années à venir, avec une vigne qui pourrait s'adapter sur un pas de temps plus long que ces quelques années.

B. Axe 2 : Réduction des intrants via la sélection variétale

1. Méthodologie

30 variétés (20 nouvelles et 10 anciennes), mises à disposition par l'UMT Génovigne, sont testées à la Tapy. Ce sont des variétés qui ont été validées comme étant génétiquement résistantes au mildiou et à l'oïdium. Les greffons des nouvelles variétés sont greffés en 2017 sur des souches de vignes déjà établies en parcelle. Aucun traitement contre l'oïdium ni contre le mildiou ne sera appliqué sur la parcelle. Des variétés témoins sont placées à différents endroits de la parcelle pour permettre un suivi de la pression des maladies. Des notations sont réalisées (nombre de ceps, feuilles, grappes touchées) pour quantifier les efficacités de réduction des attaques. Le potentiel variétal est également étudié via des analyses de la conformation des grappes, des baies, des indices de maturité et de critères gustatifs. Ces éléments permettront de sélectionner, ou non, des variétés potentiellement intéressantes pour des tests à plus grande échelle. Aucune statistique ne sera réalisée étant donné le faible échantillonnage (3 individus par variétés).

2. Résultats 2017

En première année d'essai il n'y a pas eu d'observation pour les variétés nouvelles. Les greffages ont eu lieu en été 2017, les premiers résultats disponibles le sont en 2018 (après une meilleure reprise du matériel végétal).

Pour les 10 variétés d'anciennes générations, 2 ne sont plus suivies car elles n'ont pas exprimé les critères requis (résistance aux maladies, taille et forme des grappes et des baies, goûts etc...). En 2014, 6 variétés ont été surgreffées sur de l'Italia Rubi et ont été suivies jusqu'à présent (2017). Celles-ci ne seront plus suivies en 2018. Puis en 2016, 4 variétés ont été greffées en VATE, dont 2 appartenant aux 6 variétés précédemment énoncés, par le biais d'une nouvelle sélection des critères requis. Celles-ci feront l'objet de suivis et d'évaluations en 2018.

3. Résultats 2018

• Variétés d'anciennes générations

La fructification 2018 était encore faible pour les 4 variétés évoquées précédemment, les critères qualitatifs des baies n'ont donc pas été enregistrés pour cette année.

Les données de la campagne 2018 sont consignées dans le Tableau 15. Aucune différence significative due à la placette de prélèvement n'a été enregistrée pour aucun des trois paramètres mesurés, ces données sont donc les moyennes globales pour les 24 pieds de chaque variété.

On note en particulier les petites baies du C10 PL9 et du G08 PL1, comparables en taille au Chasselas. L'acidité du C10 PL9 est également forte. Combinée à un taux de sucre relativement bas, cette variété obtient à la récolte un indice de maturité très faible.

Tableau 15 : Données du suivi de maturité (campagne 2018)

Variété	IR (% Brix)	Acidité (g _{TH2} /L)	IM	PMB (g)
---------	-------------	-------------------------------	----	---------

Chasselas	16.0	3.7	39.5	2.3
Alphonse Lavallée	18.3	5.5	31.7	5.3
A07 PL1	18.5	4.1	42.6	3.3
B11 PL1	19.4	4.4	42.6	3.3
C10 PL9	17.2	7.0	23.1	2.4
G08 PL1	19.0	5.7	31.8	2.4

Les données de la campagne 2018 sont consignées dans le Tableau 16. A noter que la pression mildiou a été tellement forte en 2018 qu'il a été impossible de récolter une seule grappe entière sur les témoins non traités. A contrario, les variétés résistantes n'ont montré aucun symptôme qui ne sont donc pas référencés ici. Les autres variétés n'ont montré quasiment aucun symptôme pour ces deux maladies, à l'exception de légers symptômes sur A07-PL1. Cependant, 2018 étant la première année de fructification significative ces données de récolte sont encore très faibles. L'extrapolation à l'hectare n'est ici donnée qu'à titre comparatif, elle n'a aucun sens dans l'absolu.

Là encore, l'effet placette n'est significatif pour aucune des variétés. Les données présentées sont donc des moyennes, à l'exception du poids total de récolte qui est le cumul des 24 pieds. On note d'office le poids moyen très faible pour trois des quatre variétés (86-174g). La seule exception est G08 PL1 dont les grappes atteignent une moyenne élevée de 464g. Le taux de déchet (2-3%) est anecdotique pour toutes les variétés. Ce taux est cependant sous-évalué pour les trois premières variétés : en effet, les toutes petites grappes sélectionnées après tri auraient cependant du mal à trouver un débouché commercial.

Tableau 16 : Données du suivi de récolte (campagne 2018)

Variété	Total récolte (kg)	PMG (g)	Ecarts de tri	Rendement net (t/ha)
A07 PL1	93.4	148	2%	1.0
B11 PL1	155.8	174	3%	1.6
C10 PL9	83.2	86	3%	0.5
G08 PL1	217.1	464	3%	5.5

De cette première année de suivi effectif, on peut déjà estimer que la variété C10-PL9 ne présente pas grand intérêt. Ses grains, très petits, ont un goût encore trop acide à pleine maturité. Elle est éliminée du dispositif VATE à partir de 2019. Le Cefel proposait de la remplacer dans ce dispositif par A06-PL3, variété qui a mal pris à La Tapy lors de son introduction en 2015 (un seul pied survivant) mais qui semble prometteuse.

En 2018, les résultats de récolte ont été très faibles mais n'ont que peu de valeur puisqu'il s'agit de la toute première fructification significative. 2019 est donc à suivre tout particulièrement, d'autant plus que cette année sera le début des enregistrements pour alimenter le dossier de demande d'inscription prévu par l'IFV.

- **Variétés de nouvelles générations**

*Les données phénologiques synthétisés par stade d'intérêt sont rassemblées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour l'ensemble des variétés suivies. Pour les quatre variétés les plus intéressantes (cf.*

Tableau 18), ces données sont représentées graphiquement sur la Figure 37, en comparaison avec les témoins. Pour trois des quatre variétés principales, le débourrement et la floraison s'effectuent un peu plus tardivement que les deux témoins le Centennial et le Muscat de Hambourg. L'une de ces variétés (P238-A03) est même particulièrement tardive au débourrement. Pour la quatrième (P236-A04), la date exacte de débourrement n'a pas été enregistrée. Deux variétés noires (P237-A10 et P238-A03, noires, référentiel Muscat) débutent leur véraison sept jours avant et sont récoltées en légère surmaturité le même jour. Les deux autres variétés (P229-C03, P236-A04, blanches, référentiel Centennial) débutent leur véraison respectivement 14 et 11 jours après le référentiel pour être récoltées 12 et quatre jours après.

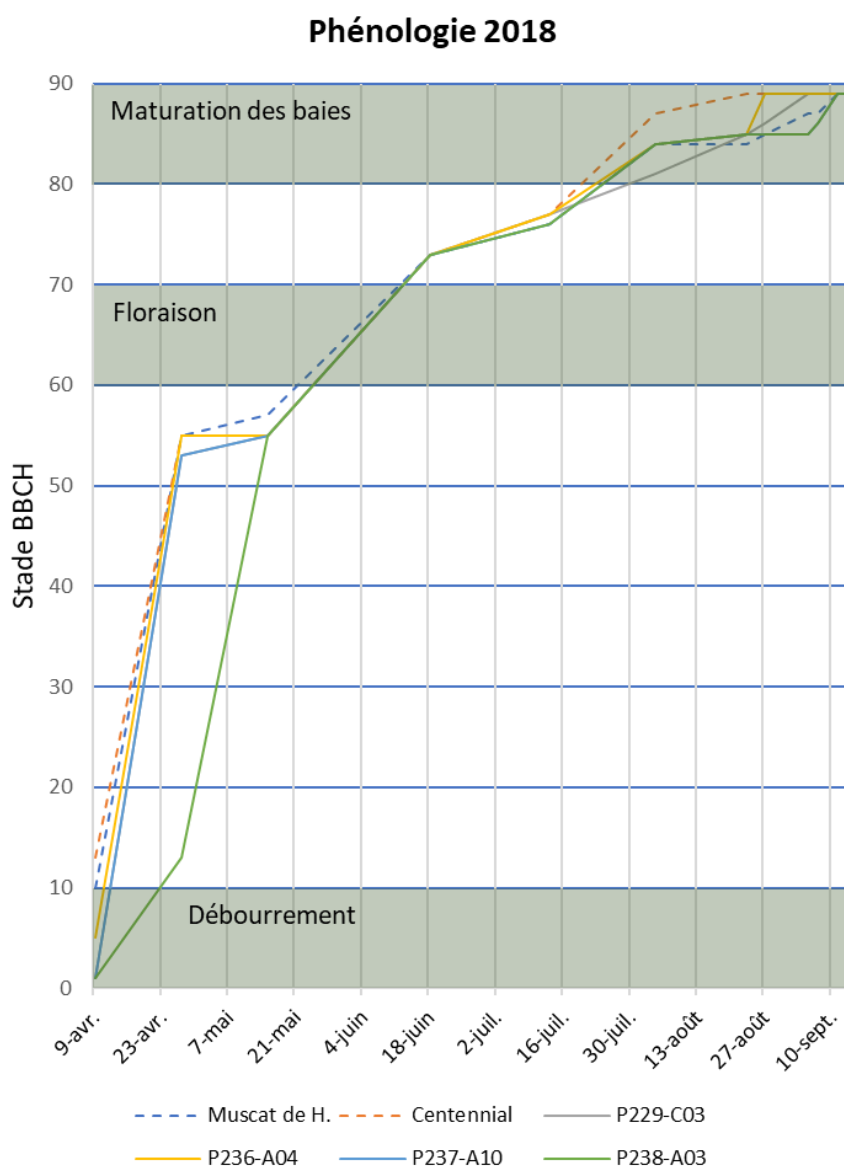


Figure 37 : Phénologie 2018 des 4 variétés résistantes les plus intéressantes, en comparaison aux deux témoins noir et blanc

Tableau 17 : Phénologie comparée des 30 variétés résistantes de la série des surgreffes 2017. Les quatre variétés les plus intéressantes sont surlignées en bleu (campagne 2018)

Variété	Débourrement	Floraison	Véraison	Récolte
Centennial	< 9/04	20-25/05	21/07	23/08
Muscat de H	< 9/04	20-25/05	01/08	11/09
A04-PI4	9/04	20-25/05	04/08	07/09
B10-PI3	< 9/04	20-25/05	04/08	07/09
D06-PI3	9/04	20-25/05	04/08	07/09
E05-PI8	9/04	20-25/05	04/08	07/09
F12-PI4	< 9/04	20-25/05	04/08	07/09
P229-C03	9/04	20-25/05	04/08	05/09
P229-F07	< 9/04	20-25/05	01/08	05/09
P230-F07	< 9/04	20-25/05	04/08	05/09
P232-C03	< 9/04	20-25/05	10/08	11/09
P233-E05	< 9/04	20-25/05	10/08	05/09
P234-E06	9/04	20-25/05	04/08	11/09
P234-F04	< 9/04	20-25/05	04/08	05/09
P236-A04	< 9/04	20-25/05	01/08	27/08
P236-E03	< 9/04	20-25/05	04/08	07/09
P236-E09	9/04	20-25/05	01/08	27/08
D10-PI5	9/04	20-25/05	21/07	27/08
E01-PI1	< 9/04	20-25/05	12/08	27/08
F10-PI2	< 9/04	20-25/05	01/08	11/09
G12-PI7	< 9/04	20-25/05	29/07	13/09
P228-A02	9/04	20-25/05	29/07	11/09
P228-E05	< 9/04	20-25/05	01/08	11/09
P228-E10	< 9/04	20-25/05	04/08	11/09
P229-A03	< 9/04	20-25/05	21/07	05/09
P229-A07	< 9/04	20-25/05	25/07	05/09
P229-B06	< 9/04	20-25/05	25/07	11/09
P235-B08	< 9/04	20-25/05	25/07	05/09
P237-A10	9/04	20-25/05	25/07	11/09
P238-A03	9/04	20-25/05	25/07	11/09
A05-PI2	< 9/04	20-25/05	01/08	13/09

Tableau 18 : Synthèse des variables de maturité et de récolte par génotype (série 2017, campagne 2018).

Génotype	Couleur	IR (%)	Acidité (g _{TH2} /L)	Indice de Maturité	PMB (g)	Fertilité (gr./pied)	Forme baie	Taille grappe (1-5+)	Compacité (1-5+)	Observations	Avis 2018
Témoins (CV16 et CVR)											
Muscat de H.	Noir	21.3		60.2	5.1		Ronde	2-3	3	Mildiou +++	
Centennial	Blanc	17.6		32.4	4.1		Ovoïde	3	3	Mildiou +++	
Génotypes résistants (CV16)											
P229-C03	Blanc	17.6	8.9	18.5	4.2	16.3	Ronde	2	3	Goût et forme intéressants ; traces mildiou ? ; black rot +	A
P236-A04	Blanc	20.6	7.6	26.4	3.3	9	Ronde	3	3	Goût et forme intéressants ; black rot	A
P237-A10	Noir	17.6	5.4	30.7	4.9	12	Ovoïde	2	3	Goût intéressant ; traces mildiou ?	A
P238-A03	Noir	24.1	5.2	46.2	4.2	5.7	Ronde	2	3	Goût et forme intéressants ; traces mildiou ?	A
A04-PL4	Noir	22.2	7.6	28.7	2.4	NA	Ronde	3-4	5	Trop compact ; traces mildiou ? ; black rot	B
A05-PL2	Rose	15.3	3.9	35.9	2	22.3	Ronde	2	3-4	Millerandage + ; black rot	B

B10-PL3	Noir	16.4	4.3	35.1	3.4	23.3	Ronde	2	2-4	Manque homogénéité	B
D06-PL3	Blanc	16.2	7	21.4	1.9	28	Ronde	2	3	Millerandage +	B
D10-PL5	Noir	18.3	5.4	32.1	2	26.7	Ronde	2	5	Black rot	B
E01-PL1	Noir	NA	NA	NA	NA	6	Ronde	2	1	Echelle ; black rot	B
E05-PL8	Blanc	16.8	5.7	27.2	1.8	23.3	Ronde	2	4	Trop compact ; black rot	B
F10-PL2	Noir	16.2	4.6	32.3	2.1	19.3	Ronde	2	2	Trop lâche ; black rot	B
F12-PL4	Blanc	16.5	5.7	26.7	1.4	23.3	Ronde	1	3	Baies et grappes trop petites ; black rot	B
G12-PL7	Noir	16.7	3	51.6	3.2	14	Ronde	1-2	1	Echelle ; traces mildiou ?	B
P228-A02	Noir	15.9	6.4	22.7	3.8	7	Ronde	2	4	Coloration non homogène ; black rot	B
P229-A07	Noir	22	4.4	48.6	4.2	16	Ovoïde	1	3	Mauvais goût	B
P229-C03	Blanc	17.6	8.9	18.5	4.2	16.3	Ronde	2	3	Goût et forme intéressants ; traces mildiou ? ; black rot +	B

P229-F07	Blanc	22	6.1	35.4	3.4	9	Ronde	2	2	Un peu trop lâche mais goût intéressant ; traces mildiou ? ; black rot	B
P230-F07	Blanc	15	7.5	18	3.7	9.3	Ronde	3-4	3	Mauvais goût	B
P232-C03	Blanc	17.9	7.5	22.4	1.4	12.7	Ronde	3	2	Un peu trop lâche mais goût intéressant ; traces mildiou ?	B
P236-E09	Blanc	20.4	5.7	34.7	3.5	11.3	Ronde	2-3	3	Gros dégât botrytis ; black rot ; sensible mildiou	B
P228-E05	Rose	18.4	5.3	32.7	1.5	9	Ovoïde	2	2	Echelle, baies trop petites ; black rot	C
P228-E10	Noir	17	3.4	47	4.4	13.5	Ronde	2	5	Trop compact ; traces mildiou ? ; black rot	C
P229-A03	Noir	20.5	4.6	43.1	2.2	16.3	Ronde	2	5	Trop compact ; black rot	C
P229-B06	Noir	17	3.4	47	2.6	8.3	Ronde	1-2	5	Trop compact ; petites baies	C
P233-E05	Blanc	NA	NA	NA	NA	4	Ronde	2-3	4	Fertilité faible ; trop compact	C
P234-E06	Blanc	17.3	6.4	25.3	1.8	11	Ronde	2	2-3	Baies trop petites ; mauvais goût	C

P234-F04	Noir	17.8	5.5	30.4	2.2	6.3	Ronde	2	4	Fertilité faible ; trop compact ; black rot	C
P235-B08	Noir	16.3	7	21.5	3.1	6.3	Ronde	1-2	4	Fertilité faible, trop compact ; black rot	C
P236-E03	Blanc	16.9	8.2	19.1	2.4	7.3	Ronde	2-3	3	Mauvais goût ; baies trop petites	C

Cette première série de nouvelles variétés résistantes a permis d'obtenir un classement de pré-tri, en croisant les données agronomiques et sanitaires. Sur 30 variétés, quatre sont prometteuses et 17 demandent au moins une deuxième année de suivi. Pour les dernières, le suivi est abandonné. Aucune ne semble répondre pleinement à la demande actuelle des producteurs (en termes de goût, de forme, d'apyrénie, de rendement...), mais les données accumulées permettront de nouveaux croisements afin de continuer les démarches entreprises en 2007.

4. Résultats 2019

En 2019, le suivi se poursuit pour les 21 génotypes retenus précédemment (nouvelles générations). Il s'étoffe également d'une deuxième série de 20 nouveaux génotypes surgreffés en 2018, tandis qu'une troisième série de 28 génotypes est surgreffée. Pour les variétés d'anciennes générations, il y a toujours 4 variétés mais une a été remplacée suite à des résultats décevants (A06PL3 remplace C10PL9), il n'y aura donc que 3 variétés produisant des données pour 2019.

- **Variété d'anciennes générations**

La phénologie des trois génotypes suivis, comparée aux deux témoins, est présentée en Figure 38. Le débourrement a eu lieu vers le 15 mars pour Chasselas et à partir du 25 pour Alphonse Lavallée. Pour les trois autres génotypes, le débourrement a eu lieu entre ces deux dates. La floraison a été notée au 27 mai pour B11-PL1, en même temps que Chasselas, suivis au 31 par G08-PL1. A07-PL1 et Alphonse Lavallée ont fleuri vers le 4 juin. Le développement des baies est ensuite rapide pour Chasselas (fermeture de la grappe au 13 juillet et récolte le 20 août). B11-PL1 entame sa véraison au même moment mais n'est récolté qu'une semaine plus tard. Pour Alphonse Lavallée, la véraison a débuté aux alentours du 1^{er} août et la récolte effectuée le 2 septembre. Les deux derniers génotypes sont nettement plus tardifs : pour G08-PL1 véraison au 14 août et récolte le 9 septembre, pour A07-PL1 les dates sont respectivement le 18 août et le 17 septembre.

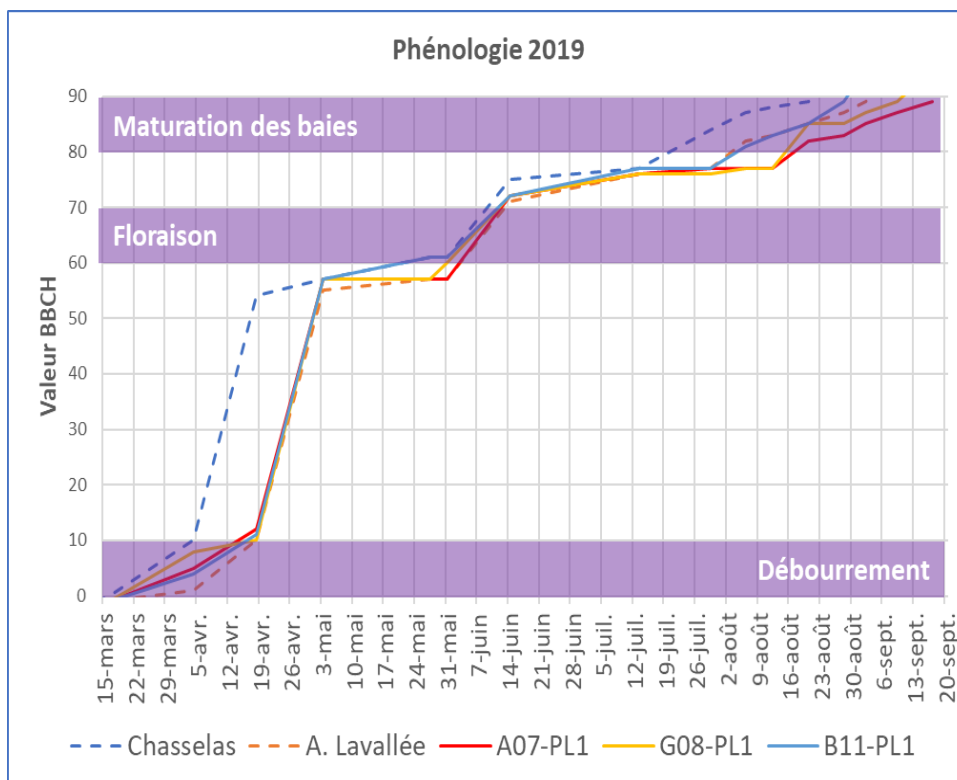


Figure 38 : Phénologie comparée des trois génotypes en suivi VATE (campagne 2019)

L'ensemble des données pour les 3 variétés sont synthétisées dans le Tableau 19. Le principal défaut qui apparaît pour ces génotypes est leur compacité, particulièrement élevée pour A07-PL1 et B11-PL1, ce qui rend leur manipulation délicate au moment de la mise en plateau. B11-PL1 est aussi caractérisé par une sensibilité notable à l'éclatement et un égrenage fort à la récolte

Tableau 19 : Synthèse des données agronomiques, sanitaires, visuelles et gustatives utilisées en 2019. La note « A » exceptionnelle n'a été attribué à aucun des trois génotypes suivis

Nom	Couleur	Compacité (1 < 5)	Taille grappe (1 < 5)	Forme grappe	Taille baie (1 < 5)	Forme baie	Homogénéité grappe (1 < 5)	Couleur	Millerandage
A07-PL1	Noir / rouge	5	2-3	Proportionnée	2	Ronde	2	++	++
B11-PL1	Blanche	5	2	Proportionnée	2	Ronde	4	(+)	+
G08-PL1	Noire	4	3	Proportionnée	2	Ronde	2	++	+
	Observations maladies		Observations baies		Observations goût		Note* globale		
A07-PL1	Aucun symptôme		Peau correcte, pépins ++		Goût agréable, modéré		D		
B11-PL1	Aucun symptôme		Peau correcte, pépins +		Bon goût, léger		D		
G08-PL1	Black rot (+) (2018)		Peau correcte, pépins ++		Goût agréable, modéré,		B		

* B : intéressante, à suivre ; C : demande confirmation, à suivre une année de plus ; D : à éliminer

La résistance aux maladies fongiques est excellente pour les trois. Le goût est bien caractérisé pour A07-PL1 et G08-PL1 qui sont cependant également desservis par des pépins marqués. Les deux sont aussi caractérisés par une forte coulure contrebalancée au

moment de la maturation des baies, avec un millerandage fort pour A07-PL1. Pour B11-PL1, le goût est plus léger, les pépins moins marqués et la coulure exceptionnellement faible.

Les données de maturité sont consignées dans le Tableau 20. Aucune différence significative due à la placette de prélèvement n'a été enregistrée pour aucun des trois paramètres mesurés, ces données sont donc les moyennes globales pour les 24 pieds de chaque variété. On note, comme en 2018, les petites baies de G08-PL1, comparables en taille à Chasselas. B11-PL1 a des baies à peine plus grosses. Le taux de sucre enregistré pour G08-PL1 (26.1) est particulièrement élevé, bien supérieur à celui de 2018 (19.0). Ceci est probablement lié à la surmaturité, ce génotype ayant été récolté au 17 septembre soit 10 jours plus tard qu'en 2018. Les autres valeurs restent comparables à celles de l'année dernière.

Tableau 20 : Données du suivi de maturité

Variété	IR (% Brix)	Acidité (g _{TH2} /L)	IM	PMB (g)
Chasselas	17.2	4.4	36	2.2
Alphonse Lavallée	16.8	5.7	27	6.7
A07 PL1	19.9	5.7	45	3.6
B11 PL1	18.0	6.6	34	2.7
G08 PL1	26.1	7.3	48	2.2

Les données de récolte sont consignées dans le Tableau 21. 2019 a été la première année de fructification pleine des génotypes en VATE. Chacun d'entre eux présente des grappes de taille moyenne, à mi-chemin entre les petites baies de Chasselas et les grosses de Alphonse Lavallée. Les taux de déchets sont faibles pour B11-PL1 mais bien plus élevé pour les deux autres. Ceci est surtout dû à la forte hétérogénéité des grappes, beaucoup ayant une forme ou une taille les rendant impropres à la vente. Au final, les extrapolations à l'hectare donnent un rendement honorable pour B11-PL1, nettement supérieur à celui du Chasselas dont il est visuellement proche, mais plus faible pour les deux autres.

Tableau 21 : Données du suivi de récolte

Variété	Fertilité (grappes / pied)	Total récolte (kg)	PMG (g)	Ecart de tri (%)	Rendement net (t/ha)
Chasselas	6.1	33.54	233	4	4.5
Alphonse Lavallée	6.9	90.10	533	7	11.6
A07 PL1	6.9	49.10	353	24	6.3
B11 PL1	8.8	83.52	420	6	10.7
G08 PL1	8.3	58.40	317	20	7.5

L'année 2019 aura été la deuxième année de suivi des génotypes résistants en VATE, et la première pour le suivi complet de la fructification. Malgré leur excellente tenue face aux maladies fongiques, ces génotypes se sont révélés décevants d'un point de vue agronomique. Seul G08-PL1 donne une satisfaction relative justifiant le maintien de la demande d'inscription en cours.

Les résultats obtenus sur le deuxième site d'expérimentation, au Cefel, sont globalement concordants. La différence majeure tient à A07-PL1 qui donne là-bas des résultats moins mauvais. Au vu de ces résultats, l'IFV a décidé de réviser sa demande en modifiant la composition variétale du dispositif VATE. A la suite de C10-PL9, supprimé l'année dernière et remplacé par A06-PL3, ce seraient A07-PL1 et B11-PL1 dont le suivi serait abandonné en 2020. En perspective, le dispositif pourrait alors intégrer le génotype P236-A04, issu de la série 2017 des génotypes en niveau 1.

- **Variétés de nouvelles générations**

Tous les génotypes de la série 2017 ont pu être surgreffés, avec une moyenne de reprise de 2.7 pieds sur 3. Pour la série 2018, la surgreffe a échoué pour un des 20 individus avec un taux de reprise similaire de 2.7 pour les autres. Enfin, pour la série 2019, six génotypes sur les 28 n'ont pas pu être surgreffés du fait de la mauvaise qualité des bois, mais le taux de reprise moyen reste constant à 2.7 sur 3. Par la suite, les résultats seront présentés par série de variétés (2017 puis 2018)

Série 2017

Sur les aspects visuels/gustatifs, trois génotypes de la série 2017 sont toujours considérés comme intéressants sans être exceptionnels, pour la bonne appréciation générale obtenue en cette deuxième année de suivi : P236-A04, P228-A02 et B10-PL3. Ce dernier génotype n'avait été considéré que moyen en 2017 du fait de son manque d'homogénéité, ce qui ne s'est pas manifesté cette année. Ces trois génotypes sont surtout caractérisés par un bel aspect général et une résistance aux maladies fongiques très bonne, voire totale. Cependant, seule B10-PL3 a un goût réellement caractérisé, et seule P236-A04 a des pépins réduits à des ébauches.

La phénologie 2019 des trois variétés d'intérêt est présentée en Figure 39. Le débourrement a eu lieu dans les premiers jours de mars pour B10-PL3 et les témoins Centennial et Muscat, suivi de quelques jours par P236-A04. P228-A03 est plus tardive avec un débourrement observé au 4 avril. P236-A04 a atteint le stade floraison au 31 mai, trois jours avant le Muscat et B10-PL3, puis Centennial et P228-A04 quelques jours après. La véraison a débuté vers le 20 juillet pour Centennial, suivi de Muscat et P228-A02 au 29 juillet. Pour les deux dernières, l'amorce de la véraison a été observée au 6 août. Enfin, le stade de pleine maturité a été atteint le 22 août pour Centennial, le 2 septembre pour Muscat et P236-A04, et le 9 septembre pour les deux dernières qui peuvent donc être qualifiées de légèrement tardives.

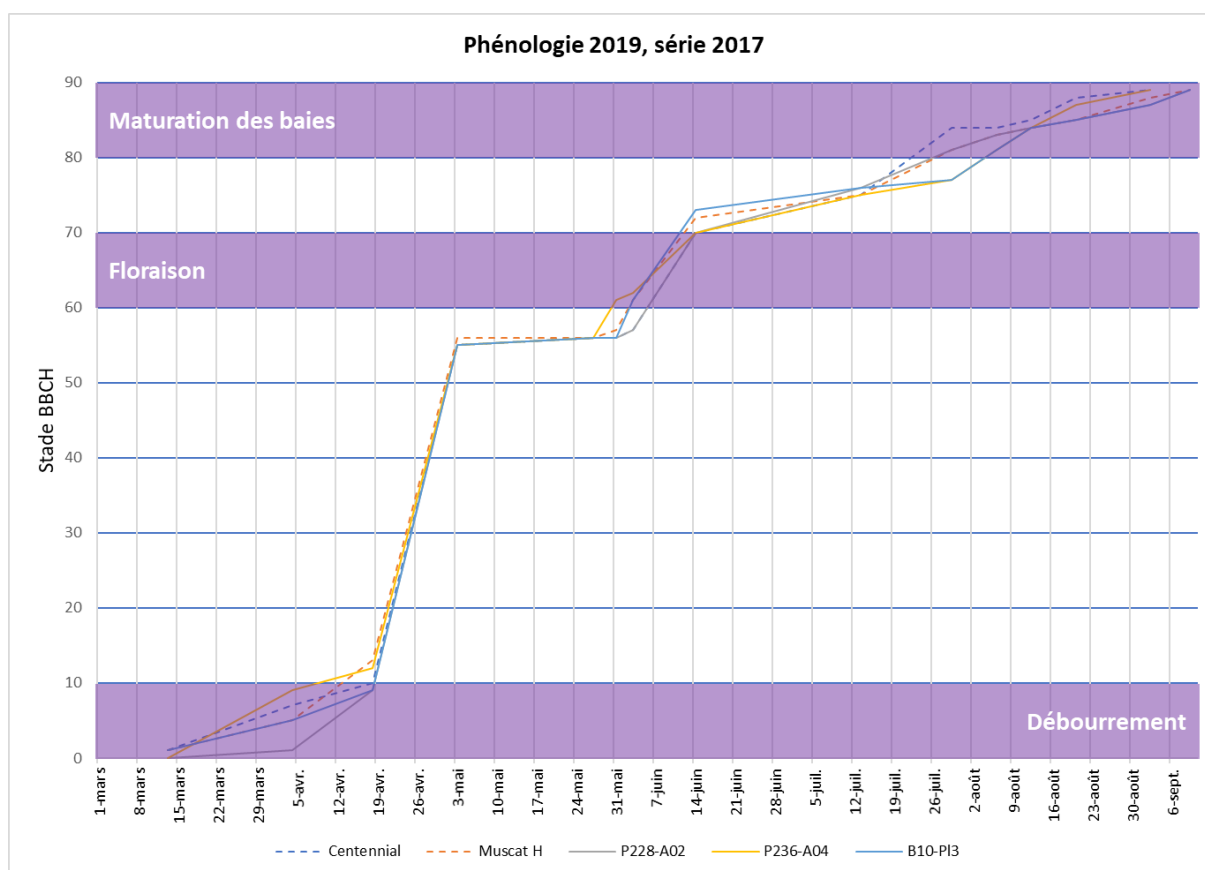


Figure 39 : Phénologie 2019 des trois génotypes d'intérêt de la série 2017, comparée aux témoins Centennial et Muscat de Hambourg

Par rapport à l'année dernière, on constate une augmentation générale des taux de sucre, ainsi que des poids de baies souvent inférieurs (Tableau 22). On peut en voir la raison dans les conditions climatiques plus sèches de 2019. Pour les trois génotypes, les indices de maturité sont relativement constants au moment de la récolte sur les deux années, ce qui témoigne d'une stabilité des équilibres physiologiques sucre / acidité au moment de la récolte. Par contre, la fertilité est très variable d'une année sur l'autre.

Tableau 22 : Synthèse des variables de maturité et de récolte par génotype (campagne 2019). Pour les témoins et la série 2017, les valeurs 2018 sont rappelées entre parenthèses

Génotype	IR (%)	Acidité (g _{TH2} /L)	Indice de Maturité	PMB (g)	Fertilité (gr./ped)
Témoins					
Muscat de H.	24 (21.3)	4.3 (6.5)	56 (60.2)	4.2 (5.1)	11.0 (NA)
Centennial	18.2 (17.6)	6.1 (6.7)	28 (32.4)	4.6 (4.1)	6.0 (NA)
Série 2017					

B10-PL3	18.9 (16.4)	6.8 (4.3)	27 (35.1)	3.1 (3.4)	9.3 (23.3)
P236-A04	21.2 (20.6)	7.9 (7.6)	26 (26.4)	3.8 (3.3)	16.7 (9)
P228-A02	20.5 (17.6)	6.2 (5.4)	32 (30.7)	3.5 (4.9)	7.3 (12)
Série 2018					
P565-C07	18.8	5.7	31	1.6	7.5
P566-F01	17.2	6.1	27	1.9	13.7
P568-E06	18.1	4.1	42	1.9	15.2
P581-E04	19.4	6.2	30	2.8	13.0

Série 2018

De même, pour les aspects visuels/gustatifs, quatre génotypes se détachent dans la série 2018 : P565-C07, P566-F01, P568-E06 et P-581-E04 (Fig. 2). A la différence de 2017, ces quatre génotypes sont caractérisés par un goût plus intéressant, modéré. Seule P581-E04 a des pépins réduits alors qu'elle ne porte pas les marqueurs génétiques d'apyrénie, inversement à P565-C07 et P566-F01 qui ont ces marqueurs mais des pépins bien marqués. On retrouve donc le décalage génotype / phénotype qui avait été signalé l'année dernière. P581-E04 est par ailleurs le plus parfumé des génotypes de la série, mais il est desservi par une forme de grappe très allongée, en colonne. La saison n'a pas permis de confirmer leur résistance mildiou / oïdium, mais elles se sont par ailleurs bien comporté face au black rot qui a été ponctuellement significatif.

La phénologie 2019 des quatre variétés d'intérêt est présentée en Figure 40. Le débourrement a eu lieu dans les premiers jours de mars pour les témoins Centennial et Muscat, mais n'a été observé qu'au 4 avril pour les génotypes résistants. P566-F01 à atteint le stade floraison au 31 mai, trois jours avant Muscat et P565-C07, puis Centennial et les deux derniers génotypes quelques jours après. La véraison a débuté vers le 20 juillet pour Centennial et P581-E04, suivi de Muscat au 29 juillet. Pour P565-C07 et 566-F01, l'amorce de la véraison a été observée au 6 août, et pour P568-E06 au 12 août. Enfin, le stade de pleine maturité a été atteint le 22 août pour Centennial et P581-E04 (relativement précoce), puis le 2 septembre pour Muscat et les autres génotypes à l'exception de P568-E06 cueilli le 9 septembre.

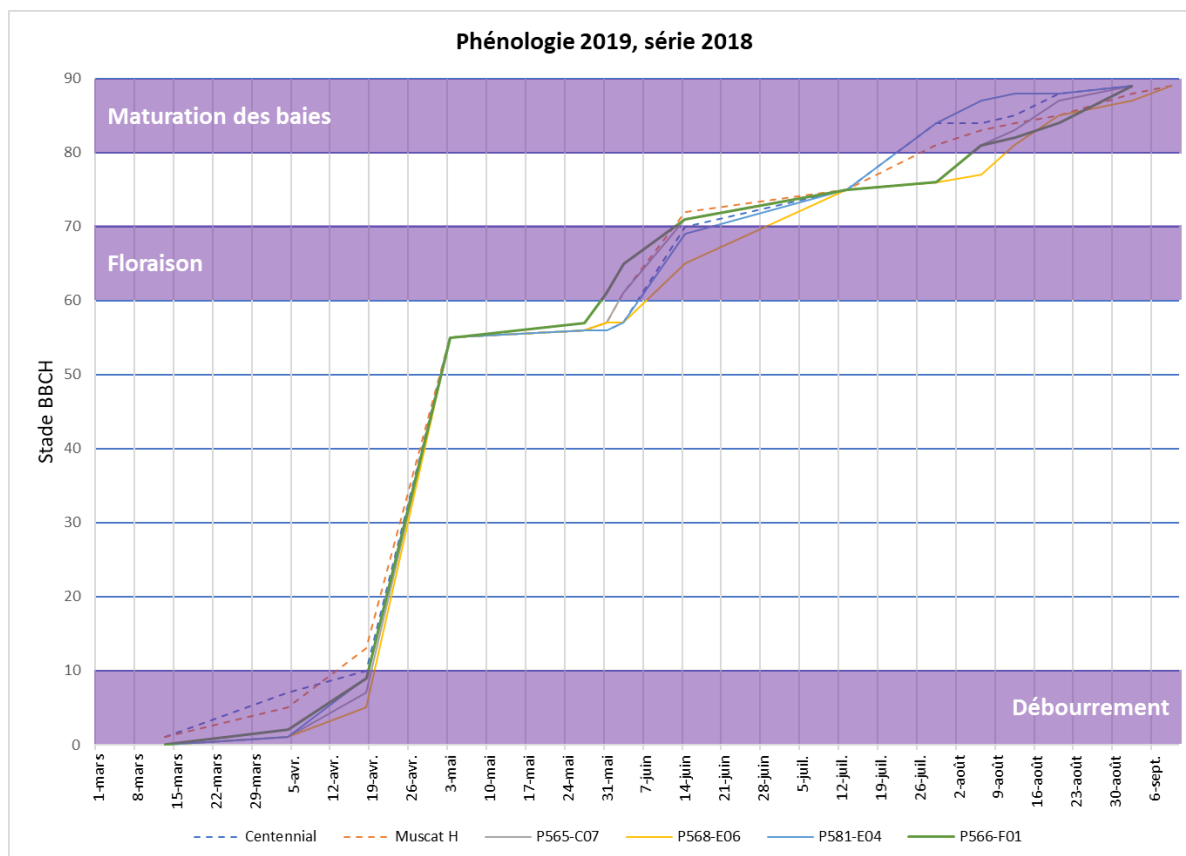


Figure 40 : Phénologie 2019 des quatre génotypes d'intérêt de la série 2018, comparée aux témoins Centennial et Muscat de Hambourg

Les données collectées sur une seule année (Tableau 22) montrent dans l'ensemble des profils moyens, dans le cadre des indications données par les témoins. La seule caractéristique remarquable de ces valeurs est la petite taille des baies, la plupart ayant un PMB inférieur à 2g. L'exception est la P581-E04, proche de 3g, ce qui reste relativement faible sans être rédhibitoire.

Du fait des conditions climatiques 2019, cette campagne a surtout permis de collecter des données agronomiques indépendantes des réactions physiologiques de résistance. Elle a également permis d'obtenir des données de comparaison sur les témoins qui avaient été très fortement impactés par le mildiou en 2018. Enfin, cette deuxième année de suivi pour la série 2017 a permis d'écrémer encore la sélection faite l'année dernière. Au final, sur cette série, ce ne sont que cinq génotypes qui seront conservés, dont seuls deux ou trois pourraient réellement être intéressants. Tous les autres seront coupés avant l'hiver 2019-2020.

La série 2018 ne laisse que quatre génotypes dans les candidats d'intérêt, même si tous les autres sont conservés pour une deuxième année d'observation. Ces génotypes se caractérisent surtout par un goût plus marqué mais des baies plus petites. La série 2019 présente un très bon taux de reprise et les premiers fruits pourront être observés en 2020.

En synthèse, ce sont donc 46 génotypes qui seront suivis en niveau 1 en 2020, sur les 77 qui ont été introduites à la Tapy depuis 2017. A ces génotypes s'ajoutent les trois suivis en VATE et les génotypes de la future série 2020 (nombre encore à déterminer). A l'heure

actuelle, aucun de ces géotypes ne correspond pleinement aux attentes du programme Table-Res, chacun d'entre eux présentant des défauts plus ou moins rédhibitoires en termes de goût, de forme de grappe, de texture de la baie ou de tenue agronomique. Mais les informations collectées chaque année permettent d'orienter les croisements effectués en parallèle par Génovigne pour proposer de nouveaux numéros.

C. Axe 3 : Réduction des intrants via le paramétrage d'outils d'aide à la décision

1. Optidose®

a) Méthodologie

Un réseau de 3 parcelles (la Tapy / Chambre d'Agriculture du 84 / Lycée agricole Louis Giraud) est suivi, avec les modalités suivantes :

- Modalité 1 : témoin non traité pour évaluer la pression en bioagresseur
- Modalité 2 : modalité « Optidose® »
- Modalité 3 : modalité de référence avec l'utilisation de doses « producteur »

L'essai sera conduit en grande parcelle, qui sera divisée en 3 de manière à positionner les 3 modalités. Au minimum il s'agit d'avoir 4 rangs par modalité. 4 placettes (répétitions) seront établies par modalité, chacune constituée de 10 ceps consécutifs (Figure 41).

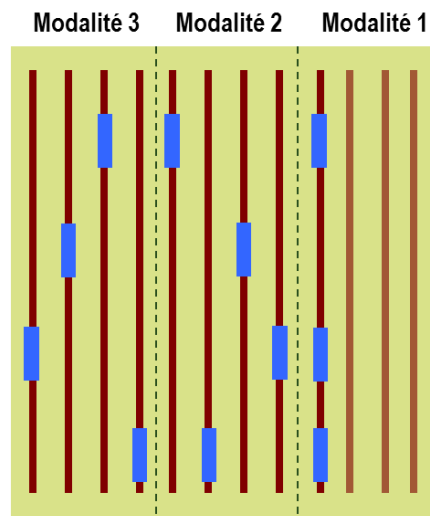
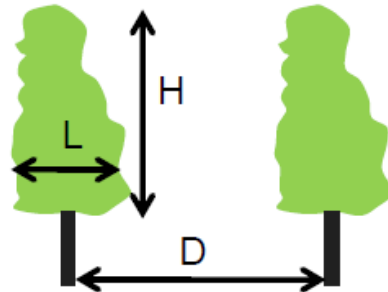


Figure 41 : Plan type de l'essai d'Optidose

Les variables observées pour le calcul de la dose Optidose® sont :

- Le stade phénologique moyen au moment du traitement : Numéro correspondant au stade phénologique observé (selon l'échelle de Eichhorn & Lorenz).
- La pression parasitaire : Risque de voir se développer une épidémie de mildiou ou d'oïdium au moment du traitement. Cette valeur résulte d'un ensemble de facteurs : pluviométrie passée et prévue pour les prochains jours, températures, sensibilité parcellaire, sensibilité du cépage. Ce paramètre peut prendre 3 valeurs : 1 : pression faible, 2 : pression moyenne, 3 : pression forte.

- Des notations d'intensité et de fréquence d'oïdium et mildiou sur feuilles (en pourcentage de surface atteinte) et sur grappes sont réalisées aux stades « petit poids », fermeture de la grappe et véraison.
- Le volume de haie foliaire (ou Tree Row Volume en anglais) : Le TRV correspond au volume de feuillage (m³) par hectare au sol. Il se calcule avec la formule suivante :



$$\text{TRV (m}^3/\text{ha)} = \frac{\text{Hauteur de feuillage (m)} \times \text{Largeur de feuillage (m)} \times 10\,000}{\text{Ecartement entre les rangs (m)}}$$

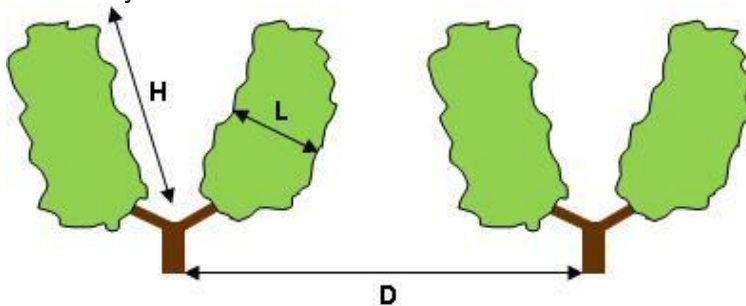
Pour le Plan Vertical :

Hauteur de feuillage H : cette valeur correspond à la hauteur moyenne (exprimée en mètre) de feuillage à traiter.

Largeur de feuillage L : cette valeur correspond à la largeur moyenne (exprimée en mètre) de feuillage mesurée au niveau de la zone des grappes.

Distance inter-rang D : c'est la distance (exprimée en mètres) entre deux rangs de vigne.

Pour la Lyre :



$$\text{TRV (m}^3/\text{ha)} = 10\,000 * \frac{H * 2L}{D}$$

Avec H : hauteur de feuillage

L : largeur de feuillage

D : distance inter-rang

Le principe étant de mesurer les différentes variables qui pe Optidose® aux dates clés de la campagne phytosanitaire et faire tourner le fichier Excel (outil mis au point par l'IFV).

Pour chaque site, les variables quantitatives sont analysées par analyse de variance suivie d'un test de Newman et Keuls (seuil $\alpha = 5\%$).

Pour chaque essai, il est également calculé l'Indice de Fréquence de Traitement afin d'évaluer les réductions permises par l'outil Optidose®, ainsi que la dose moyenne appliquée par bioagresseur.

b) Résultats 2017

- **Parcelle de la Chambre d'Agriculture**

Le calendrier de traitement de la parcelle est présenté dans Tableau 23.

Tableau 23 : Calendrier de traitement - CA84

Date	Maladies	Spécialités commerciales	Dose modalité 2	Dose modalité 3
04/05/2017	Oïdium	Systhane Power	80%	80%
	Mildiou	Zénatil triple	85%	85%
23/05/2017	Oïdium	Luna	80%	100%
	Mildiou	Profiler	70%	100%
13/06/2017	Oïdium	Talendo	100%	100%
	Mildiou	Nordox	38%	38%
05/07/2017	Oïdium	Systhane	100%	100%
	Mildiou	Nordox	40%	40%
20/07/2017	Oïdium	fluidosoufre	83%	83%

Globalement on peut voir que les doses moyennes sont plus faibles (Tableau 24) pour chacun des bioagresseurs. La meilleure réduction est obtenue dans le cas du mildiou puisqu'en moyenne 58% de la dose était appliquée, contre 65% sur la modalité de référence (qui était donc déjà réduite par l'exploitant et plutôt faible). La marge de manœuvre est plus réduite sur l'oïdium, la dose moyenne restant à 88% contre 92% pour la référence.

Tableau 24 : Bilan IFT de la parcelle

	Mildiou		Oïdium	
	IFT	Dose moyenne	IFT	Dose moyenne
Référence	2.63	65.75%	4.63	92.6%
Optidose	2.33	58.25%	4.43	88.6%

La pression mildiou a été globalement faible en 2017, on ne note aucune attaque significative sur grappe y compris sur le témoin non traité (Figure 42). Les notations concernent uniquement les observations sur feuilles. Les niveaux de présence de la maladie sont comparables entre les modalités Optidose et référence. Seul le témoin se distingue en fréquence et en intensité de présence mais sans incidence sur la production.

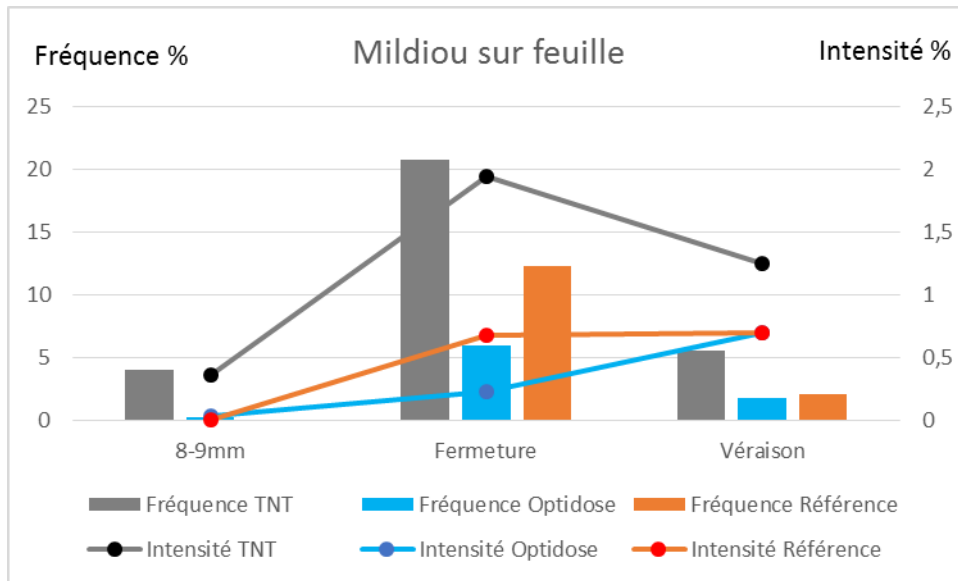


Figure 42 : Dégâts de mildiou sur feuille

Dès le stade 8-9mm, on note sur le témoin une pression significative en oïdium (Figure 43 et Figure 44) à l'origine de pertes quantitatives et qualitatives.

Sur les modalités traitées, le niveau de fréquence à la récolte est contenu en dessous de 5 % et le niveau d'intensité n'a aucun impact sur la récolte.

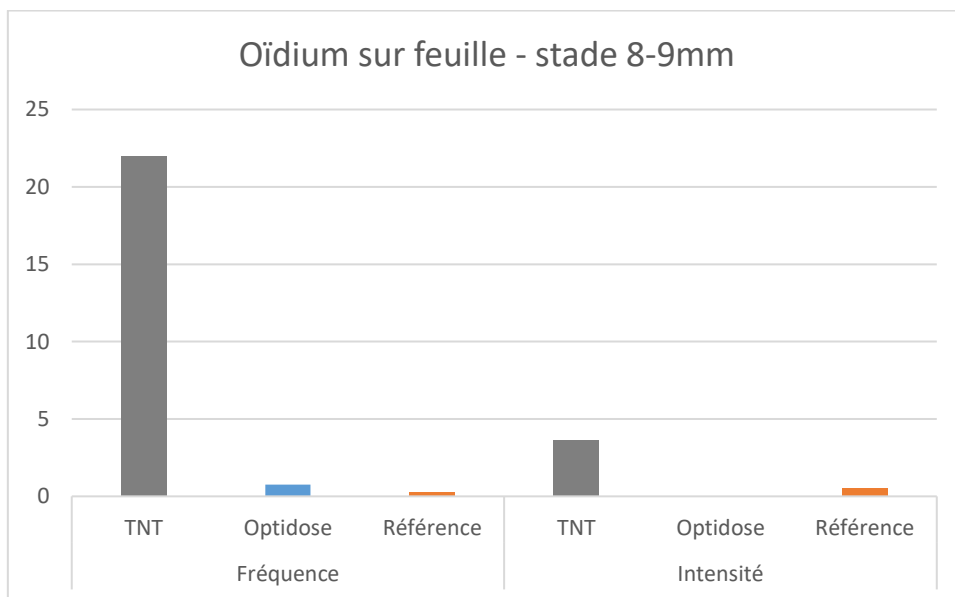


Figure 43 : Dégâts d'oïdium sur feuilles à la nouaison

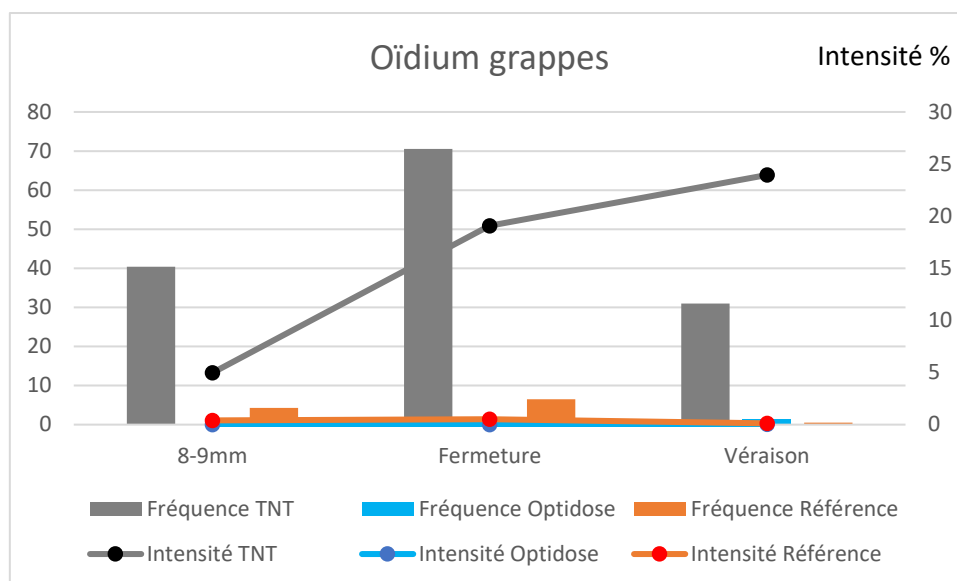


Figure 44 : Dégâts d'oïdium sur grappes

Il n'y a pas eu dans cet essai de grande différence entre les doses calculées avec la méthode Optidose et les doses appliquées pour la référence « producteur » mais les notations et les comparaisons au témoin non traité montrent que la méthode Optidose permet de réduire les doses tout en préservant l'état sanitaire.

- **Parcelle du lycée agricole**

Le calendrier de traitement est présenté dans le Tableau 25.

Tableau 25 : Calendrier de traitement de la parcelle lycée agricole

Date	Type produit	Produit	Cible	Commentaire	opt	ref
07/04/2017	Fongicides	MICROTHIOL SPECIAL DG	Oïdium	Traitement sur les parcelles avec symptômes d'oïdium à l'automne	0,5	1
	Fongicides	POLYRAM DF	Black-rot		0,8	1
24/04/2017	Fongicides	MICROTHIOL SPECIAL DG	Oïdium	Traitement tous les rangs Traitement sur les parcelles avec symptômes d'oïdium à l'automne Optidose 80% Polyram	0,5	1
	Fongicides	POLYRAM DF	Black-rot		0,8	1
05/05/2017	Fongicides	AVISO DF	Mildiou	OPTIDOSE: aviso DF 80%, hoggar	0,5	1

				50%		
	Fongicides	HOGGAR	Oïdium		0,5	1
17/05/2017	Fongicides	ENERVIN	Mildiou	OPTIDOSE: enervin 50%, luna sensation 80%	0,5	1
	Fongicides	LUNA SENSATION	Oïdium		0,8	1
31/05/2017	Fongicides	SAFRAN	Oïdium	Optidose 60% slogan; 80% safran	0,8	1
	Fongicides	SLOGAN	Mildiou		0,6	1
13/06/2017	Fongicides	FLUIDOSOUFRE	Oïdium	Poudrage	1	1
19/06/2017	Fongicides	ROVRAL AQUA FLO	Pourriture grise	VDG 2ème génération 1er traitement pourriture grise		
22/06/2017	Fongicides	FLUIDOSOUFRE	Oïdium	Poudrage	1	1
06/07/2017	Fongicides	FLUIDOSOUFRE	Oïdium	poudrage	1	1
18/07/2017	Fongicides	NORDOX 75 WG	Mildiou		1	1
					10,3	14

	Mildiou		Oïdium	
	IFT	Dose moyenne	IFT	Dose moyenne
Référence	4	100%	8	100%
Optidose	2,6	65%	6,1	76,3%

L'utilisation d'Optidose a donc permis ici d'atteindre quasiment 30% de réduction sur l'IFT total. Les doses moyennes indiquent une réduction assez importante pour le mildiou par rapport à la référence. Comme sur l'autre parcelle, la marge de progression sur l'oïdium est plus faible mais on atteint tout de même une application de seulement 76,3% de la pleine dose.

Les résultats des notations ne montrent aucun symptôme de mildiou et oïdium aux 3 dates de notation, à savoir pour les stades nouaison/fermeture/véraison. Il n'y a pas non plus eu de symptômes sur le témoin non traité à ces trois dates.

La modalité Optidose donne de bons résultats : pas significativement différent par rapport à la référence équivalent pleine dose que ce soit sur les notations à la fermeture de la grappe

ou à la véraison, néanmoins il n'y avait pas non plus de pression dans le témoin non traité. L'absence de pression ne permet d'appréhender les éventuelles limites de l'outil ici.

c) Résultats 2018

- Parcelle de la Tapy

En 2017 il a été remarqué que la marge de manœuvre est plus faible sur l'oïdium, avec des réductions de dose qui sont plus faibles que sur le mildiou. A la Tapy l'essai s'est donc concentré sur ce bioagresseur, avec un essai conduit en bloc plutôt qu'en grande parcelle. Seuls les traitements contre l'oïdium ont des doses adaptées et les observations ne portent que sur les dégâts causés par celui-ci. A noter que sur les autres parcelles d'essai on garde une approche à l'échelle de la parcelle et sur le mildiou et l'oïdium.

Le calendrier des traitements est présent dans le Tableau 26, et le Tableau 27 présente une synthèse de l'IFT et des doses moyennes appliquées.

Tableau 26 : Calendrier de traitement - La Tapy

Date	Maladies	Spécialités commerciales	Dose modalité 2	Dose modalité 3
07/05/2018	Oïdium	Thiovit	48%	48%
17/05/2018	Oïdium	Prosper	50%	100%
25/05/2018	Oïdium	Luna Xtend	80%	100%
15/06/2018	Oïdium	Dynali	90%	100%
26/06/2018	Oïdium	Luna Xtend	80%	100%

Tableau 27 : IFT et dose moyenne de l'Optidose à la Tapy

	Oïdium	
	IFT	Dose moyenne
Référence	4,48	89,6%
Optidose	3,48	69,6%

Tout d'abord on remarque, comme en 2017, que la référence n'est pas à 100%. Les producteurs diminuent déjà les doses, notamment en début de campagne quand il n'y a que peu de végétation. Toutefois on peut voir qu'avec l'outil Optidose on a pu avoir une dose moyenne inférieure à 70% de la dose pleine, contre quasiment 90% sur la modalité de référence.

L'efficacité de la lutte se retrouve sur la Figure 45

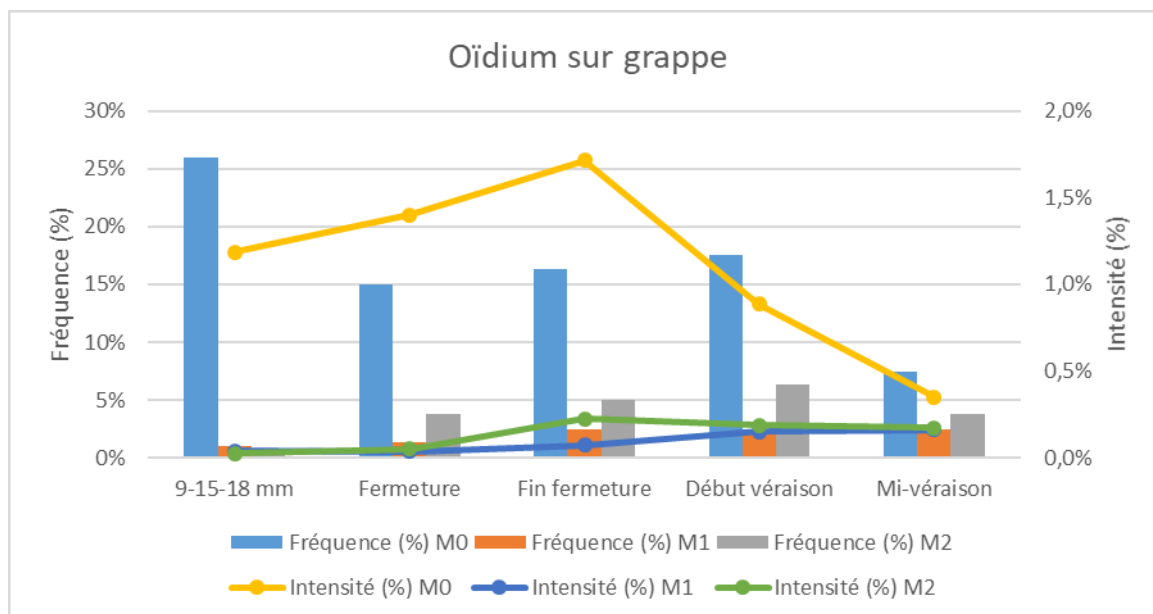


Figure 45 : Dégâts d'oïdium sur grappe – la Tapy

Comme on peut le voir, le témoin (M0) présente des niveaux plus élevés, que ce soit en termes d'intensité ou de fréquence. Attention toutefois, l'intensité des attaques a été globalement faible, car même sur le témoin on atteint au maximum un peu moins de 2%.

A la première notation on distingue 2 groupes significativement différents (que ce soit en termes d'intensité ou de fréquence) : d'un côté le témoin et de l'autre les deux modalités avec traitement. Par la suite, même si on semble distinguer une tendance similaire sur les autres dates, cette différence ne ressort plus comme significative. Certes on a aucune différence entre la modalité référence et celle optidosée mais il n'y en a pas non plus avec le témoin. Ceci peut s'expliquer par les écart-types assez important notamment sur le témoin non traité.

Globalement on a pu diminuer l'IFT (de 1 soit 22% par rapport à la référence) tout en conservant une bonne qualité sanitaire vis-à-vis de l'oïdium. Toutefois la relativement faible pression (notamment en intensité) ne permet pas de réellement différencier les modalités du témoin non traité. On remarque que bien que les réductions de dose soient présentes dans la stratégie « producteur », elles sont souvent plus faibles (un traitement à demi-dose en début de campagne).

- **Parcelle de la Chambre d'Agriculture**

Le calendrier de traitements et les bilans sur les traitements sont indiqués dans les Tableau 28 et Tableau 29

Cette année, une nouvelle modalité était présente avec la présence d'une réduction de dose plus importante (20% de réduction appliquée après ce qui sort de l'outil Optidose) mais l'ajout d'un biostimulant (modalité 3), l'Enerstim Vita.

Tableau 28 : Calendrier de traitements - Parcelle CA84

Date	Maladies	Spécialités commerciales	Dose modalité 2	Dose modalité 3
07/05/2018	Oïdium	Dynali	50 %	40 %
	Mildiou	Slogan	50 %	40 %
18/05/2018	Oïdium	Luna	90 %	71 %
	Mildiou	Mildicut	90 %	75 %
02/06/2018	Oïdium	Licorne	90%	71 %
	Mildiou	Mildicut	100 %	70 %
15/06/2018	Oïdium	Luna	100 %	100 %
	Mildiou	Forum Top	100 %	100 %
27/06/2018	Oïdium	Vivando	100 %	100 %
	Mildiou	Profiler	100 %	100 %
11/07/2018	Mildiou	Nordox	40 %	40 %
10/08/2018	Mildiou	Nordox	40 %	40 %

Tableau 29 : Synthèse traitements - CA84

	Mildiou		Oïdium	
	IFT	Dose moyenne	IFT	Dose moyenne
Optidose	5.1	74.3 %	4.3	86.0 %
80 % Optidose + Bio stimulant	4.62	66.4 %	3.85	76.4 %

Le gain obtenu d'Indice Fréquence de Traitement entre les modalités 2 et 3 est de 0.93 IFT soit une économie moyenne de l'ordre de 10 %. La pression exceptionnelle Mildiou enregistrée n'a pas permis d'atteindre les 20 % de réduction au regard du risque encouru pour la récolte.

Le gain d'IFT par rapport à des pratiques pleine dose est de 19 % pour la modalité Optidose et de 29 % pour la modalité 80 % d'Optidose + Biostimulant.

Les observations relevées sur le témoin non traité confirment une année de forte pression en mildiou avec une fréquence sur feuilles de 75 % et 83 % sur grappes (Figure 46). La maladie est également présente sur les deux autres modalités mais à un niveau plus contenu limité à 35 % de présence en fréquence sur feuilles et 7.8 % sur grappes. Aucune différence significative n'a été révélée par l'analyse statistique entre les deux modalités traitées. En revanche, les données du témoin sont significativement supérieures.

En ce qui concerne l'intensité d'attaque, les tendances sont les mêmes avec un niveau de pression constaté largement supérieur sur le témoin non traité. L'impact sur le potentiel de production des deux modalités traitées est sans conséquence.

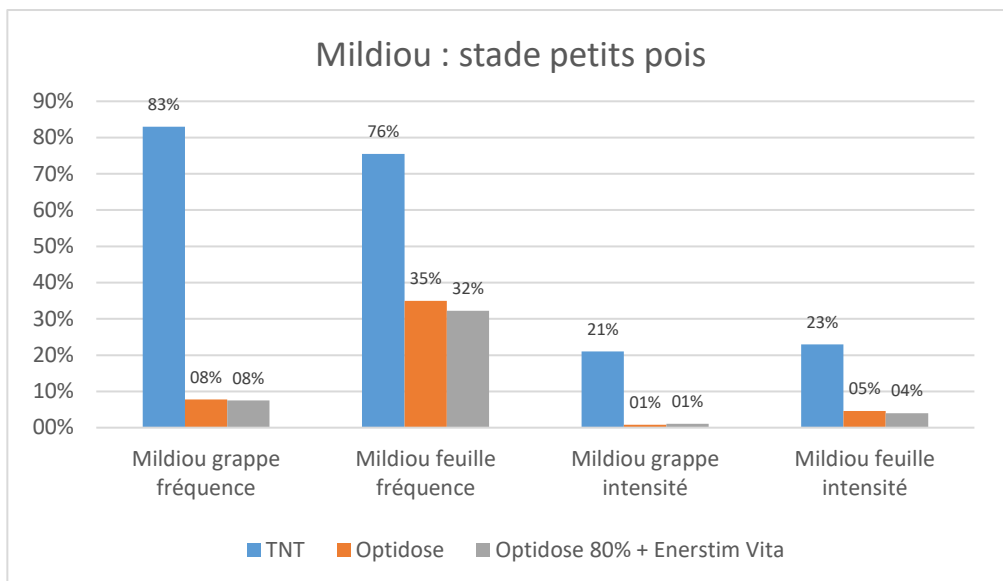


Figure 46 : Mildiou au stade petit pois - CA84

Etant donné les pertes à la nouaison (grappes séchées qui tombent), il n'y a pas eu d'autres notations mais une comparaison des rendement (cf. ultérieurement).

La récolte du raisin de table se pratique généralement en deux voire trois passages. Les bâtonnets orange de l'histogramme (Figure 47) représentent le pourcentage de raisin récolté en 1ère passe.

Des problèmes de coloration ont été rencontrés sur la modalité 2 (80 % d'Optidose + Biostimulant), il en résulte un pourcentage de 1ère passe inférieur aux deux autres modalités. Deux hypothèses peuvent être envisagées : un retard du processus de maturation lié à l'application du biostimulant (vigueur, incidence physiologique ?) ou un effet parcelle. Une des répétitions présentait un nombre de grappes récoltées significativement inférieur aux autres répétitions ce qui pourrait confirmer la seconde hypothèse.

Concernant la proportion d'extra, les données recueillies sur les modalités traitées sont comparables. Seul le témoin non traité présente un taux d'extra significativement plus bas, conséquence directe du mildiou à l'origine de la destruction de portions entières de grappes ou de la dégradation de la présentation de la rafle.

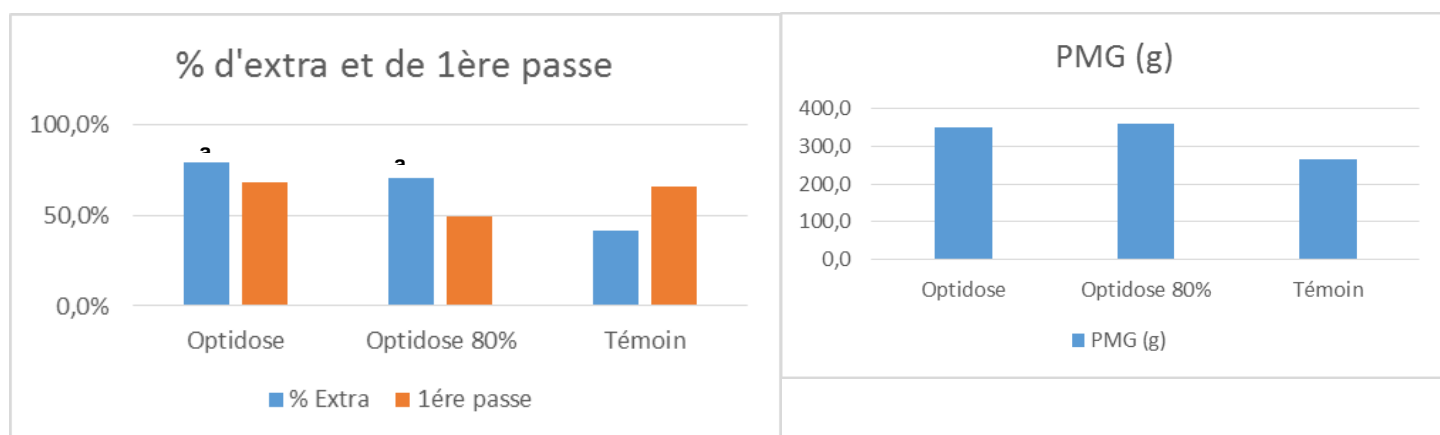


Figure 47 : Données sur la récolte - CA84

Cette donnée se vérifie à l'analyse du poids moyen de grappe qui apparait significativement plus bas sur le témoin non traité. Les deux autres modalités sont assez proches.

Le rendement net pondéré (rendement net hectare moins 20 % de surface de tournières et de manquants) le plus élevé a été obtenu en 1ère passe sur la modalité Optidose (Figure 48). Contrairement au témoin impacté par le mildiou, le rendement net pondéré constaté sur la modalité 2 est dû au pourcentage de 1ère passe plus faible enregistré sur cette modalité. Si on tient compte d'une seconde passe théorique, le potentiel de production est comparable pour les deux modalités traitées.

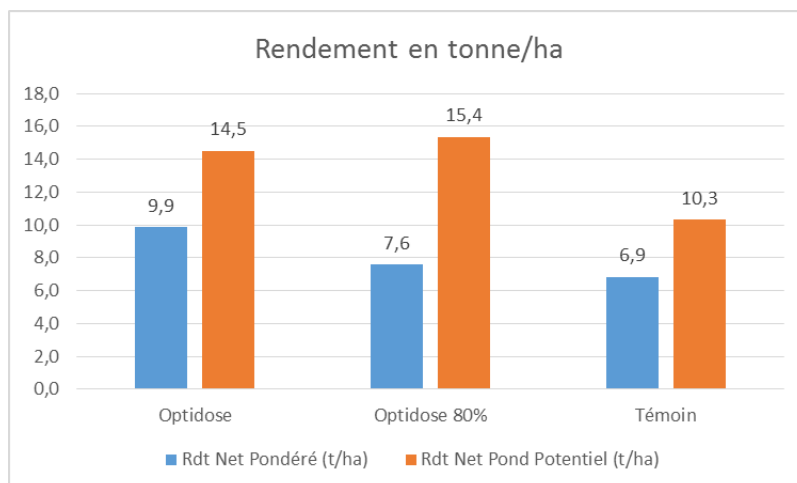


Figure 48 : Rendement obtenu sur les différentes modalités - CA84

L'année particulièrement favorable au développement du mildiou démontre l'importance d'une intervention phytosanitaire pour le maintien d'un potentiel de production de qualité. Compte tenu des conditions climatiques, la réduction des doses n'a pu être réellement effective qu'en début de saison. Le gain d'IFT par rapport à des pratiques pleine dose est de 19 % pour la modalité Optidose et de 29 % pour la modalité 80 % d'Optidose + Biostimulant. Les réductions de doses pratiquées n'ont pas eu d'incidence négative sur la qualité de la récolte. A noter par rapport à 2018 que la réduction des doses a été plus faible pour le mildiou et plus importante pour l'oïdium, ce qui illustre une bonne prise en compte des pressions de l'année.

Afin de mieux évaluer l'impact du bio stimulant sur la réduction des doses, une modalité complémentaire est étudiée en 2019 par le Domaine Expérimental La Tapy.

- **Parcelle du lycée agricole**

Le calendrier de traitement pour cette parcelle est présent dans le Tableau 30. La colonne optidose théorique correspond à la dose qui devrait être appliquée, mais étant donnée la forte pression le choix a été fait d'augmenter un peu les doses. De plus la référence suit les mêmes réductions de dose, de ce fait afin d'estimer la diminution on utilise plutôt ici l'IFT total théorique (correspondant à une application à 100% de la dose à chaque fois).

Tableau 30 : Calendrier de traitements - Lycée agricole

Date	Cible	Produit	Rangs Référence	Rangs Optidose	Optidose Théorique
------	-------	---------	-----------------	----------------	--------------------

			(Dose /ha)	(Dose/ha)	(Dose/ha)
04/05/2018	Mildiou	Slogan	2 kg (50%)	2 kg (50%)	30%
	Oïdium	Prosper	0,42 kg (70%)	0.42 kg (70%)	70%
17/05/2018	Mildiou	Slogan	3,2 kg (80%)	3,2 kg (80%)	80%
	Oïdium	Systane New	0,9 L (90%)	0,9 L (90%)	90%
02/06/2018	Mildiou	Almanach	4,5 kg (100%)	4,5 kg (100%)	90%
	Oïdium	Luna Xtend	0,15 L (75%)	0,15 L (75%)	100%
12/06/2018	Mildiou	Enervin	2,5 kg (100%)	2,5 kg (100%)	90%
	Oïdium	Impala	1,5 L (100%)	1,5 L (100%)	100%
26/06/2018	Mildiou	Profiler	3 kg (100%)	3 kg (100%)	100%
	Oïdium	Vivendo	0.2 L (100%)	0.2 L (100%)	100%
12/07	Oïdium	Souffre	20kg (100%)	20kg (100%)	100%
16/07	mildiou	Nordox	1kg (100%)	1kg (100%)	100%
Total des IFT					
IFT théorique dose max (traitements non raisonnés) = 12			10,65 (-11 %)	10,65 (-11%)	10,5 (-12.5%)

Les différences de dégâts entre l'optidose et la référence sont dues uniquement à l'effet local des placettes notées puisque les mêmes traitements ont été appliqués sur les deux. La réduction de l'IFT est relativement faible (11%) mais ceci peut s'expliquer par la très forte pression (année historique niveau pluviométrie ayant conduit à une forte présence de mildiou).

Les résultats de la notation mildiou au stade petit pois sont présents sur la Figure 49.

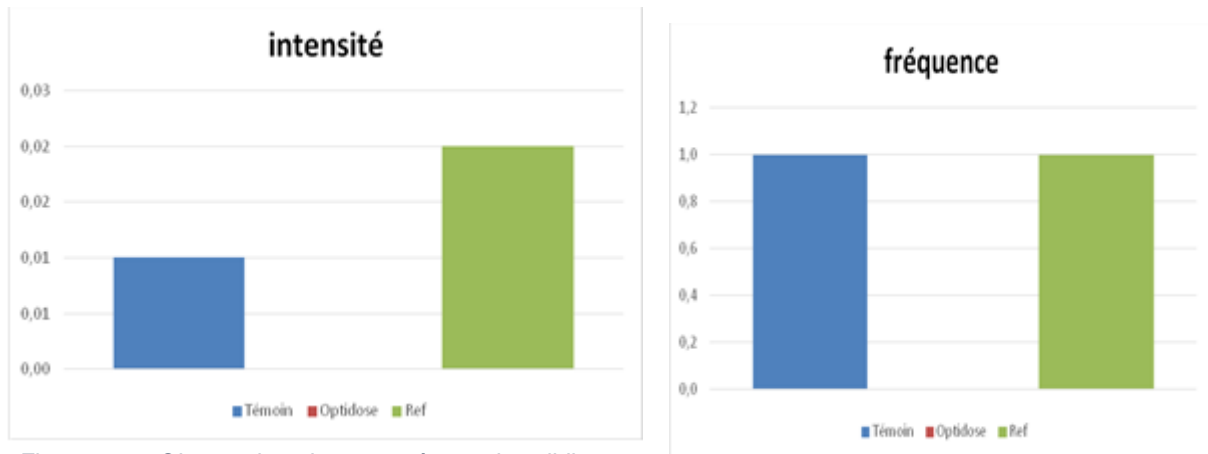


Figure 49 : Observation des symptômes de mildiou sur feuille au stade petit pois - Lycée agricole

On peut ainsi voir qu'il n'y a pas de différence entre le témoin non traité et la modalité Référence pour la fréquence. L'intensité est légèrement plus élevée sur la référence, toutefois ce serait plus un effet parcelle car en termes de traitement ce sont les mêmes stratégies qui ont été appliquées entre les modalités Référence et Optidose. La modalité Optidose n'a pas présenté de symptômes de mildiou. L'oïdium n'a pas été observé sur les échantillons.

A la fermeture (Figure 50) la pression était plus forte, avec un témoin dépassant les 80% de grappes touchées. Les deux autres modalités semblent inférieures et proches l'une de l'autre. Toutefois l'écart entre ces deux modalités semblent toujours lié à l'effet parcelle (même stratégie). La modalité Optidose permet donc ici de réduire les taux d'attaque par rapport au témoin, même s'il est impossible de comparer avec l'efficacité d'une stratégie classique producteur (doses plus importantes).

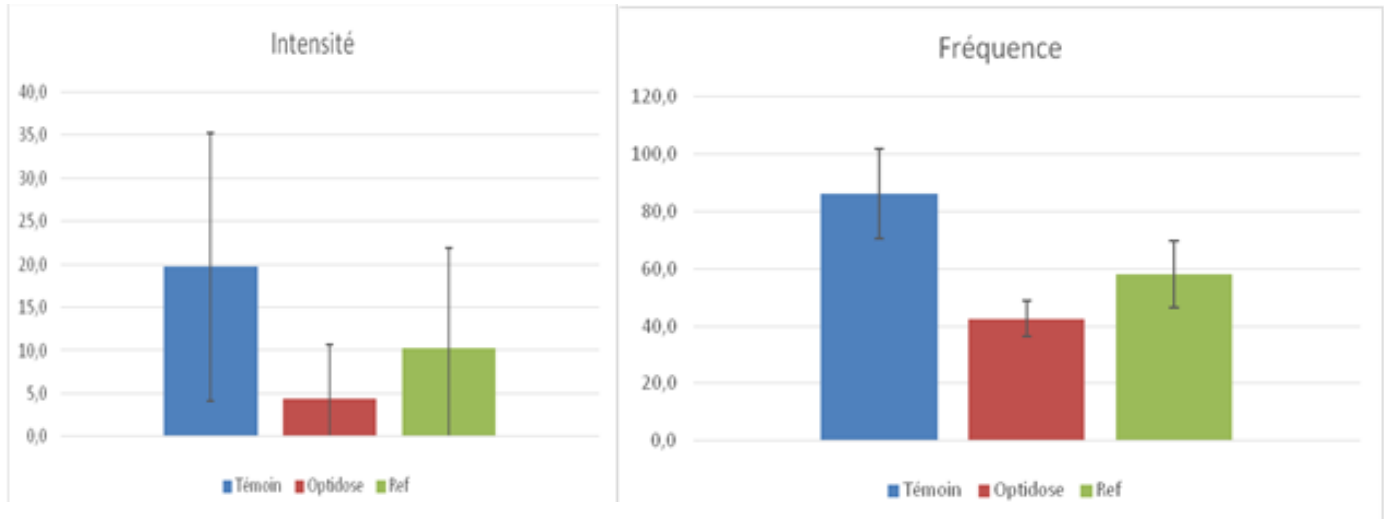


Figure 50 : Observations du mildiou sur grappe à la fermeture de grappe - Lycée agricole

A la véraison (Figure 51) les symptômes sont de nouveau très faibles, après la chute des feuilles qui étaient touchées jusqu'à présent. Les modalités sont très proches étant donné les faibles niveaux (fréquence <1% dans le témoin non traité).

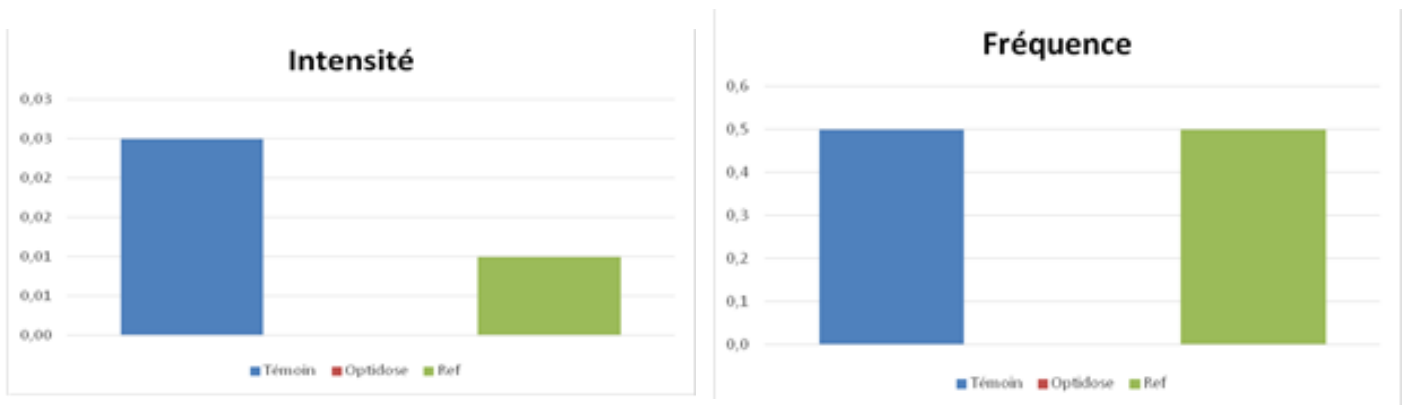


Figure 51 : Observations du mildiou sur feuille à la véraison - Lycée agricole

La modalité Optidose (et référence) donne de bons résultats, ceci malgré cette année une faible réduction des traitements. Pour le mildiou comme pour l'oïdium, les réductions de doses calculées par le concept Optidose® n'ont pas engendré de baisses significatives d'efficacité des traitements. Une réduction de 11% (30% en 2017) de traitement a été satisfaisante au regard de ces résultats. Cette réduction est devenue une habitude sur cette exploitation : les doses sont réduites en début de saison, sans conséquence négatives sur l'apparition du mildiou/oïdium.

d) Résultats en 2019

- Parcelle de la Tapy

Le calendrier de traitement est présenté dans le Tableau 31, les données de synthèse (IFT, % dose moyenne) sont reprises dans le Tableau 32.

Tableau 31 : Calendrier de traitement 2019 - Tapy

Date	Maladies	Spécialités commerciales	Dose modalité 2	Dose modalité 3
10/05/2019	Oïdium	Thiovit	48%	48%
21/05/2019	Oïdium	Vivando	60%	100%
03/06/2019	Oïdium	Rocca	90%	100%
17/06/2019	Oïdium	Luna Sensation	90%	100%

Tableau 32 : Données de synthèse sur l'essai Optidose - Tapy

	Oïdium	
	IFT	Dose moyenne
Référence	3,5	87,5 %
Optidose	3,2	72,5 %

En 2019, l'essai sur la parcelle de la Tapy a continué de se concentrer sur l'oïdium. Avec une année moins pluvieuse et plus favorable à l'oïdium, la réduction de la dose est moins importante (en 2018 la dose moyenne appliquée était à 69%). Toutefois on observe tout de même une certaine baisse par rapport à la modalité de référence.

On remarque que la dose est plutôt modifiée sur le début de saison. L'outil Optidose prend en compte la période de sensibilité, or à partir de la floraison c'est une période critique vis-à-vis de ce bioagresseur. D'où la réduction plus faible à partir de ce stade.

Globalement l'IFT oïdium ne diminue pas drastiquement (de 3,5 à 3,2 soit 22%). Toutefois c'est une baisse qui ne concerne que l'oïdium. Complétée par les réductions sur le mildiou cela peut participer à faire réduire les IFT globaux.

Concernant l'oïdium, la Figure 52 présente les résultats en intensité et fréquence pour chaque modalité et aux différents stades de réalisation des observations.

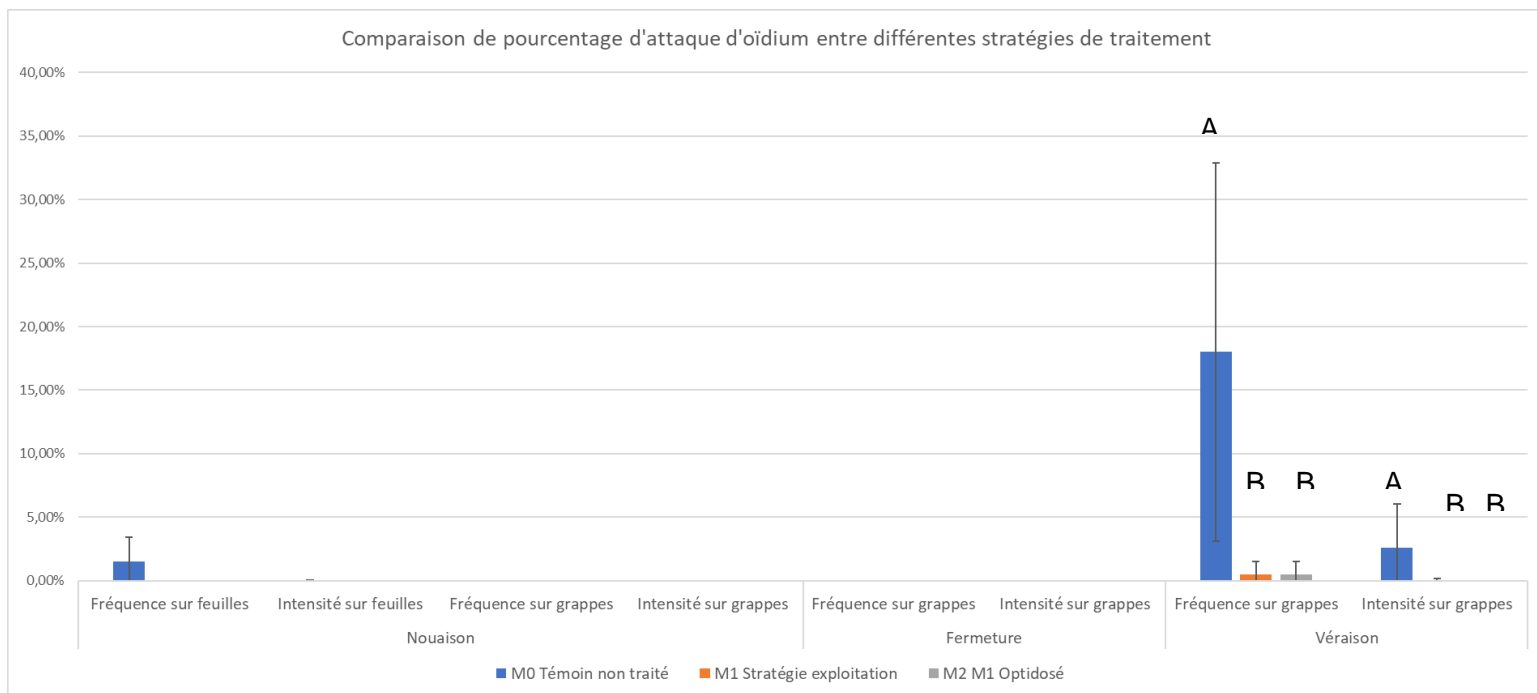


Figure 52 : Taux d'attaque d'oïdium par modalité lors des observations
 Note : les lettres indiquent les groupes statistiquement différents

Comme on peut le voir la pression en oïdium est globalement très faible pendant la majorité de la campagne. Malgré une présence légère en début de campagne (sur feuille uniquement) pour le témoin non traité (moins de 5%), cela n'est pas suffisant pour dégager des différences des autres modalités (aucune significativité statistique). De plus cette faible pression s'écroule complètement par la suite, avec une absence complète de symptômes lors des observations à la fermeture.

Finalement il y a eu une attaque tardive d'oïdium sur la parcelle, avec un témoin qui dépasse les 15% de grappes touchées. Pour l'intensité on reste sur des niveaux plutôt faible (inférieur à 5% de la surface des grappes qui est touché). A cette date, on retrouve un peu d'oïdium également sur les modalités traitées (pas plus d'1% en fréquence, intensité quasi nulle) mais faiblement. Les modalités traitées se différencient du témoin (moins d'attaque) mais ne se démarquent pas entre elles, ce qui signifie que l'utilisation d'Optidose n'a pas réduit l'efficacité du programme de traitement.

Dans les conditions de cet essai le programme Optidose sur oïdium s'est comporté comme la référence « exploitant », en ne réduisant pas l'efficacité du programme de traitement, tout en permettant de réduire l'IFT oïdium. Cette diminution reste relativement faible car d'une part la stratégie exploitation comporte un traitement réduit de 50% en début de campagne (pratique classique à cette période étant donné le faible volume de végétation). D'autre part, la période de floraison jusqu'à fermeture reste une période de haut risque avec une végétation bien développée. Avec ces deux critères, l'outil Optidose ne diminue que faiblement la quantité de produit à apporter (90% de la dose homologuée sur plusieurs traitements à cette période). La majorité des économies de produit se fait donc plutôt en début de campagne, avant cette période.

D'autres aspects ne sont pas mesurés ici mais peuvent être considérés, notamment le fait qu'en début de végétation (avec un volume foliaire faible) la vigne intercepte moins de produit. La diminution des doses permet donc de réduire les quantités perdues dans l'environnement, par dérive. Cet aspect n'est pas quantifié ici (via le calcul d'IFT) mais doit être pris en compte étant donné les enjeux environnementaux actuels autour du monde agricole.

- **Parcelle de la Chambre d'Agriculture**

Les dates de traitements, les produits utilisés et les Indices de Fréquences de Traitements (IFT) sont indiqués dans le Tableau 33 ci-dessous :

Tableau 33 : Calendrier de traitement 2019 - CA84

Date	Maladies	Spécialités commerciales	Dose modalité 2 Optidose	Dose modalité 3 Producteur
16/05/2019	Mildiou	Etonan	33%	50%
	Mildiou	BB RSR	33%	40%
01/06/2019	Mildiou	Mildicut	40%	58%
	Oïdium	Luna	60%	90%
21/06/2019	Mildiou	Etonan	67%	67%
	Mildiou	BB RSR	47%	67%
	Oïdium	Vivando	70%	100%
04/07/2019	Mildiou	Nordox	23%	35%
	Oïdium	Licorne Flex	80%	100%

Le Tableau 34 reprend les données de synthèse de cette partie.

Tableau 34 : Données de synthèse Optidose 2019 - CA84

	Mildiou		Oïdium	
	IFT	Dose moyenne	IFT	Dose moyenne
Modalité 2 (Optidose)	2.43	41 %	2.10	70 %
Modalité 3 (Producteur)	3.16	53 %	2.90	97 %

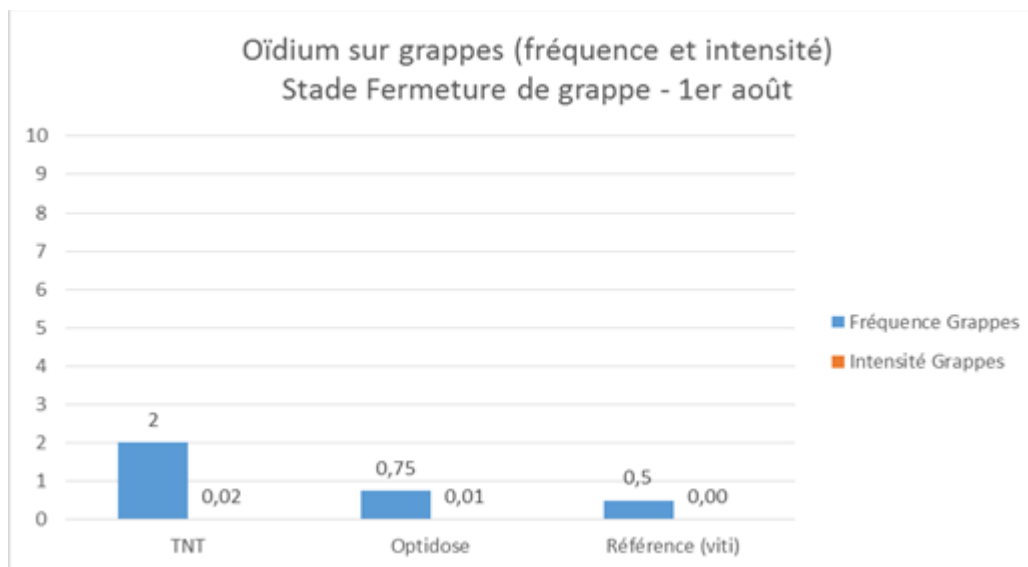
L'IFT (Mildiou- Oïdium) obtenu sur la modalité Optidose est de 4,53 contre 6,06 sur la modalité Producteur. Le gain obtenu d'Indice Fréquence de Traitement entre ces modalités est de 1,53 IFT soit une économie moyenne de l'ordre de 23%. Le gain d'IFT Mildiou-Oïdium par rapport à des pratiques pleine dose est de 50% pour la modalité Optidose et de 33% pour la modalité « producteur ».

Comme évoqué précédemment sur l'essai à la Tapy, on retrouve ici le fait que pour l'oïdium la réduction de dose est moins importante avec une période critique (floraison) toujours

présente. Toutefois sur une année très défavorable au mildiou on peut voir que l'outil a permis de réduire fortement les doses appliquées.

Concernant le mildiou, aucune attaque sur feuilles ni grappes n'a été relevée pour les trois modalités.

Pour l'oïdium on ne relève pas non plus d'attaque majeure (y compris le témoin non traité),



comme le montre l'observation à la fermeture (Figure 53).

Figure 53 : Oïdium sur grappes à la fermeture - CA84

Compte tenu des conditions climatiques, la réduction des doses a pu être effective tout au long de la saison. Le gain d'IFT par rapport à des pratiques pleine dose est de 50% pour la modalité Optidose et de 33% pour la modalité de l'exploitant. L'utilisation d'Optidose a permis un gain d'IFT de 25% par rapport aux pratiques de l'agriculteur. Les réductions de doses pratiquées n'ont pas eu d'incidence négative sur la qualité de la récolte.

En mettant en œuvre la stratégie Optidose sur 3 ans (2017-2019), et dans les différents sites d'essais, on constate que les réductions de doses de fongicides pratiquées, quelles que soit leur importance et la pression sanitaire de l'année, n'ont jamais eu d'impact négatif sur la récolte en termes quantitatif et qualitatif.

En situation de pression parasitaire moyenne (2017) et forte (2018), les réductions de doses de fongicides n'ont pu être effectives qu'en début de saison. En revanche, en situation de faible pression (2019), les réductions de doses ont pu se faire tout au long de la campagne.

En conclusion, la mise en place de l'essai Optidose sur 3 années a permis d'évaluer la pertinence de cet outil sur raisins de table dans des conditions différentes : la diminution des doses d'emploi de fongicides est réelle mais est fortement corrélée à la pression sanitaire de l'année. L'outil prend bien en compte cette pression et les conditions de l'année, son utilisation en raisin de table peut donc se généraliser.

2. Faisabilité de la réduction de l'IFT de 50%

a) *Méthodologie*

Cet essai est conduit, comme pour l'essai Optidose, sur un réseau de 3 parcelles (la Tapy / Chambre d'Agriculture du 84 / Lycée agricole Louis Giraud). Le dispositif est conduit en grande parcelle, avec les modalités suivantes :

- Modalité 1, témoin non traité pour évaluer la pression en bioagresseurs
- Modalité 2, référence « producteur »
- Modalité 3, objectif de réduction de l'IFT de 50%.

A noter que la modalité 2 se fait selon la pratique du producteur de la parcelle. L'IFT peut donc varier entre les différents sites mais aussi de l'IFT moyen retenu pour l'objectif de réduction (15,8 issu du réseau de fermes DEPHY). Une réduction de 50% correspond ainsi à un objectif d'IFT total hors herbicide de 7,9.

Sur la modalité IFT50, différents leviers sont mobilisés afin de pouvoir atteindre cette réduction :

- Application de la technique Optidose pour le Mildiou et l'Oïdium.
- Usage de matières actives présentant une longue rémanence (21 jours).
- Opérations prophylactiques : dégagement totale de la zone fructifère par la réalisation d'opérations en vert telles que l'effeuillage et la suppression des anticipées de façon à obtenir un environnement plus défavorable au développement des maladies cryptogamiques (aération des grappes et exposition aux rayons UV du soleil).
- Impasse de traitement sur les premières et deuxièmes générations de vers de la grappe et réalisation d'une seule intervention anti-botrytis.

Au minimum 4 rangs sont utilisés pour la modalité 3 IFT50. Pour chaque modalité, 4 placettes de 10 ceps consécutifs sont utilisées afin de réaliser les observations (dégâts de mildiou/oïdium etc.). Un suivi hebdomadaire est réalisé sur l'ensemble des placettes afin de caractériser l'état sanitaire : maladies, ravageurs, couverture herbacée, vigueur... Ce suivi précis permet de réaliser les conseils et d'établir le plan d'interventions (mesures prophylactiques, alternatives et autres interventions sanitaires bas intrants) auprès du producteur.

Le dispositif de base (schéma type de l'essai sur la Figure 54) est le même que pour l'essai Optidose. Selon les sites, le nombre de rang de l'essai pouvait varier.

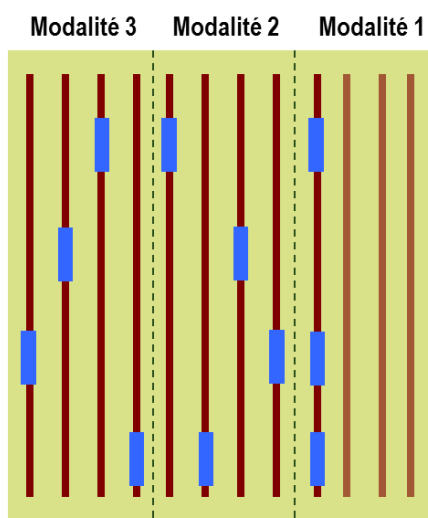


Figure 54 : Schéma type de l'essai IFT50

Des observations sur l'intensité/la fréquence sur feuilles/grappes sont réalisées (par placette) pour les maladies et ravageurs suivants : Oïdium, Black Rot, Mildiou, Botrytis et ver de grappe (expression des résultats en fréquence et intensité d'attaque). Les stades pour les observations sont : « petit pois », fermeture de la grappe et mi-véraison.

Pour chaque site, les variables quantitatives sont analysées par analyse de variance suivie d'un test de Newman et Keuls (seuil $\alpha = 5\%$).

L'IFT de chaque modalité est également calculé, avec des indications sur la part des produits de biocontrôle ou utilisables en agriculture biologique. Ce calcul prendra en compte tous les traitements réalisés sur la parcelle, à l'exception des traitements contre le vecteur de la flavescence dorée. Cette lutte est réglementée, le nombre de traitements obligatoires à réaliser est défini annuellement dans un arrêté préfectoral. Il est donc impossible de diminuer ces traitements d'où leur retrait.

b) Résultats 2017

• Parcelle de la Tapy

Le calendrier de traitement de la parcelle est présenté dans le Tableau 35. Sont également indiqués les IFT pour chaque traitement ainsi que l'IFT global pour chaque modalité (IFT50/référence producteur).

Tableau 35 : Calendrier de traitement IFT50 - la Tapy

Date	Maladies	Spécialités commerciales	Nombre d'IFT modalité IFT50%	Nombre d'IFT modalité 3 référence
------	----------	--------------------------	------------------------------	-----------------------------------

13/05/2017	Oïdium	Sythane New	0	1
	Mildiou	Ridgold	0	1
18/05/2017	Oïdium	Luna Xtend	0,8	0
	Mildiou	Profiler	0,6	0
27/05/2017	Oïdium	Rocca	0	1
	Mildiou	Aviso DF	0	1
10/06/2017	Oïdium	Vivando	0	1
	Oïdium	Talius	1	0
	Mildiou	Mildicut	0.8	1
19/06/2017	Botrytis	Switch	1	1
30/06/2017	Oïdium	Legend	0	1
	Mildiou	Aviso DF	0	1
08/07/2017	Oïdium	fluidosoufre	1	1
13/07/2017	Oïdium	Sythane New	1	1
	Mildiou	Nordox 75WG	0.5	0.5
09/08/2017	Eudémis	Dipel	1	1
TOTAL			7.7	12.5

Concernant la modalité 2 (IFT 50 %), l'Indice de Fréquence de Traitement obtenu est de 7,7 soit près de 49 % de l'IFT moyen estimé pour la culture du raisin de table.

Parmi les molécules utilisées, on retrouve 2,5 IFT qui sont homologués en agriculture biologique dont 2 IFT classés en Biocontrôle, ce qui représente un IFT de produit phytosanitaire de synthèse de 5,2 (33% de l'IFT moyen).

Il est important de préciser que l'année 2017, caractérisée par un temps sec et chaud, a été particulièrement défavorable au développement des maladies et ravageurs. Le nombre d'IFT de la référence « producteur » est également inférieur à l'IFT moyen (12,5 au lieu de 15,8).

La pression mildiou a été globalement très faible en 2017 : on ne note aucune attaque significative sur grappe, y compris sur le témoin non traité. Les notations concernent uniquement les observations sur feuilles. Lors de la notation du 28 juin 2017, aucun symptôme de mildiou sur feuilles n'a été observé, même dans la modalité témoin. Au 27 juillet, les résultats des notations sont répertoriés dans le Tableau 36.

Tableau 36 : notations du mildiou sur feuilles au 27 juillet 2017

	M1 témoin	M2 50% IFT	M3 - IFT référence
Fréquence (%)	8,0	5,5	0

Intensité (%)	1,2	0,6	0
---------------	-----	-----	---

Les niveaux de mildiou sur feuilles sont globalement très faibles à cause des raisons évoquées auparavant. La modalité M2, 50% IFT, même si elle se comporte significativement mieux que la modalité témoin M1, présentent néanmoins des symptômes de mildiou sur feuilles contrairement à la modalité M3 de référence. Ces atteintes n'ont eu aucune conséquence sur la quantité et la qualité de la récolte. Cette différence peut facilement s'expliquer par un écart net d'IFT mildiou entre les deux modalités M2 et M3 : 4,5 pour M3 et 1,9 pour M2 (écart de 2,6 IFT).

Pour l'oïdium, au stade petits pois, le 28 juin, on note sur le témoin une pression oïdium manifeste sur grappes : déjà 19% en fréquence et 1% en intensité. Les autres modalités ne présentent pas, alors, de symptômes significatifs d'oïdium.

Les symptômes ont alors rapidement évolué et, après fermeture, les grappes de la modalité témoin était pratiquement toutes touchées par l'oïdium (95,5% des grappes).

Sur les modalités traitées, les niveaux de fréquence (Tableau 37) restent élevés mais les intensités sont modérées. Aucune différence significative n'est notée entre ces modalités malgré un écart d'IFT oïdium de 2,2 (6 pour M3 et 3,8 pour M2).

Tableau 37 : notations de l'oïdium sur grappe au 27 juillet 2017

	M1 témoin	M2 50% IFT	M3 - IFT référence
Fréquence (%)	95.5	18.8	17.0
Intensité (%)	44.2	0.9	0.5

Aucun symptôme de black-rot n'a été observé. La gestion de ce bioagresseur n'a pas fait l'objet de traitement spécifique mais a été géré via des produits contre le mildiou/oïdium ayant une action également sur le black-rot.

Un seuil traitement a été réalisé contre le botrytis, à pleine dose et sur les deux modalités testées (référence et IFT50). L'année très sèche a conduit à l'absence de pression, aucun symptôme n'a été observé dans la parcelle.

La très faible pression en vers de grappe n'a nécessité qu'une seule intervention (avec un *Bacillus*) sur la troisième génération, appliqué sur les deux modalités. Aucune attaque significative n'a été relevée, y compris sur le témoin non traité.

Sur cette parcelle et sur cette année, les conditions climatiques défavorables aux différents bioagresseurs ont permis d'atteindre l'objectif de 50% de réduction de l'IFT de référence (15,8), sans observer une dépréciation significative de la récolte.

- **Parcelle de la Chambre d'Agriculture 84**

Le calendrier de traitement de la parcelle est présenté dans le Tableau 38.

Tableau 38 : Calendrier de traitement IFT50 – CA84

Date	Maladies	Spécialités commerciales	Nombre d'IFT modalité 2	Nombre d'IFT modalité 3
04/05/2017	Oïdium	Systhane Power	0	0.8
	Mildiou	Zénatril triple	0	0.85
23/05/2017	Oïdium	Luna	0,8	1
	Mildiou	Profiler	0,7	1
13/06/2017	Oïdium	Talendo	1	1
	Mildiou	Nordox	0,38	.38
25/06/2017	Vers de Grappe	Delfin	1	1
	Botrytis	Scala	0	1
05/07/2017	Oïdium	Systhane	1	1
	Mildiou	Nordox	0,4	0.4
20/07/2017	Oïdium	fluidosoufre	0,83	0.83
15/08/2017	Botrytis	Lazulie	1	1
	Vers de grappe	Affirm	0	1
TOTAL			7.11	11.26

Concernant la modalité 2 (IFT 50 %), L'Indice de Fréquence de Traitement obtenu est de 7.11 soit 45 % de l'IFT moyen estimé pour la culture du raisin de table.

Parmi les molécules utilisées, 2.61 IFT sont homologués en Agriculture Biologique dont 1.87 classés en Biocontrôle, ce qui porte à 4.5 IFT l'usage de produit phytosanitaire de Synthèse soit 28 % de l'IFT moyen. Il est important de préciser que l'année 2017 caractérisée par un temps sec et chaud a été particulièrement défavorable au développement des maladies et ravageurs. Le nombre d'IFT de la référence « producteur » se trouve également en deçà de l'IFT moyen.

La pression mildiou a été globalement faible en 2017, on ne note aucune attaque significative sur grappe y compris sur le témoin non traité. Les notations concernent uniquement les observations sur feuilles (Figure 55). Les niveaux de présence de la maladie sont comparables entre les modalités 2 et 3. Seul le témoin se distingue en fréquence de présence mais sans incidence sur la production.

L'IFT obtenu sur la modalité 2 est d'1.48 soit 1.15 de moins que la stratégie adoptée par le producteur estimée à 2.63. La réduction du nombre d'interventions est essentiellement due à un décalage du début de la protection.

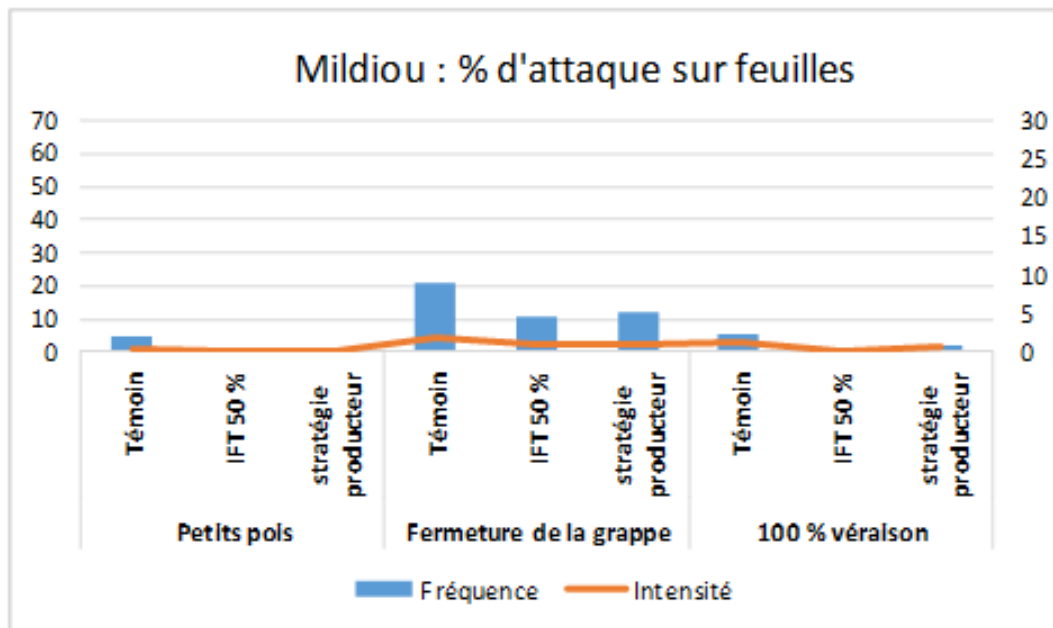


Figure 55 : Dégâts de mildiou sur feuilles aux différents stades - CA84

On note sur le témoin une pression significative d'oïdium dès le stade petit pois (Figure 56), à l'origine de pertes quantitatives et qualitatives. Sur les modalités traitées, le niveau de fréquence à la récolte est contenu en dessous des 5% et le niveau d'intensité n'a aucun impact sur la récolte. L'IFT de la modalité 2 est de 3.63 contre 4.63 pour la stratégie « producteur ». L'oïdium reste incontestablement la maladie la plus délicate à maîtriser et impose une protection phytosanitaire rigoureuse pour garantir une production de qualité. L'économie de traitement n'est que d'un IFT mais il paraît difficile d'envisager d'aller au-delà

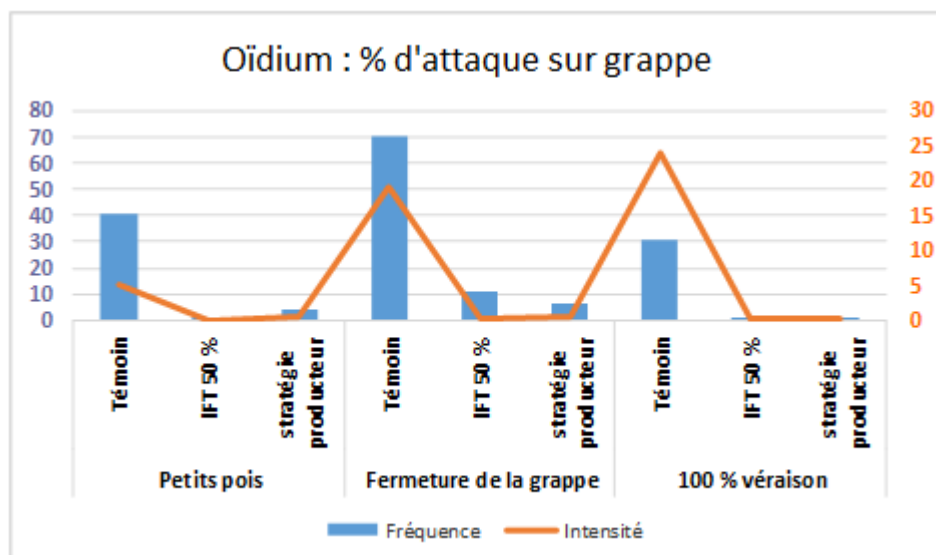


Figure 56 : Dégâts d'oïdium sur grappes aux différents stades - CA84

sans risque pour la production.

Aucun développement de Black-Rot n'a été relevé, il a été géré uniquement avec les spécialités anti-oïdium et anti-mildiou.

Deux interventions à pleine dose ont été réalisées pour gérer le Botrytis dans le cadre de la stratégie producteur en vue d'un stockage du raisin en frigo. Sur la modalité 2 IFT50, une seule intervention a été réalisée au tout début de la véraison. Pour compenser l'absence d'une deuxième intervention, la zone des grappes a été totalement effeuillée afin d'aérer le plus possible le raisin et d'améliorer l'efficacité des traitements. Cette opération n'est envisageable que si la hauteur de palissage est suffisante de façon à conserver une surface foliaire exposée conséquente. L'année particulièrement sèche a été défavorable au développement du Botrytis. Aucun symptôme n'a été observé sur la parcelle d'essai.

Enfin pour les vers de grappe il ne s'agissait que de faibles pressions ayant permis de se limiter à une intervention (avec un *Bacillus thuringiensis*) et donc de ne pas traiter sur la 3^e génération pour la modalité 2 IFT50. Sur la modalité « producteur » deux interventions ont été réalisées, dont une avec un biocontrôle. Les fortes températures ont probablement influé sur la dynamique des populations. Aucune attaque significative n'a été observée y compris sur le témoin non traité.

Les conditions climatiques extrêmement clémentes de l'année 2017 ont permis de réduire l'usage des pesticides de 55 % par rapport à l'IFT moyen retenu en référence. Aucune dépréciation de la récolte n'a été enregistrée tant sur les paramètres quantitatifs que qualitatifs. Il convient de rester prudent car en année pluvieuse, il est à craindre que de tels résultats ne puissent être reproductibles. L'oïdium reste incontestablement la maladie la plus délicate à maîtriser et impose une protection phytosanitaire rigoureuse pour garantir une production de qualité. Concernant ce bioagresseur il paraît difficile d'envisager une réduction significative du nombre d'intervention sans risque pour la production.

- **Parcelle du lycée agricole**

Les dates de traitements, les produits utilisés et les Indices de Fréquences de Traitements (IFT) sont indiqués dans le Tableau 39.

Comme on peut le voir, l'IFT atteint 11,7 sur la modalité IFT50 contre 15 sur la modalité de référence. Ceci correspond à une réduction de 22% de l'IFT.

Tableau 39 : Calendrier de traitements et IFT - Lycée agricole

Date	Type produit	Produit	Stade	Cible	Commentaire	ref	50%
07/04/2017	Fongicides	MICROTHIOL SPECIAL DG	5 ou 6 feuilles etalees	Oïdium	Traitement sur les parcelles avec symptômes d'oïdium à l'automne	1	0,5
	Fongicides	POLYRAM DF	5 ou 6 feuilles etalees	Black-rot		1	0,8
21/04/2017	Fongicides	MICROTHIOL SPECIAL DG	Boutons floraux visibles	Oïdium	Traitement tous les rangs Traitement sur les parcelles avec symptômes d'oïdium à l'automne Optidose 80% Polyram	1	0,5
	Fongicides	POLYRAM DF	Boutons floraux visibles	Black-rot		1	0,8
05/05/2017	Fongicides	AVISO DF	Premiers boutons floraux separes	Mildiou	OPTIDOSE: aviso DF 80%, hoggar 50%	1	0,8
	Fongicides	HOGGAR	Premiers boutons floraux separes	Oïdium		1	0,5
17/05/2017	Fongicides	NORDOX 75 WG	Premiers boutons floraux separes	Mildiou	Réduction de 50% + utilisation de produits à 21 jours		0,5
	Fongicides	THIOVIT JET MICRO BILLES	Premiers boutons floraux separes	Oïdium			0,7
17/05/2017	Fongicides	ENERVIN	Premiers boutons floraux separes	Mildiou	OPTIDOSE: enervin 50%, luna sensation 80%	1	
	Fongicides	LUNA SENSATION	Premiers boutons floraux separes	Oïdium		1	
31/05/2017	Fongicides	SAFRAN	Premiers boutons floraux separes	Oïdium	Optidose 60% slogan; 80% safran	1	
31/05/2017	Fongicides	SLOGAN	Premiers boutons floraux separes	Mildiou		1	
	Fongicides	PROFILER		mildiou			0,7
	Fongicides	LUNA SENSATION	10-12feuilles	oidium			0,9
09/06/2017	Fongicides	FLUIDOSOUFRE	Nouaison - moy	Oïdium	Poudrage	1	1
13/06/2017	Fongicides	FLUIDOSOUFRE	Nouaison - moy	Oïdium		1	1
22/06/2017	Fongicides	FLUIDOSOUFRE	Fermeture de la grappe	Oïdium	Poudrage	1	1
06/07/2017	Fongicides	FLUIDOSOUFRE	Fermeture de la grappe	Oïdium	poudrage	1	1
	Fongicides	NORDOX 75 WG	Debut veraison	Mildiou		1	1
						15	11,7

Les résultats des notations (modalités de référence et IFT50) ne montrent aucun symptôme de mildiou et oïdium au 3 dates de notation, à savoir le 13/06/17 pour la notation stade petit pois ; le 4/07 pour la notation fermeture de la grappe et le 1/08 pour la notation stade veraison. Toutefois il n'y avait pas non plus de symptômes sur la modalité témoin non traité.

La réduction de 50% de traitement par rapport à l'itinéraire référence n'a pas été atteint pour plusieurs raisons, la principale étant que l'essai a démarré après le début de la saison des

traitements. D'autre part les délais de 21 jours entre les traitements non pas été respectés car la sensibilisation auprès du chef de culture n'a pas été suffisante. Les traitements ont été réalisés sans prise de risque, sûrement aussi du fait aussi du choix de la parcelle, qui est une parcelle à greffons.

c) Résultats 2018

A noter qu'à partir de 2018, le choix a été fait de ne plus inclure de produits classé CMR dans les modalités IFT50.

- **Parcelle la Tapy**

Le calendrier de traitement ainsi que les IFT associés sont présentés dans le Tableau 40.

Tableau 40 : Calendrier de traitement et IFT - la Tapy

Date	Maladies	Nom spécialité commerciale	Nombre d'IFT, modalité IFT50%	Nombre d'IFT, modalité référence
28 avril	Mildiou	BB RSR	0,53	0,53
	Oïdium	Thiovit	0,48	0,48
5 mai	Mildiou	BB RSR	0,53	0,53
	Oïdium	Thiovit	0,48	0,48
12 mai	Mildiou	Acrobat MDG	0	1
	Mildiou	Profiler	0,60	0
	Oïdium	Rocca	0	1
	Oïdium	Luna Xtend	0,60	0
26 mai	Mildiou	Mildicut	0	1
	Oïdium	Luna Xtend	0	1
1 juin	Mildiou	Mildicut	0,9	0
	Oïdium	Sythane Flex	0,9	0
9 juin	Mildiou	Almanach Flash	0	1
16 juin	Mildiou	Resplend	1	1
	Oïdium	Ecrin Pro	0	1
23 juin	Mildiou	Nordox 75 WG	0,75	0,75
	Oïdium	Vivando	1	1
30 juin	Botrytis	Cantus	1	1
5 juillet	Oïdium	Fluidosoufre	1	1
13 juillet	Mildiou	Nordox 75 WG	0,75	0,75
31 juillet	Botrytis	Scala	1	1
	Eudémis	Delfin	1	1
		TOTAL	12,53	15,53

Si l'on se base sur le chiffre moyen de 15,8 pour l'IFT raisin de table, on peut voir que dans le cas de la modalité de référence on se situe dans le même ordre de grandeur. On est sur une année moyenne du point de vue de la lutte contre les bioagresseurs donc (contrairement à 2017 qui avait été peu favorable et où les IFT étaient donc plus faibles). Cela se ressent sur la modalité IFT50%, où il y a eu un certain nombre de traitements assez similaire à la

référence classique. Notamment sur les mois de mai et juin où la pluie a été assez importante, de même que l'humidité. On a eu des conditions favorables pour le mildiou notamment et qui ont conduit à des renouvellements plus réguliers pour garder un bon état sanitaire.

Si l'on regarde dans le détail, on remarque une utilisation de produits homologués en Agriculture Biologie représentant un IFT de 5,52, dont 2,96 catégorisé comme biocontrôle. Ainsi on tombe à un IFT de 7,01 pour les produits de synthèse soit 44% de l'IFT moyen.

Deux notations mildiou ont été réalisées : stade grains 4-11mm et véraison. La pression en mildiou a été forte, avec par exemple 40% d'attaque sur feuille en moyenne sur le témoin à la première notation pour atteindre 100% sur la dernière. On a également eu des attaques assez importantes sur grappes. A noter qu'à la première observation, la notation est commune avec le Black Rot pour les dégâts sur grappes car il était trop compliqué de les différencier.

Ainsi à la notation pendant la nouaison, le témoin présentait déjà des attaques importantes sur feuille très importantes : 99% en fréquence et 38,8% en intensité. Sur grappe le témoin reste là aussi fortement touché, 44,3% en intensité et 98% en fréquence. En comparaison, les deux modalités de traitement M2/M3 ont significativement réduit cette présence, tout du moins en termes d'intensité. En effet on a ainsi respectivement pour M2 (50% IFT) et M3 (IFT référence) 11,9% et 6% d'intensité. Pour la fréquence c'est moins net puisque l'on a M2 à 87,5% et M3 à 56%. Cette réduction est significativement différente uniquement pour la modalité de référence. Sur grappe on observe une dynamique assez similaire, avec une intensité faible (8,9% pour M2 et 1,7% pour M3) mais une fréquence assez élevée pour M2 (75,5%) et plus faible pour M3 (27%). Au 27 juillet, les résultats des notations sont répertoriés dans le Tableau 41.

Tableau 41 : résultat de l'observation mildiou à la véraison - Tapy

Dégâts	Feuilles			Grappes		
	M1 témoin	M2 50% IFT	M3 - IFT référence	M1 témoin	M2 50% IFT	M3 - IFT référence
Fréquence (%)	71	78,5	66,5	100	62,8	63
Intensité (%)	33,6	11	6,5	90	10	10,1

Comme on peut le voir, sur feuilles il n'y a pas de différences significatives pour la fréquence mais les traitements ont par contre diminué l'intensité des dégâts de manière plus (M3 référence) ou moins (M2 IFT50) fortement. Sur grappe on a une diminution assez importante de la fréquence et très importante de l'intensité des symptômes. M2 et M3 ont agit avec le même niveau d'efficacité, en étant significativement différent du témoin mais en ne présentant pas de différences entre eux. En conclusion on a eu une pression importante sur le mildiou, la modalité de référence présentant toujours une fréquence assez élevée. Globalement la modalité 2 IFT50 a fait mieux que le témoin, en atteignant relativement souvent les mêmes niveaux que la modalité 3. Toutefois dans certains cas elle se détachait de cette dernière en étant un peu moins efficace (comme par exemple le 27 juillet avec la notation sur feuilles). Ces légères différences peuvent être liées avec l'IFT Mildiou qui a été réduit de 1,5 sur une année à forte pression.

La pression oïdium a commencé plus tard et a été assez faible. La notation du 19 juin n'a relevé aucun symptôme. A noter que pour les notations suivantes, le témoin n'a pas pu être comptabilisé. En effet, les dégâts de mildiou sur celui-ci était trop important et n'ont pas permis d'observer l'oïdium. Sur les modalités 2 et 3, les dégâts sont très faibles et ce pour chaque date (11 juillet et 27 juillet). On a des chiffres proches de 0% pour l'intensité et la fréquence, les symptômes ne sont donc pas significatifs. Le Tableau 42 présente comme exemple les résultats du comptage du 27 juillet.

Tableau 42 : observation de l'oïdium sur grappe à la véraison - Tapy

	M2 50% IFT	M3 - IFT référence
Fréquence (%)	1	0,5
Intensité (%)	0,03	0,1

La réduction d'IFT de M2 par rapport à la référence M3 est de 1,5. La faible pression en oïdium explique l'assez faible différence dans les résultats d'efficacité de la lutte malgré un IFT plus faible.

Aucun traitement spécifique n'a été réalisé contre le black-rot : la protection s'est limitée à l'usage de spécialités anti-oïdium et anti-mildiou homologués également contre le Black Rot. A la première notation (pendant la nouaison), le témoin présentait ainsi une moyenne de 57,3 feuilles atteintes pour 5 souches. En comparaison, les modalités 2 et 3 présentent des niveaux significativement inférieurs, puisque l'on était respectivement à 3,8 et 2 feuilles/5 souches. Sur grappes, comme cela a été évoqué précédemment pour le mildiou, il y a eu un comptage global mildiou/black rot le 18 juin. Pour rappel, il y a eu une diminution similaire de l'intensité des dégâts pour M2 et M3 par rapport au témoin, mais concernant la fréquence cette réduction était moins importante pour M2.

Deux interventions à pleine dose ont été réalisées sur les deux modalités M2 et M3 pour gérer le Botrytis (pas d'écart d'IFT donc), sachant que ce sont des raisins envoyés en conservation en frigo. Aucun symptôme de Botrytis n'a été identifié sur les différentes modalités.

La très faible pression enregistrée cette année a permis de n'intervenir qu'en troisième génération contre Eudémis, avec un *Bacillus thuringiensis* (Delfin) sur les deux modalités comparées M2 et M3. Aucune attaque significative n'a été observée y compris sur le témoin non traité.

En conclusion la diminution en IFT sur la modalité IFT50 a été plus faible que l'an passé. La forte pression en mildiou peut expliquer ces résultats, car même dans le cas de la modalité de référence on a pu observer une présence marquée du mildiou. L'efficacité de la stratégie adaptée pour atteindre une réduction de l'IFT est globalement satisfaisante, avec des résultats très proches de la référence pour tous les bioagresseurs considérés. Attention toutefois, pour le mildiou on a pu observer quelques différences avec la référence à certains moments (classe statistique intermédiaire entre le témoin et la référence), par exemple dans le cas de l'intensité sur feuille au 27 juillet qui était un peu plus élevée, ce qui peut s'expliquer par le fait que la pression était très forte cette année. Garder des cadences assez longues malgré cette pression peut notamment avoir été le point critique. Malgré la diminution plus faible de l'IFT cette année, il y a quand même eu des dégâts sur la modalité IFT50.

- **Parcelle de la Chambre d'Agriculture du 84**

Le calendrier de traitement ainsi que les IFT sont indiqués dans le Tableau 43.

Tableau 43 : calendrier de traitements et IFT - CA84

Date	Maladies	Spécialités commerciales	Nombre d'IFT modalité 2	Nombre d'IFT modalité 3
10/05/2018	Mildiou	Slogan	0,40	0,50
	Oïdium	Dynali	0,50	0,50
24/05/2018	Mildiou	Mildicut	0,89	0,89
	Oïdium	Luna	0,90	0,90
05/06/2018	Mildiou	Slogan	0,75	0,75
	Oïdium	Licorne Flex	0,80	0,8
19/06/2018	Mildiou	Nordox	0,40	0
	Mildiou	Profiler	0	1
28/06/2018	Oïdium	Luna	0,80	1
	Ver de la grappe	Dipel	0	1
	Botrytis	Scala	0	1
13/07/2018	Botrytis	Scala	1	0
06/07/2018	Mildiou	Lbg		0,5
06/07/2018	Mildiou	Nordox	0,25	0,4
14/08/18	Mildiou	Nordox	0,4	0,4
16/08/2018	Botrytis	Teldor		1
10/08/2018	Oïdium	Fluidosoufre		0,83
		TOTAL	7.09	11.47

Malgré les conditions très pluvieuses de l'année, l'Indice de Fréquence de Traitement obtenu sur la modalité 2 (IFT 50 %) est conforme aux objectifs avec 7.09 applications à pleine dose d'homologation soit 45 % de l'IFT moyen estimé pour la culture du raisin de table. Par rapport à 2017, l'IFT Mildiou augmente logiquement avec 3.1 IFT enregistré en 2018 contre 1.48 l'année précédente soit un coefficient de 2.1. Cette augmentation est compensée par l'absence d'intervention vers de grappe et une diminution de l'IFT Oïdium de -0.63 IFT en 2018.

Tableau 44 : Bilan des traitements essai IFT50 - CA84

Cible	IFT	Dont IFT Bio	IFT producteur	Dont IFT
Oïdium	3,0	0	4,03	0,83
Mildiou	3,1	1,05	4,44	0,80
Botrytis	1	0	2	0
Vers de grappe	0	0	1	1
TOTAL	7,1	1,05	11,47	2,63
% de L'IFT de Réf.	44,9 %		72,5 %	

Parmi les molécules utilisées, 1.05 IFT sont homologuées en Agriculture Biologique ce qui porte à 6.04 IFT l'usage de produits phytosanitaires de synthèse soit 38.22 % de l'IFT moyen. L'IFT producteur obtenu sur la **modalité 3** est relativement contenu (11.47 IFT). L'IFT des spécialités homologuées en agriculture biologique est de 1.63 dont 0.83 classé en Bio-contrôle.

Comme évoqué, la pression mildiou a été très soutenue en 2018 occasionnant une perte de récolte notable sur le témoin non traité. Les notations (Figure 57) ont porté sur l'évaluation de la maladie sur feuilles et sur grappes. Les niveaux de présence de la maladie sont comparables entre les modalités 2 et 3. Bien que statistiquement significativement inférieure au témoin non traité, la fréquence de taches sur feuilles obtenue sur ces modalités est soutenue avec + de 30 % de feuilles observées présentant des symptômes. L'intensité reste cependant contenue contrairement au témoin proche de 20%.

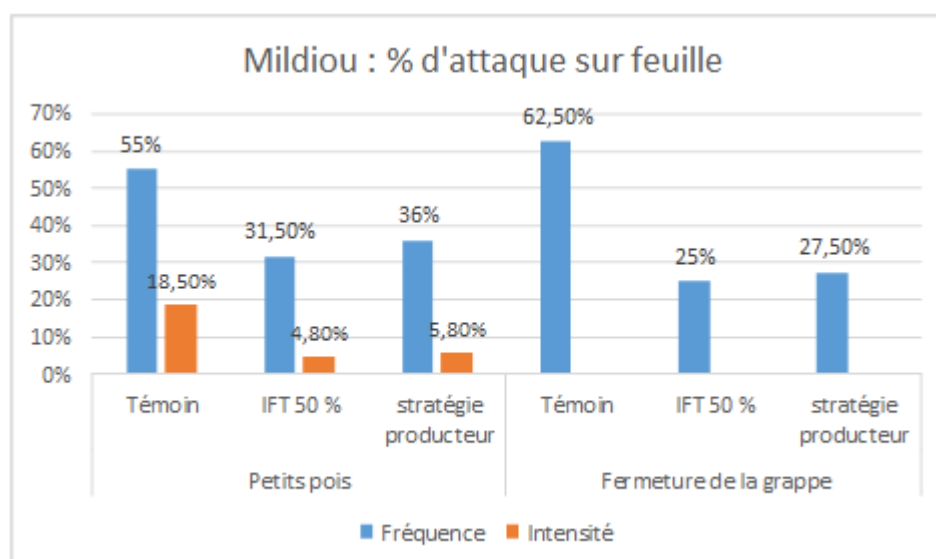


Figure 57 : observations mildiou sur feuilles - CA84

Les niveaux de présence de la maladie sont comparables entre les modalités 2 et 3. Bien que statistiquement significativement inférieure au témoin non traité, la fréquence de taches sur feuilles obtenue sur ces modalités est soutenue avec + de 30 % de feuilles observées présentant des symptômes. L'intensité reste cependant contenue contrairement au témoin proche de 20%.

Sur grappes (Figure 58), seul le témoin non traité se distingue avec une fréquence d'attaque très importante notamment au stade fermeture de la grappe. Les modalités 2 et 3 sont comparables.

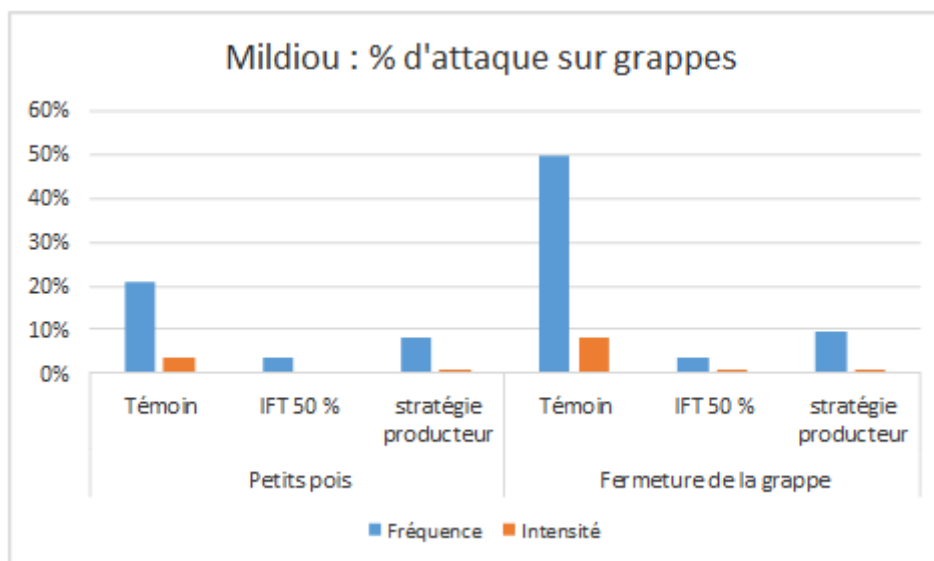


Figure 58 : observation mildiou sur grappes - CA84

La récolte du raisin de table se pratique généralement en deux voire trois passes. Les bâtonnets bleus de l'histogramme (Figure 59) représentent le pourcentage de raisin récolté en 1^{ère} passe. Des problèmes de coloration ont été observés sur les **modalités 1 et 2**. Ces défauts de coloration sont à l'origine d'un taux de 1^{ère} passe sur ces 2 modalités inférieur à la **modalité 3**. Sur le témoin, ce phénomène peut être expliqué par une surface foliaire plus réduite liée à la destruction des feuilles par le Mildiou. Pour la **modalité 2**, une vigueur plus importante pourrait être à l'origine de ce retard de maturité. La proportion d'Extra proche des 80 % est comparable pour les deux modalités traitées. La **modalité 1** sans intervention sanitaire est en net retrait.

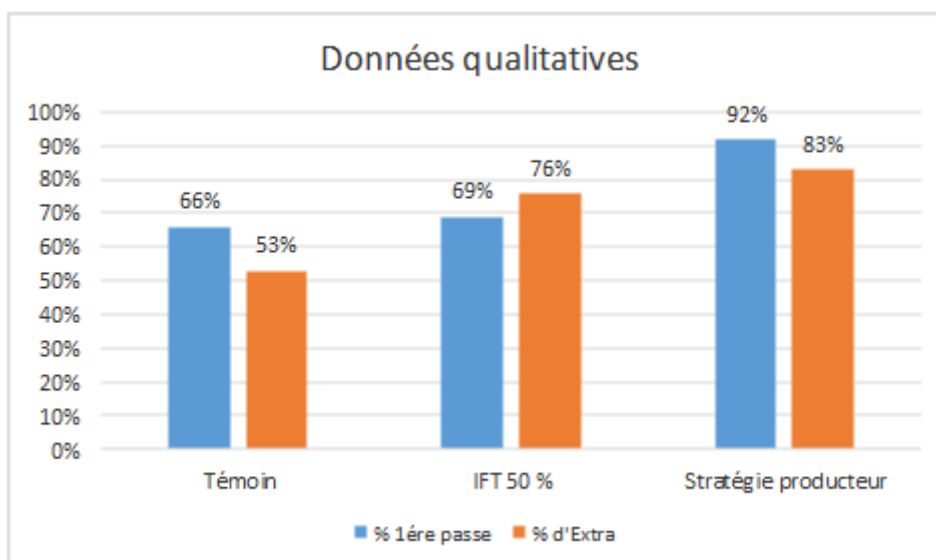


Figure 59 : données qualitatives sur la récolte - CA84

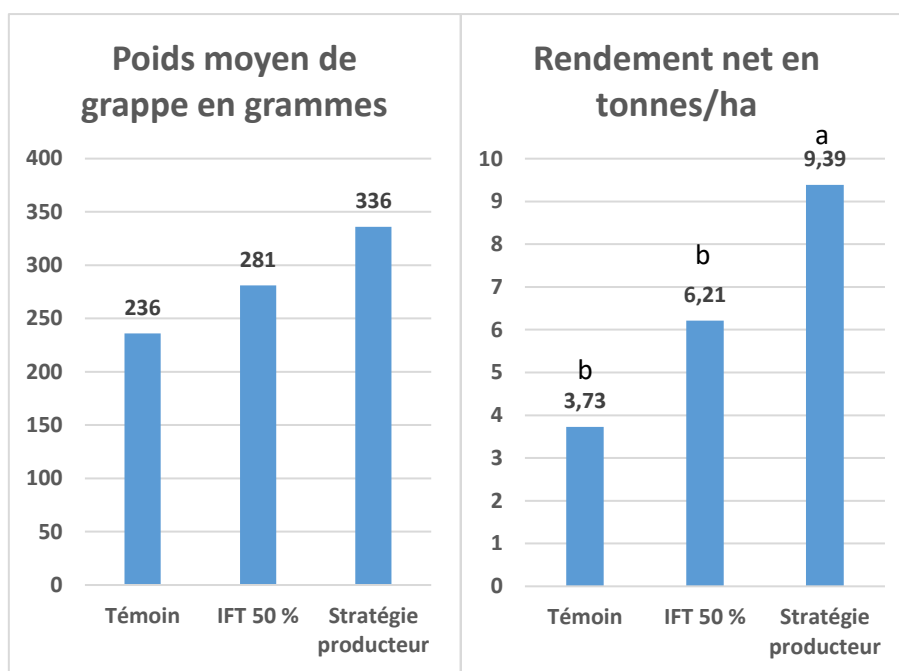


Figure 60 : PMG et rendement à la récolte - CA84

Les rendements précisés dans la Figure 60 correspondent au tonnage récolté en 1^{ère} passe. La différence constatée entre la modalité 2 et la modalité 3 n'est pas la conséquence d'une perte de récolte mais d'une proportion de raisin non récolté plus élevée sur la modalité 2. Avec seulement 3.73 tonnes/hectare, le témoin non traité propose le rendement le plus faible, conséquence de deux phénomènes conjugués : une perte de récolte liée à la pression mildiou et des défauts de coloration. Le poids moyen de grappe le plus faible est observé sur la modalité 1, toutefois, l'analyse statistique ne révèle pas de différences significatives.

Le temps particulièrement pluvieux rencontré au printemps a limité l'apparition de l'oïdium. En effet, la présence fréquente d'eau a empêché la germination des conidies. Aucune attaque majeure n'a été observée sur la parcelle d'essai y compris sur le témoin non traité.

Compte tenu de cette baisse de pression, l'IFT de la modalité 2 est en baisse, 3 IFT en 2018 contre de 3.63 en 2017. La production étant saine à la fermeture de la grappe le traitement au soufre poudre habituellement appliqué dans le courant de l'été n'a pas été réalisé.

Aucun traitement spécifique sur Black Rot n'a été réalisé, la protection s'est limitée à l'usage de spécialités anti-Oïdium et anti-mildiou homologuées également pour le Black Rot. Malgré les conditions climatiques très humides de l'année, la maladie a quasiment été absente sur les trois modalités.

Deux interventions contre Botrytis, à pleine dose, ont été réalisées sur la modalité producteur en vue d'un stockage du raisin en frigo. Sur la modalité 2, une seule intervention a été positionnée au tout début de la véraison. Pour compenser l'absence de seconde intervention, la zone des grappes a été totalement effeuillée de façon à aérer le plus possible le raisin et à améliorer l'efficacité des traitements. Cette opération n'est envisageable que si la hauteur de palissage est suffisante afin de conserver une surface foliaire exposée conséquente. L'été très sec n'a pas été favorable au développement du Botrytis. Aucun symptôme n'a été observé sur la parcelle d'essai.

Enfin pour les vers de grappe, la très faible pression enregistrée cette année a permis de ne pas intervenir contre ce ravageur sur la modalité IFT50. Pour les mêmes raisons, le producteur a fait le choix de ne pas intervenir en troisième génération. Seul un traitement a été positionné en seconde génération avec un produit de Biocontrôle, le Bacillus Thuringiensis. Aucune attaque significative n'a été observée y compris sur le témoin non traité.

En dépit d'une année difficile sur le plan climatique, la stratégie appliquée sur la modalité IFT 50% a permis de contenir le développement des bio-agresseurs. La réduction par rapport à l'IFT moyen en raisin de table est de l'ordre de 55 %. Aucune dépréciation notable de la récolte n'a été observée. Le mildiou particulièrement virulent en 2018 a occasionné des dégâts quantitatifs et qualitatifs sur le témoin non traité. On note également une présence régulière sur les deux modalités traitées mais avec un impact qui reste mesuré pour chacune d'entre elles. La différence de 4.37 IFT entre les deux stratégies n'a pas eu de conséquence négative sur la production. La stratégie de protection retenue pour la modalité 2 reste conditionnée par des observations très précises du niveau d'infestation des bio-agresseurs. En 2018 aucune spécialité classée CMR (Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique) n'a été utilisée. 2017 et 2018 offrent des résultats comparables malgré des contextes de pression phytosanitaire très différents.

- **Parcelle du lycée agricole**

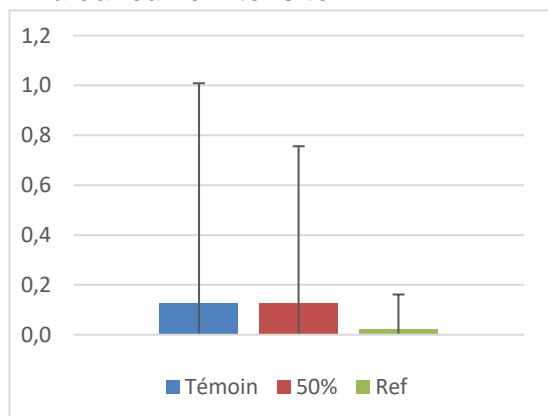
Tableau 45 : calendrier de traitement et IFT - Lycée agricole

Date	Cible	Produit	Rangs Référence (Dose /ha)	Rangs 50% (Dose/ha)
04/05/2018	Mildiou	Nordox	/	0,6 L (30%)
	Oïdium	Thiovit	/	3,75 kg (70%)
	Mildiou	Slogan	2 kg (50%)	/
	Oïdium	Prosper	0,42 kg (70%)	/
16/05/2018	Mildiou	Profiler	/	2,4 kg (48%)
	Oïdium	Luna Xtend	/	0,18 L (90%)
17/05/2018	Mildiou	Slogan	3,2 kg (80%)	/
	Oïdium	Systane New	0,9 L (90%)	/
01/06/2018	Mildiou	Mildicut	/	4,5 L (100%)
	Oïdium	Licorneflex	/	2,25 L (100%)
02/06/2018	Mildiou	Almanach	4,5 kg (100%)	/
	Oïdium	Luna Xtend	0,15 L (75%)	/
11/06/2018	Mildiou	Nordox	/	1 kg (60%)
	Oïdium	Luna Xtend	/	0,15 L (75%)
12/06/2018	Mildiou	Enervin	2,5 kg (100%)	/
	Oïdium	Impala	1,5 L (100%)	/
25/06/2018	mildiou	Profiler	3kg (100%)	/
	oidium	vivendo	0.2L (100%)	/
5/07	oidium	souffre	25kg (100%)	25kg (100%)
Total des IFT IFT théorique dose max (traitements non raisonnés) = 15.8 moyenne réseau DEPHY			9,65 (61%) -39%	6,73 (43%) -57%

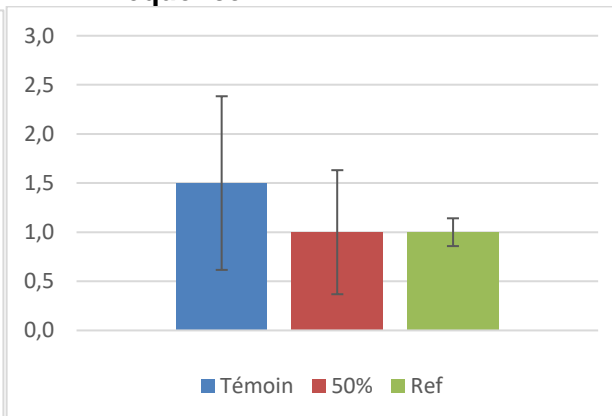
Concernant la modalité 2 (IFT 50 %), l'Indice de Fréquence de Traitement obtenu est de 6.73 soit 43% de l'IFT moyen estimé pour la culture du raisin de table (soit une réduction de 57% de traitement).

Il est important de préciser que l'année 2018, caractérisée par un temps humide au printemps a été particulièrement propice au développement des maladies, ce qui aurait peut être permis de réduire de manière plus importante les doses de traitements sur les 1ers traitements de la saison. Le nombre d'IFT de la référence « producteur » est également inférieur à l'IFT moyen (9.65 au lieu de 15,8).

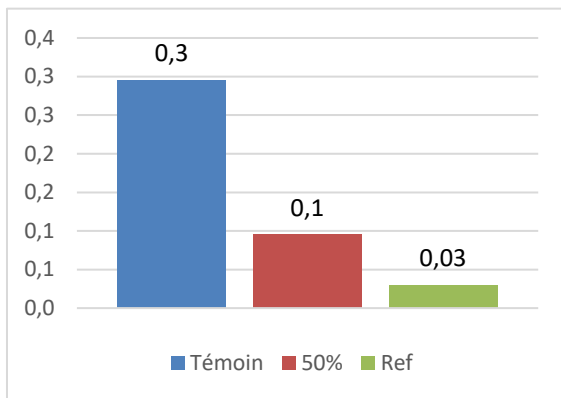
Stade Petit pois Mildiou feuille intensité



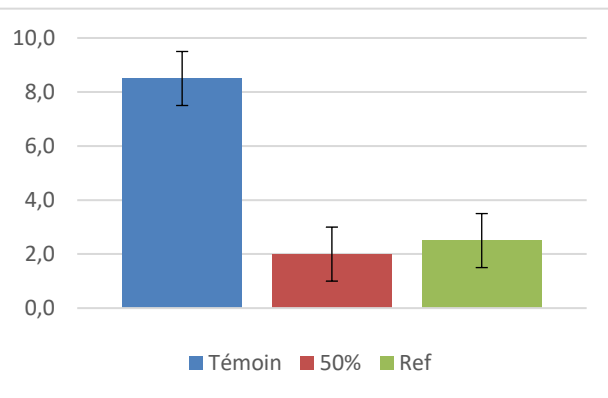
fréquence



Black Rot feuille intensité

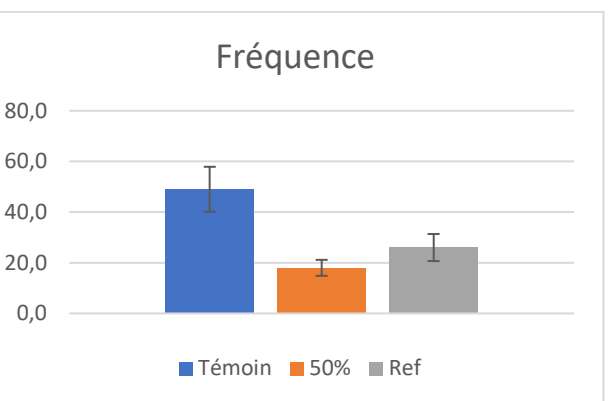
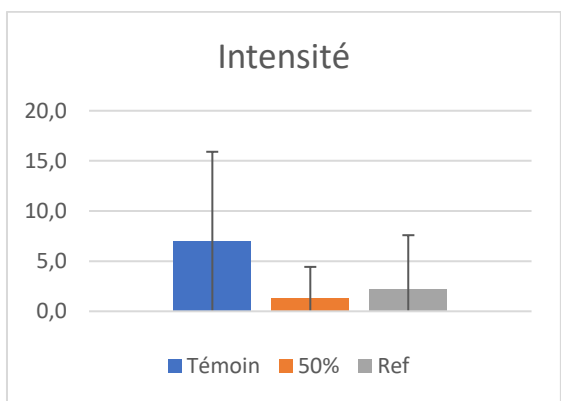


fréquence

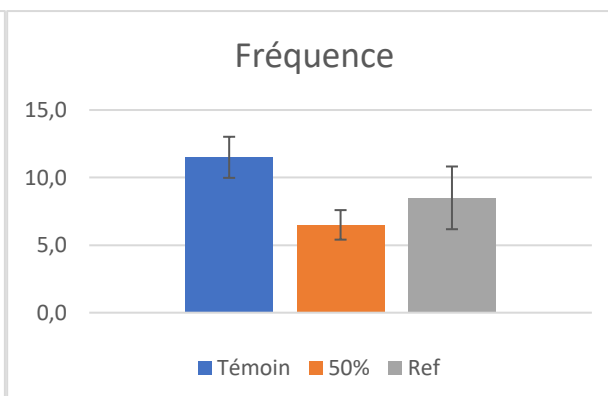
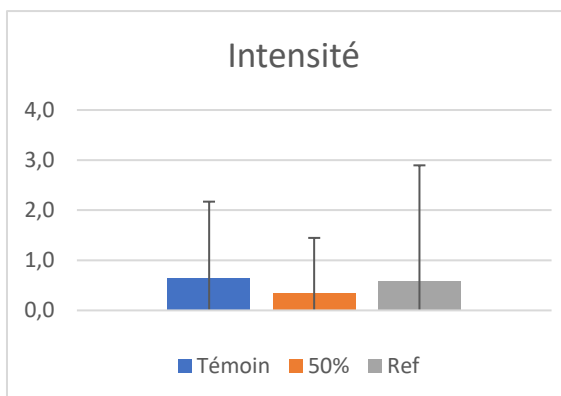


On note plus de mildiou sur le témoin non traité mais pas de manière significative, en revanche on peut noter une présence plus importante de Black Rot sur le témoin que sur les modalités traitées.

Stade Fermeture Mildiou feuille



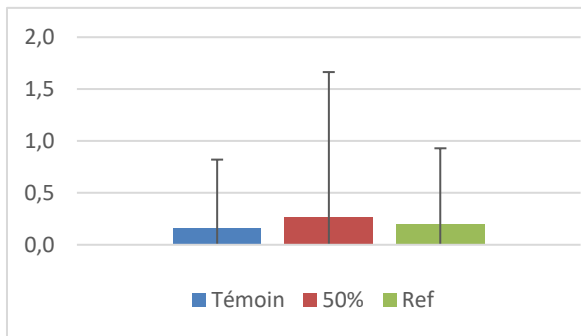
Stade fermeture mildiou grappe



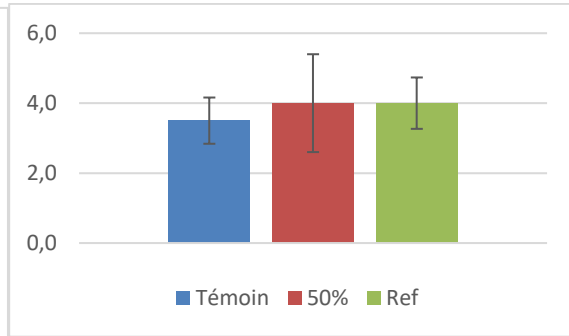
On observe une attaque de mildiou généralisée sur les 3 modalités (sur feuille et grappe) mais moins importante sur la modalité traité 50%.

Stade Véraison

Mildiou feuille Intensité



fréquence



Nous pouvons noter la présence de mildiou sur toutes les modalités (3 à 4%), mais avec de faibles intensités. Aucune différence significative ne ressort entre les différentes modalités. Ces atteintes n'ont eu aucune conséquence sur la quantité et la qualité de la récolte.

Les modalités M2 (50%) et M3 (Ref) se comportent globalement pareil sur l'ensemble des notations. Le témoin non traité montre néanmoins une pression mildiou constante sur l'ensemble de la saison, ce qui est fortement lié aux conditions climatiques humides de 2018. Globalement il a été possible de réduire, sans contraintes, l'usage des pesticides de plus de 50 % (57% exactement) par rapport à l'IFT moyen retenu en référence (15.8). Aucune dépréciation significative de la récolte n'a été enregistrée. Il convient de rester prudent malgré tout, car les résultats dépendent beaucoup des contraintes climatiques de l'année.

d) Résultats 2019

- Parcelle de la Tapy

Les dates de traitements, les produits utilisés et les Indices de Fréquences de Traitements (IFT) sont indiqués dans le Tableau 46 et Tableau 47.

Tableau 46 : Calendrier des traitements et des IFT - parcelle la Tapy

Date	Cible	Spécialité	IFT modalité IFT50	IFT modalité référence
11-mai	oidium	Thiovit		0,60
	mildiou	Bouillie B RSR		0,40
16-mai	oidium	Thiovit	0,60	
	mildiou	Bouillie B RSR	0,40	
22-mai	oidium	Rocca		1,00
	mildiou	Almanach		1,00
23-mai	oidium	Microthiol	0,60	
	mildiou	Bouillie B RSR	0,50	
31-mai	oidium	Systhane Flex	0,90	
	mildiou	Slogan	0,70	
03-juin	oidium	Systhane Flex		1,00
	mildiou	Almanach		1,00
13-juin	oidium	Luna Xtend	1,00	
	mildiou	Mildicut	0,70	
17-juin	oidium	Luna Xtend		1,00
	mildiou	Mildicut		1,00
18-juin	flavescence dorée	Decis Protech	1,00	1,00
28-juin	Vers de grappes	Delfin	1,00	1,00
06-juil.	botrytis	Switch	1,00	1,00
16-juil.	mildiou	Bouillie B RSR	0,53	0,53
09-août	botrytis	Teldor	1,00	1,00
	Vers de grappes	Affirm		1,00
14-août	Vers de grappes	Delfin	1,00	

Comme précisé dans la partie méthodologie, le traitement contre la flavescence dorée n'est pas compté dans les calculs d'IFT par la suite. Sa présence dans ce tableau n'est qu'à titre indicatif.

Tableau 47 : Bilan des IFT - parcelle la Tapy

Bilan IFT et réductions	IFT 50	Référence producteur
IFT TOTAL	9,9	11,5
Réduction/ref 16	37,9%	27,9%
IFT Biocontrôle	3,2	1,6
Part des biocontrôles	32,2%	13,9%
IFT bio + biocontrôle	4,6	2,53
Part bio + biocontrôle	46,5%	22,0%
IFT Mildiou	2,8	3,9
IFT Oidium	3,1	3,6
IFT Vers de grappe	2,0	2,0
IFT Botrytis	2,0	2,0

Dans ce tableau, la ligne « Réduction/ref 16 » représente la comparaison avec l'IFT de référence (15,8 exactement) comme mentionné en début de ce rapport. Ce n'est pas une comparaison avec la modalité référence producteur mise en place ici.

Sur l'année 2019 l'objectif n'est pas atteint, la modalité IFT50 n'ayant atteint qu'une réduction de 38%. Toutefois une part importante des traitements a été réalisée avec des produits bio ou de biocontrôle (45%). On obtient ainsi un IFT pour les produits de synthèse de 5,3 (ce qui représente 33,5% de l'IFT de référence). Dans certains modes de calcul (référentiel HVE par exemple) il est possible de ne pas prendre en compte les produits de biocontrôle dans le calcul de l'IFT. Ici on serait alors à un IFT total (hors biocontrôle) de 6,7 soit une réduction de 57,6% par rapport à l'IFT moyen de 15,8.

La pression en mildiou a été de très faible à nulle cette année. Plusieurs notations ont été réalisées tout au long de l'essai, sur feuilles et sur grappes, mais aucun symptôme ou presque n'a été observé. Par exemple à la nouaison sur feuilles on observait respectivement sur le témoin, la référence et la modalité IFT50 2,5 %, 1 % et 0 %. Ces chiffres diminuent au stade de fermeture (toujours sur feuilles) pour être à respectivement 1,5 %, 0 %, et 0 %. Par la suite le mildiou n'était plus non plus présent sur le témoin (lors de la véraison par exemple ou lors de toutes les notations sur grappes). Ces chiffres ne permettent pas de mettre en évidence des différences significatives entre les modalités.

Concernant l'oïdium, la pression a été également faible. Une première notation sur feuilles réalisées à la nouaison a permis de dégager quelques différences entre les modalités. Le Tableau 48 présente les résultats sur cette notation.

Tableau 48 : Comparaison statistique d'oïdium à la nouaison - la Tapy

Modalités	Fréquence d'oïdium sur feuille (%)	Intensité d'oïdium sur feuille (%)
M0 Témoin non traité	6 - a	0,2 - a
M1 IFT50	0 - b	0 - b
M2 Référence producteur	0 - b	0 - b
Stat.	significatif	significatif
Proba	0,0001574	0,002387
CV (%)	66,66667	97,14703

Bien que les différences soient significatives, on reste sur un témoin faiblement touché pour une zone non traitée. Surtout sur les niveaux d'intensité, qui correspondent à quelques petites tâches observées. Par la suite aucun symptôme n'a été observé lors de la fermeture, que ce soit sur grappe ou sur feuilles. Enfin lors de la notation au stade de véraison il y a eu quelques symptômes. Toutefois à cause de la faible pression aucune différence n'est ressortie comme significative. On avait 4,5 % de grappes touchées sur le témoin contre 0,5 % sur les 2 modalités avec traitement (que ce soit la référence ou l'IFT50).

Deux interventions à pleine dose ont été réalisées sur les deux modalités M2 et M3, car ce sont des raisins qui sont envoyés en conservation en frigo. Aucun symptôme de Botrytis n'a été identifié sur les différentes modalités lors de la récolte.

Il y a eu deux applications contre les vers de grappe. On se situe sur une parcelle sensible et lors du suivi, des pontes ont été repérés sur un certain nombre de grappes (en moyenne entre 4 et 5 grappes avec des pontes pour 25 grappes observées). D'où les deux applications. Toutefois sur la modalité IFT50 on a favorisé l'utilisation de biocontrôle, à savoir les BT (*Bacillus Thuringiensis*). Aucun dégât n'a été relevé malgré la relative importance des pontes.

Les conditions de 2019 sont assez particulières, avec une faible pression en oïdium et mildiou notamment, peu propice à la caractérisation de différences d'efficacité de lutte.

Dans ces conditions, les 2 modalités de traitement ont eu des résultats très proches voire identiques concernant les dégâts. Il n'y a eu qu'une seule date d'observation où l'on a pu avoir une différence statistique entre le témoin et les autres modalités. Lors de cette dernière, la modalité IFT50 a quand même assuré une bonne efficacité de lutte, identique à la référence. Les niveaux restaient toutefois très faibles (témoin à 6 % en fréquence et 0,2 % en intensité).

L'objectif d'IFT n'a pas été atteint à la Tapy malgré l'année à faible pression. Toutefois plusieurs choses sont à relever. Les raisins de cette parcelle sont envoyés en conservation en frigo, d'où l'importance de la lutte anti-botrytis. 2 traitements ont été réalisés pour assurer une bonne conservation, un seul traitement pourrait peut-être s'avérer suffisant. Pour les vers de grappe, il y a eu également 2 traitements. La présence d'un nombre important de ponte sur les 2^e et 3^e génération (environ 25 % des grappes observées) ont conduit à la réalisation de 2 traitements. La parcelle d'essai est une parcelle avec une pression régulière en vers de grappe. Cela laisse assez peu de latitude quant à la diminution de ces traitements. Des observations sur les perforations en G2 pourrait être un autre moyen de gérer le dernier traitement.

Globalement sur les 3 années d'essai à la Tapy, l'objectif n'a été atteint qu'une seule année (2017). Ceci s'explique car en 2018 les conditions climatiques ont entraîné une très forte pression limitant les possibilités de réduction de l'IFT. En 2019 l'inclusion importante de produits de biocontrôle ou utilisables en bio a pu augmenter le nombre de traitements (rémanence plus faible).

En effet sur ce point, l'IFT hors biocontrôle de 2019 est intéressant. Dans le calcul classique de cet indicateur il faut intégrer les produits inscrits sur la liste des produits de biocontrôle. Toutefois dans certains cas, par exemple pour les notations dans le cadre HVE, on ne comptabilise pas ces produits. Et on peut voir qu'ici, sans les produits de biocontrôle, on se retrouve à un IFT de 6,7. Dans l'optique de renouveler cet essai, il pourrait être intéressant de prendre plus de risques dans le programme, notamment en essayant de faire au maximum qu'un seul anti-Botrytis.

- **Parcelle de la Chambre d'Agriculture du 84**

Les dates de traitements, les produits utilisés et les Indices de Fréquences de Traitements (IFT) sont indiqués dans le Tableau 49.

Tableau 49 : Calendrier de traitement et IFT - CA84

Date	Maladies	Spécialités commerciales	Nombre d'IFT modalité 2	Nombre d'IFT modalité 3
06/05/19	Oïdium	Microthiol spécial	0.1	0.1
17/05/19	Mildiou	Sillage	0.3	0.43
31/05/19	Oïdium	Karamat pro	0.6	0.6
	Mildiou	Sillage	0.4	0.4
13/06/19	Oïdium	Systhane Flex	0.62	0.62
	Mildiou	Sillage	0.7	0.7
28/06/19	Oïdium	Luna	0.75	0.75
	Mildiou	Revoluxio		0.75
06/07/19	Botrytis	Scala		1
	Ver de la grappe	Delfin	1	1
19/07/19	Mildiou	Nordox	0.2	0.2
	Oïdium	Vivando	0.8	0.8
31/07/19	Botrytis	Scala	1	
19/08/19	Botrytis	Lazulie		1
	Ver de la grappe	Delfin		1
12/08/19	Oïdium	Fluidosoufre	0.83	0.83
		IFTHH TOTAL	7.31	10.18

Les conditions clémentes de l'année ont permis de contenir l'usage des produits phytosanitaires, l'Indice de Fréquence de Traitement obtenu sur la modalité 2 (IFT 50 %) est conforme aux objectifs avec 7.31 applications à pleine dose d'homologation soit 46.3 % de l'IFT moyen estimé pour la culture du raisin de table. L'IFT Mildiou (Tableau 50) se limite à 1.6 application à pleine dose soit une baisse de 48 % par rapport à 2018. La variabilité de ces données est directement liée aux conditions climatiques qui influent directement sur la biologie des champignons.

Tableau 50 : Bilan des IFT par cible - CA84

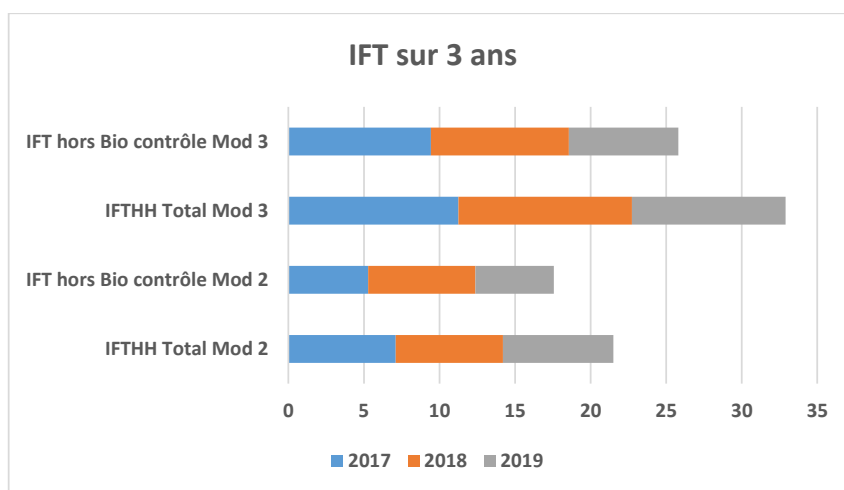
Cible	IFT	Dont IFT Bio	IFT hors Bio contrôle	IFT producteur	Dont IFT Bio	IFT hors contrôle
Oïdium	3.7	0.93	2.77	3.7	0.93	2.77
Mildiou	1.6	0.2	1.6	2.48	0.2	2.48
Botrytis	1	0	1	2	0	2
Vers de grappe	1	1	0	2	2	0
TOTAL	7,30	2.13	5.37	10.18	2,63	7.25
% de L'IFT de Réf.	46.2 %		34 %	64.4 %		45.8 %

Concernant la modalité IFT 50 % si l'on défalque les produits de Bio-contrôle, l'IFT est ramené à 5.37 soit 34 % de l'IFT moyen. L'IFT producteur obtenu sur la **modalité 3** est en baisse par rapport à 2018 (10.18) soit un peu moins des 2/3 de l'IFT de référence. L'IFT est ramené à 7.25 en tenant compte des Bio-contrôle ce qui permet d'être en deçà des 50 % de l'IFT de référence de l'essai.

Pour les maladies cryptogamiques, les contrôles ont porté sur la totalité des grappes des 10 souches contrôlées par placette et sur 10 feuilles par souche. Aux trois dates de contrôle, à l'exception de quelques traces d'oïdium observées sur le témoin non traité, aucune différence n'a été constatée entre les trois modalités compte tenu de l'absence significative de maladies (Oïdium, Mildiou, Black Rot, Botrytis). Pour des raisons organisationnelles, la parcelle a été récoltée par le producteur au début du mois d'Octobre. Sur le témoin non traité, il a été constaté à cette période un développement important d'oïdium sur rafle rendant impropre le raisin à la commercialisation. Aucun symptôme n'a en revanche été observé sur les modalités 2 et 3.

Aucune attaque significative de vers de grappe n'a été observée y compris sur le témoin non traité. Un produit de bio-contrôle (le Bacillus Thuringiensis) a été utilisé pour gérer ce ravageur. Par sécurité, le producteur a préféré intervenir sur les générations 2 et 3. Seule une intervention en G2 a été positionnée sur la modalité IFT 50 % en seconde génération.

Sur les trois années d'expérimentation à la CA84, la réduction de 50 % de l'usage de produit phytosanitaire par rapport à la référence de l'essai a pu être atteinte sans conséquence qualitative et quantitative de la production. Si l'on ne tient pas compte de l'usage des bio-contrôles la baisse enregistrée obtenue sur la modalité 2 est de l'ordre des 2/3 de l'IFT référent.



Le mildiou particulièrement virulent en 2018 a occasionné des dégâts quantitatifs et qualitatifs sur le témoin non traité. On note également une présence régulière sur les deux modalités traitées mais avec un impact qui reste mesuré pour chacune d'entre elles.

- **Parcelle du lycée agricole**

Le calendrier des traitements et les IFT associés sont présentés dans le Tableau 51.

Tableau 51 : Calendrier des traitements et IFT - lycée agricole

	Référence	dose	50%	dose
03/05/2019 7 feuilles	Polyram	50%	Cuivre RSR	40%
	Thiovit	50%	Thiovit	40%
	LBG	2,5L		
10/05/2019 10-12 feuilles	Foltane	70%	Foltane	
	Ogar	60%	Ogar	90%
	LBG (BC)		LBG (BC)	
22/05/2019 10-12 feuilles	Almanach	90%		
	Ecrin Pro	90%		
06/06/2019 floraison	Mildicut	70%	Sillage	70%
	Luna	100%	systane flex	90%
10/06/2019	Klartan	100%	Klartan	100%
28/06/19 fermeture	Ernevin	70%	Mildicut	70%
	Vivando	100%	Luna	100%
	Decis	0,83L/ha	Decis	0,83l/ha
22/07/2019 fin fermeture	Nordox	50%		
	Karaté xflo	100%		
	pas traitement oidium			
IFT		11		7

Les conditions clémentes de l'année ont permis de contenir l'usage des produits phytosanitaires, l'Indice de Fréquence de Traitement obtenu sur la modalité IFT 50 % est conforme aux objectifs avec 7 applications à pleine dose d'homologation soit 46% de l'IFT moyen estimé pour la culture du raisin de table (Référence de 15,8 IFT en moyenne en raisin de table), et représente 63% par rapport à la modalité producteur qui est de 10 IFT puisque l'utilisation d'Optidose est généralisé à l'ensemble de l'exploitation.

Les contrôles ont porté sur la totalité des grappes des 10 souches contrôlées par placette et sur 10 feuilles par souche. Aux trois dates de contrôle, à l'exception de quelques traces d'oïdium observées sur le témoin non traité, aucune différence n'a été constatée entre les trois modalités, compte tenu de l'absence significative de maladies (Oïdium, Mildiou, Black Rot, Botrytis). Aucun symptôme n'a été observé sur les modalités 2 et 3.

La modalité 50% et Référence se comportent globalement pareil sur l'ensemble des notations. Le témoin non traité, cette année n'a montré aucune pression mildiou et oïdium sur l'ensemble de la saison, ce qui est dû aux conditions climatiques clémentes de l'année 2019.

Globalement il a été possible de réduire, sans contraintes, l'usage des pesticides de plus de 50% par rapport à l'IFT moyen retenu en référence (15.8). Aucune dépréciation significative de la récolte n'a été enregistrée. Sur les trois années d'expérimentation, la réduction de 50 % de l'usage de produit phytosanitaire par rapport à la référence de l'essai a pu être atteinte en 2018 et 2019 (sur l'année de 2017 l'IFT était à plus de 11).

En conclusion de ces 3 années d'essai, il est compliqué d'arriver à la conclusion que l'on peut réduire l'IFT de 50%. Les résultats sont assez variables. Si l'on prend les 3 sites d'études sur les 3 années de suivi, on arrive à un bilan de 6 situations (croisement site x année) où l'on a pu réduire l'IFT de 50% sur un total de 9. Ceci se fait au travers d'un suivi très précis de la parcelle, pour gérer au mieux les traitements en fonction du niveau d'infestation de la parcelle. La qualité des traitements est également primordiale, avec une application face par face plus coûteuse. Les produits CMR ont été écartés (classement en fonction des profils toxicologiques des produits). Ceci représente tout de même un certain nombre de contraintes qui doivent être appréhendés par les producteurs.

En parallèle de ces éléments, les conditions climatiques jouent un rôle important, la maîtrise de la qualité et la quantité de la récolte étant fortement liée à l'impact des bioagresseurs. On a pu voir qu'en 2018, la forte présence de mildiou a impacté plus fortement les modalités traitées, réduisant les marges de manœuvre. A l'inverse dans des cas de faible pression, les perspectives peuvent être assez importantes. De ce fait avoir un IFT stable d'une année sur l'autre reste un objectif illusoire.

Pour les années à venir, il serait pertinent de poursuivre l'essai afin de consolider les données en fonction de la variable climatologique et en intégrant d'avantage de produits de biocontrôle ou à défaut de spécialités homologuées en agriculture biologique. Toutefois il faudra avoir une approche prudente sur le calcul d'IFT puisque certains de ces produits ont des périodes de renouvellement plus faibles ce qui peut avoir tendance à augmenter l'IFT. L'inclusion du calcul de l'IFT hors produit de biocontrôle (utilisé dans certains cadres comme HVE) systématiquement et mis en parallèle de l'IFT total sera important.

3. Référentiel pétiolaire

a) *Méthodologie*

Cet essai est conduit dans un réseau d'exploitation réparties sur l'ensemble du Vaucluse. Ce réseau est notamment constitué des parcelles du Domaine Expérimental la Tapy et du lycée agricole Louis Giraud, de parcelles producteurs faisant parties du réseau d'observation du la Chambre d'Agriculture 84 (31 parcelles). Pour chaque exploitation prospectée, les prélèvements pétiolaires ont été ciblés sur les variétés Centennial Seedless (16 parcelles) et Alphonse Lavallée (13 parcelles).

Pour le suivi, différentes observations sont réalisées :

- Entre début et mi- véraison, collecte de 50 pétioles aléatoirement (en alternant côté droit et côté gauche des rangs) par parcelles. Le pétiole choisi est celui situé face à la première grappe ;
- Notations pédoclimatique et carences des parcelles ;
- Analyses physico-chimiques des concentrés pétiolaires.

Plusieurs années de suivi sont nécessaires afin d'éliminer le facteur pédoclimatique (3 années dans ce projet).

b) *Résultats en 2017*

2017 a été marqué par un épisode de gel important entraînant une perte de récolte conséquente suivi d'une période de sécheresse très marquée du mois d'Avril au mois de Novembre (160 mm de pluie cumulée durant cette période). Ces deux phénomènes conjugués, ont dû influencer sur l'alimentation hydrominérale de la vigne et par conséquent sur les teneurs en éléments minéraux. D'un point de vue agronomique, sauf exception aucune

carence en éléments majeurs n'a été observée sur les sites de prélèvements, le potentiel de production n'a pu être pris en compte du fait de la perte de récolte liée au gel.

Tableau 52 : Teneurs foliaires Centennial 2017 exprimées en % de matière sèche

COMMUNES	PHOSPHORE	CALCIUM	MAGNESIUM	POTASSIUM	MANGANESE	BORE	K/MG
MENERBES	0,130	2,430	0,567	1,667	0,0045	0,0028	2,94
ST SATURNIN	0,290	2,480	0,524	3,485	0,0055	0,0027	6,65
VILLARS	0,290	2,200	0,380	3,748	0,0108	0,0031	9,86
LA TOUR D'AIGUES	0,290	2,880	0,865	1,952	0,0131	0,0039	2,26
LA TOUR D'AIGUES	0,450	2,870	1,227	1,229	0,0073	0,0028	1,00
LA TOUR D'AIGUES	0,350	2,740	1,315	0,859	0,0106	0,0034	0,65
ST MARTIN DE LA B.	0,320	2,800	0,770	1,691	0,0078	0,0034	2,20
MAZAN	0,130	1,940	0,625	1,978	0,0042	0,0037	3,16
LA TOUR D'AIGUES	0,190	2,500	0,983	2,107	0,0066	0,0029	2,14
ST SATURNIN	0,150	2,910	0,531	3,996	0,0015	0,0036	7,53
VILLARS PRES	0,110	2,970	0,917	1,778	0,0019	0,0038	1,94
MENERBES	0,130	2,710	0,511	4,141	0,0028	0,0030	8,10
GORDES	0,230	2,610	0,678	3,570	0,0093	0,0035	5,27
GARGAS	0,170	2,930	0,950	1,199	0,0039	0,0035	1,26
GOULT	0,170	2,620	0,718	2,567	0,0035	0,0035	3,58
CASENEUVE	0,140	2,120	0,601	2,545	0,0092	0,0031	4,23
CARPENTRAS	0,120	2,910	0,812	3,159	0,0022	0,0041	3,89
MAZAN	0,270	2,650	0,740	3,098	0,0108	0,0035	4,19
Moyenne	0,274	2,626	0,762	2,487	0,006	0,003	3,936
Ecart Type	0,23	0,30	0,25	1,03	0,00	0,00	2,61
Valeur Maxi	0.450	2,970	1,315	4,141	0,013	0,004	9,860
Valeur Mini	0,110	1,940	0,380	0,859	0,002	0,003	0,650

D'après le Tableau 52, on peut voir que la variabilité des données pour les éléments majeurs au sein des échantillons est conséquente. Pour exemple, les valeurs de Magnésium varient de 0.380 % de MS à 1.315. Idem pour le potassium avec des teneurs enregistrées de 0.85 pour la teneur la plus faible à 4.14 pour la teneur la plus élevée. Malgré ces fortes amplitudes à l'exception d'une parcelle présentant des symptômes de carence en potassium,

il n'a pas été constaté de carences particulières sur site. A titre de comparaison, sur Muscat de Hambourg une teneur en Magnésium de 0.38 se traduirait par des problèmes de dessèchement de rafles accompagnés de symptôme sur feuilles. Pour le Potassium une valeur de 0.85 % de M.S. entrainerait des problèmes de coloration et des phénomènes de fla (flétrissement de la baie) non vérifiés sur Centennial. L'antagonisme entre le potassium et le Magnésium se vérifie sur la variété Centennial avec des valeurs inversement proportionnelles. Dans le cas d'une forte assimilation en MGO on constate des valeurs faibles en K2O et inversement. Concernant les oligo-éléments, les teneurs sont proches de la normale à l'exception de deux échantillons carencés en Manganèse. Les résultats d'analyses confirment les observations sur site où la carence a bien été constatée.

Tableau 53 : Teneurs foliaires Alphonse Lavallée 2017 exprimées en % de matière sèche

COMMUNES	CALCIUM	PHOSPHORE	MAGNESIUM	POTASSIUM	MANGANESE	BORE	K/MG
MENERBES	2,620	0,220	0,880	0,674	0,0079	0,0029	0,77
LA TOUR D'AIGUES	2,150	0,230	0,814	1,895	0,0069	0,0032	2,33
ST MARTIN DE LA BRASQUE	2,380	0,570	0,580	2,931	0,0064	0,0039	2,05
LA TOUR D'AIGUES	2,580	0,400	0,542	5,028	0,0072	0,0036	9,28
VILLARS	2,290	0,270	0,507	4,944	0,0011	0,0046	9,75
BEAUMETTES	2,710	0,390	1,052	2,210	0,0190	0,0036	2,10
BEAUMETTES	3,330	0,530	0,581	3,490	0,0136	0,0039	6,01
ST MARTIN DE C.	2,760	0,340	0,526	3,708	0,0253	0,0035	7,05
MENERBES PLANTIER	2,560	0,260	0,815	0,872	0,0093	0,0030	1,07
LOURMARIN	1,740	0,490	0,450	4,083	0,0016	0,0037	9,07
CARPENTRAS	2,350	0,330	0,653	3,388	0,0022	0,0039	5,19
ST PANTALEON	2,200	0,340	0,476	3,615	0,0030	0,0036	7,59
VILLARS	3,470	0,270	0,692	1,841	0,0025	0,0038	2,66
LE CHENE GARGAS	2,480	0,400	0,903	2,298	0,0076	0,0037	2,54
CASENEUVE	2,250	0,260	0,672	3,129	0,0047	0,0038	4,66
CASTELLET	2,220	0,090	1,247	1,276	0,0069	0,0027	1,02
Moyenne	2,506	0,337	0,712	2,836	0,008	0,004	4,571
Ecart Type	0,42	0,12	0,22	1,29	0,01	0,00	3,08
Valeur Maxi	3,470	0,570	1,247	5,028	0,025	0,005	9,750
Valeur Mini	1,740	0,090	0,450	0,674	0,001	0,003	0,770

Même constat (Tableau 53) que pour la variété Centennial, à l'exception des carences en manganèse, les variabilités de valeur obtenues ne se traduisent pas par des carences observables sur le végétal. La valeur en potassium la plus élevée enregistrée est de 5.02 % de Matière sèche. Sur Muscat de Hambourg une telle valeur est considérée comme très élevée.

Globalement, les valeurs moyennes obtenues sur Centennial semblent assez proches des références Muscat de Hambourg (Tableau 54). La variété Alphonse Lavallée se distingue par des valeurs en potassium plus élevées et un niveau de Magnésium légèrement plus faible ce qui se traduit par un rapport K/ Mg plus élevé. Pour cette même variété, la moyenne de de teneur en phosphore se situe dans la limite haute des valeurs Muscat. Une classe de valeur plus élevées pourra être envisagée pour cette variété. Il s'agit d'une première année de collecte de références, les aléas climatiques de l'année 2017 ont probablement influé sur les résultats ce qui ne permet pas d'établir de normes provisoires pour les deux variétés à l'étude.

Tableau 54 : Comparaison à la référence Muscat de Hambourg

	Valeur moyenne en % de Matière sèche			
	PHOSPHORE	MAGNESIUM	POTASSIUM	K/MG
Muscat	0.1 à 0.4	0.6 à 1	2 à 3.5	2 à 6
Centennial	0.274	0.76	2.48	3.93
Alphonse Lavallee	0.337	0.71	2.83	4.57

Il s'agit d'une première année de collecte de références, les aléas climatiques de l'année 2017 ont probablement influé sur les résultats ce qui ne permet pas d'établir de normes provisoires pour les deux variétés à l'étude.

c) Résultats 2018

2018 a été marquée par un printemps très pluvieux (397 mm du 01 Avril au 30 Juin) contrairement à 2017 qui était une année très sèche. (160 mm de pluie cumulée d'Avril à Novembre). D'un point de vue agronomique, les troubles d'alimentations les plus fréquemment observés concernent des carences en Magnésium et Manganèse. Quelques cas de carence en Potassium ont été relevés.

Tableau 55 : Teneurs foliaires Centennial 2018 exprimées en % de Matière Sèche (MS)

COMMUNES	N°	P2O5	CA	MgO	K2O	Mn	BORE	K/Mg	Observations terrain
BEAUMETTES	1	0,130	2,280	0,570	4,460	0,0015	0,0030	7,82	Carence Mn
CASENEUVE	2	0,080	1,760	0,753	2,917	0,0058	0,0043	3,87	
CASENEUVE	3	0,130	1,500	0,556	3,11	0,0076	0,0040	5,59	
GARGAS	4	0,100	2,580	1,558	0,368	0,0062	0,0040	0,24	Carence Mg
GORDES	5	0,420	3,180	1,171	2,712	0,0122	0,0400	2,32	
LA MOTTE	6	0,130	2,430	0,866	3,677	0,0146	0,0036	4,25	Forte Vigueur

D'AIGUES									
LA MOTTE D'AIGUES	7	0,120	2,530	0,748	3,74	0,0102	0,0032	5,00	
LA TOUR D'AIGUES	8	0,430	2,960	1,798	1,621	0,0116	0,0027	0,9	
LA TOUR D'AIGUES	9	0,160	1,850	0,295	3,391	0,0117	0,0027	11,49	
LA TOUR D'AIGUES	10	0,340	2,170	0,873	3,032	0,0233	0,0033	3,47	
LA TOUR D'AIGUES	11	0,290	2,250	0,781	2,908	0,0106	0,0036	3,72	Très vigoureux
MAZAN	12	0,000	1,800	0,67	1,559	0,0088	0,0033	2,33	
MAZAN	13	0,000	1,720	0,65	1,756	0,0078	0,0033	2,70	
MENERBES	14	0,150	2,270	0,622	1,271	0,0048	0,0032	2,04	Carence K2O
PROJET AE	15	0,1	1,910	0,558	2,631	0,0027	0,0032	4,72	
ST MARTIN	16	0,380	2,130	0,698	2,836	0,0069	0,0033	4,06	Très vigoureux
ST SATURNIN APT	17	0,390	1,680	0,507	3,6	0,0063	0,003	7,10	
ST SATURNIN APT	18	0,170	1,830	0,836	2,41	0,0063	0,0038	2,88	
ST SATURNIN APT	19	0,150	1,520	0,495	3,219	0,0025	0,0043	6,50	Carence Mn
GOULT	20	0,230	2,910	0,827	4,427	0,0037	0,0045	5,35	
MOYENNE		0,190	2,163	0,792	2,782	0,008	0,005	4,318	
VALEUR MAXI		0,430	3,180	1,798	4,460	0,023	0,040	11,490	
VALEUR MINI		0,080	1,500	0,295	0,368	0,002	0,003	0,240	
Ecart Type		0,12	0,49	0,36	1,05	0,01	0,01	2,59	

Niveau très faible	Niveau Faible	Dans les Normes Muscat	Elevé à très élevé
--------------------	---------------	------------------------	--------------------

La variabilité des données pour les éléments majeurs au sein des échantillons est conséquente (Tableau 55). Pour exemple, les valeurs en Magnésium varient de 0.368 % de MS à 1.79 (écart type .36). Il en est de même pour le Potassium avec des teneurs enregistrées de 0.36 pour la teneur la plus faible à 4.46 (écart type 1.05) pour la teneur la plus élevée. A titre de comparaison les écarts types relevés sur Muscat de Hambourg sont de 0.23 pour le Magnésium est de 1 pour le Potassium. Les carences observées lors des prélèvements se vérifient par l'analyse dans 50 % des cas. Concernant l'échantillon **19**, la carence en Manganèse observée n'est pas confirmée par l'analyse bien que la valeur soit relativement faible. Point à vérifier dans les années à venir pour un éventuel réajustement des bornes de valeurs. Une carence en Mg très importante observée sur l'échantillon **4** n'est absolument pas vérifiée à l'analyse. Il en ressort au contraire une carence en Potassium inexplicable (à contrôler en 2019). A l'inverse, les valeurs faibles en Magnésium constatées à l'analyse sur les échantillons **3**, **17** et **19**, ne se traduisent pas par des symptômes de carence constatés sur le terrain. L'antagonisme entre le potassium et le Magnésium se vérifie sur la variété Centennial avec des valeurs inversement proportionnelles. Dans le cas d'une forte assimilation en MgO on constate des valeurs faibles en K2O et inversement. Pour le Phosphore aucun échantillon prélevé ne présente de valeurs considérées comme très faibles. Concernant le Calcium, 45 % des échantillons analysés présentent des niveaux

faibles inférieur à 2 % de MS. Pour autant aucun trouble physiologique majeur n'a été observé sur les vignes en suivi. La valeur moyenne est conforme à la norme Muscat.

Tableau 56 : Teneurs foliaires Alphonse Lavallée 2018 exprimées en % de matière sèche (MS)

COMMUNES	N°	P2O5	Ca	MgO	K2O	Mn	BORE	K/MG	Observation
LA TOUR D'AIGUES	1	0,340	1,670	0,518	4,529	0,0070	0,0036	8,74	Vigoureux
ST MARTIN	2	0,320	1,650	0,62	2,373	0,0064	0,0040	3,83	Très vigoureux
LA TOUR D'AIGUES	3	0,240	1,640	0,519	2,832	0,0142	0,0030	5,46	
LOURMARIN	4	0,620	1,410	0,609	3,496	0,0014	0,0038	5,74	Carence en Mn
CUCURON	5	0,190	1,670	0,991	1,904	0,0167	0,0025	1,92	
VILLARS	6	0,260	3,470	0,601	2,893	0,0021	0,0043	4,81	Carence en Mn
CADENET	7	0,240	2,890	0,537	3,047	0,0143	0,0036	5,67	
CADENET	8	0,450	2,540	0,596	2,705	0,0086	0,0032	4,54	
LA MOTTE D'AIGUES	9	0,130	2,430	0,866	3,677	0,0146	0,0036	4,25	Vigoureux
ST PANTALEON	10	0,400	1,440	0,520	4,026	0,0030	0,0046	7,74	Vigoureux
MENERBES	11	0,270	2,070	0,923	0,917	0,0069	0,0032	0,99	
MENERBES	12	0,250	2,420	1,019	0,523	0,0081	0,0035	0,51	Carence K2O
VILLE SUR AUZON	13	0,410	2,340	0,514	2,612	0,0061	0,0034	5,08	Forte vigueur
CARPENTRAS	14	0,210	1,510	0,888	2,405	0,0033	0,0031	2,71	
GARGAS	15	0,420	1,650	0,813	1,009	0,0038	0,0040	1,24	Carence en Mn
MENERBES	16	0,370	1,950	1,297	1,578	0,0281	0,0035	1,22	Carence K2O
MENERBES	17	0,400	1,800	1,023	1,288	0,0203	0,0035	1,26	
ST SATURNIN APT	18	0,130	1,750	0,466	3,469	0,0012	0,0041	7,44	Carence en Mn
CASENEUVE	19	0,250	1,770	0,540	2,630	0,0042	0,0040	4,87	
CASTELLET	20	0,120	0,960	1,401	1,360	0,0132	0,0030	0,97	
GOULT	21	0,360	1,750	0,737	2,096	0,0022	0,0045	2,84	Carence en Mn
MOYENNE		0,304	1,942	0,762	2,446	0,009	0,004	3,897	
MAXI		0,620	3,470	1,401	4,529	0,028	0,005	8,740	
MINI		0,120	0,960	0,466	0,523	0,001	0,003	0,510	
ECART TYPE		0,12	0,57	0,27	1,08	0,01	0,00	2,45	

On constate les mêmes tendances concernant la variabilité des données pour chaque élément (Tableau 56).

Les carences observées sur sites sont confirmées dans 75 % des cas par l'analyse. A l'instar du Centennial, il semblerait que la borne inférieure des normes Manganèse retenues pour le Muscat soit trop élevée. Cette constatation se vérifie sur l'échantillon **20** avec une carence avérée sur site non vérifiée par l'analyse. A contrario, les très faibles niveaux de Potassium relevés à l'analyse sur les échantillons **11, 15, 17 et 20** ne ressortent pas en observation terrain. On peut supposer une expression des symptômes moins marquée sur Lavallée contrairement au Muscat qui extériorise facilement la carence potassique notamment sur baies avec le phénomène de Fla quasi inexistant sur Lavallée. Concernant le magnésium, 43 % des échantillons prélevés présentent des valeurs considérées comme faibles à l'analyse, or aucune des parcelles en suivi n'a présentée de carence. Pour le Phosphore on observe la même chose que sur le Centennial.

Selon les analyses, les deux tiers des échantillons de pétioles prélevés sur Alphonse Lavallée comportent des valeurs faibles en Calcium.

Tableau 57 : Comparaison des valeurs des éléments majeurs à la référence Muscat de Hambourg

		Valeur exprimée en % de matière sèche				
		CALCIUM	PHOSPHORE	MAGNESIUM	POTASSIUM	K/MG
Normes Muscat		> à 2 voire 1.5 selon les millésimes	0.1 à 0.4	0.6 à 1	2 à 3.5	2 à 6
Muscat	2017	2,42		0,76	2,93	4,34
	2018	2,14		0,76	2,90	4,38
	Moyenne 2017 2018	2,26		0,76	2,91	4,36
Centennial	2017	2,62	0,22	0,76	2,49	3,94
	2018	2,16	0,19	0,79	2,78	4,31
	Moyenne 2017 2018	2,38	0,20	0,78	2,64	4,14
Lavallée	2017	2,51	0,34	0,71	2,84	4,57
	2018	1,94	0,30	0,76	2,45	3,90
	Moyenne 2017 2018	2,18	0,32	0,74	2,61	4,19

La comparaison aux valeurs de référence du Muscat de Hambourg (Tableau 57) pour les différents éléments sont présentés ci-dessous :

Calcium : à l'examen des résultats 2018, le niveau d'absorption du calcium par la plante est en baisse pour toutes les variétés en 2018. A noter la faible valeur moyenne obtenue sur

Alphonse Lavallée. Les résultats intrinsèques aux variétés sont disparates d'une année sur l'autre. La norme minimale de 1.5 % de MS semblerait plus appropriée.

Phosphore : En l'absence de données annuelles pour le Muscat de Hambourg, la comparaison des données entre les variétés est difficile. Seules les normes de références du Muscat peuvent servir de base. Le niveau d'absorption du phosphore par l'Alphonse Lavallée s'avère supérieur aux autres variétés et notamment par rapport au Centennial + 31 %. Si l'on tient compte des normes Muscat, le Lavallée se tiendrait dans le tiers supérieur.

Magnésium : Les valeurs sont très similaires d'une variété à l'autre. Toutefois, il semblerait que les normes retenues sur Muscat de Hambourg ne soient pas totalement transposables en l'état pour ces deux variétés. C'est en particulier vrai pour l'Alphonse Lavallée pour lequel, selon les analyses, 43 % des échantillons présenteraient des teneurs faibles en Magnésium sans pour autant constater *in situ* l'expression de symptômes quelconques.

Potassium : Les résultats sont variables d'une année sur l'autre, seul le Muscat présente des valeurs stables. Contrairement aux attentes, le niveau d'absorption de cet élément n'a pas augmenté en 2018 malgré un printemps très pluvieux. Le Muscat de Hambourg se distingue par un niveau d'assimilation supérieur aux autres variétés. Les normes pour le Lavallée sont probablement à préciser compte tenu de la valeur moyenne légèrement en deçà des données Muscat et de l'absence de symptôme de carence malgré des valeurs très faibles.

Il s'agit pour le moment de résultats intermédiaires qui nécessitent d'être approfondis par d'autres séries d'analyses. A ce stade des travaux, quelques pistes semblent se dessiner telles que :

- Revoir les bornes minimales du Manganèse.
- Vérifier si le niveau minimal requis pour le Calcium est 1.5 et non 2 % de MS
- Définir des normes du Magnésium plus spécifiques au Lavallée et au Centennial
- Revoir les données du Potassium pour l'Alphonse Lavallée

d) Résultats 2019

Les observations réalisées sur le terrain à l'occasion des prélèvements de pétioles font état de troubles d'alimentations ponctuels concernant essentiellement des carences en Manganèse. Quelques cas de carence en Potassium ont été relevés mais de façon secondaire.

Tableau 58 : Teneurs foliaires Centennial 2019 exprimées en % de Matière Sèche (MS)

COMMUNES	P2O5	CA	MG	K2O	MN	BORE	K/MG	Observations
CARPENTRAS	0,120	2,680	0,565	2,516	0,0063	0,0031	4,45	
CASENEUVE	0,140	2,060	0,68	3,198	0,0069	0,0036	4,70	
CASENEUVE	0,090	2,220	0,876	2,493	0,0087	0,0038	2,85	

GARGAS	0,140	3,880	1,17	1,201	0,0143	0,0037	1,03	
GORDES	0,150	3,180	0,84	2,771	0,0161	0,0034	3,30	
LA MOTTE D'AIGUES	0,120	2,660	0,68	4,147	0,0172	0,0041	4,45	
LA TOUR D'AIGUES	0,310	2,790	0,44	4,048	0,0144	0,0031	9.2	
LA TOUR D'AIGUES	0,310	2,610	0,867	3,139	0,0119	0,0034	3,62	
LA TOUR D'AIGUES	0,380	2,980	0,893	2,868	0,0252	0,0041	3,21	
LA TOUR D'AIGUES	0,380	3,070	1,176	2,22	0,0103	0,0028	1,89	
LA TOUR D'AIGUES	0,220	2,970	0,825	3,272	0,0154	0,0044	3,97	
MENERBES	0,410	2,660	0,593	2,649	0,0048	0,0032	4,47	
MENERBES	0,140	2,530	0,458	4,728	0,0013	0,003	10,32	Carence en manganèse
ST MARTIN	0,423	2,740	0,553	3,746	0,0097	0,0036	6,77	
ST SATURNIN APT	0,350	2,570	0,532	3,938	0,0075	0,0036	7,40	
ST SATURNIN APT	0,240	2,370	0,424	3,601	0,0071	0,0034		
ST SATURNIN APT	0,110	2,620	0,438	3,792	0,0003	0,0037	8,66	Carence en manganèse
VILLARS	0,070	2,890	0,664	2,884	0,0007	0,0038	4,34	Carence en manganèse
Goult	0,100	2,470	0,690	2,604	0,0052	0,0035	3,77	
MOYENNE	0,221	2,734	0,703	3,148	0,010	0,004	5,099	
VALEUR MAXI	0,423	3,880	1,176	4,728	0,025	0,004	10,320	
VALEUR MINI	0,070	2,060	0,424	1,201	0,000	0,003	1,030	
Ecart Type	0,12	0,39	0,23	0,82	0,01	0,00	2,61	

Niveau très faible	Niveau Faible	Dans les Normes Muscat	Elevé à très élevé
--------------------	---------------	------------------------	--------------------

Concernant les éléments majeurs, aucun symptôme net de carence n'a été observé sur Centennial (Tableau 58) à l'occasion des prélèvements. Les résultats d'analyse de pétioles présentent des valeurs dans la moyenne avec cependant quelques échantillons dont le niveau de Magnésium est assez faible. Pour la seconde année, une parcelle ressort comme étant fortement carencée en Potassium sans présence de symptôme visible sur la parcelle concernée. Deux parcelles ont un rapport K/Mg déséquilibré lié à une valeur faible de potassium. Sur les parcelles, la végétation n'exprime pas de symptôme corroborant ce déséquilibre. Contrairement aux idées pressenties, la sécheresse n'a pas eu d'incidence sur l'assimilation du potassium, les valeurs obtenues en 2019 étant même sensiblement plus élevées qu'en 2018, année pourtant très pluvieuse. L'antagonisme entre le potassium et le Magnésium se vérifie également sur la variété Centennial avec des valeurs inversement

proportionnelles. Dans le cas d'une forte assimilation en MgO on constate des valeurs faibles en K₂O et inversement. Pour le Phosphore, aucun des échantillons prélevés ne présente de valeurs considérées comme faible. Concernant le Calcium, 100 % des échantillons analysés présentent des niveaux supérieurs à 2 % de MS. La valeur moyenne est conforme à la norme Muscat. Les carences en Manganèse observées lors des prélèvements ont été validées par les résultats d'analyses dans 100 % des cas.

Tableau 59 : Teneurs foliaires Alphonse Lavallée 2019 exprimées en % de matière sèche (MS)

COMMUNES	P2O5	Ca	Mg	K2O	Mn	BORE	K/MG	Observations
LA TOUR D'AIGUES	0,260	2,600	0,745	1,834	0,0151	0,0034	2,46	
ST MARTIN	0,220	2,500	0,56	2,671	0,0094	0,0038	4,77	
LA TOUR D'AIGUES	0,230	2,270	0,638	5,100	0,0140	0,0042	7,99	
LOURMARIN	0,220	3,180	0,583	4,915	0,0046	0,0038	8,43	
CUCURON	0,620	2,530	1,007	3,637	0,0081	0,0032	3,61	
VILLARS	0,210	2,930	0,519	2,873	0,0012	0,0037	5,54	Carence en Manganèse
CADENET	0,400	2,110	0,597	2,124	0,0030	0,0033	3,56	
CADENET	0,410	2,550	0,619	2,649	0,0038	0,0031	4,28	
LA MOTTE D'AIGUES	0,420	3,210	0,582	3,288	0,0109	0,0037	5,65	
ST PANTALEON	0,320	1,950	0,481	2,220	0,0012	0,0034	4,62	
MENERBES	0,370	2,370	0,72	0,921	0,005	0,0032	1,28	Faible vigueur
MENERBES	0,350	2,790	0,767	0,761	0,0065	0,0032	0,99	Faible vigueur
CARPENTRAS	0,290	2,140	0,585	2,597	0,0031	0,0036	4,44	Vigueur hétérogène
CARPENTRAS	0,210	1,700	0,709	1,210	0,0024	0,0032	1,71	Faible vigueur
GARGAS	0,410	2,520	0,875	2,290	0,0127	0,0037	2,62	
MENERBES	0,410	2,730	1,159	1,404	0,0224	0,0033	1,21	Carence légère en Potassium
MENERBES	0,440	2,600	1,220	1,070	0,0176	0,0033	0,88	Carence en Manganèse légère
ST SATURNIN APT	0,300	1,980	0,382	3,159	0,0006	0,0044	8,27	Carence en Manganèse
CASENEUVE	0,370	2,160	0,633	2,866	0,0066	0,0039	4,53	
CASTELLET	0,280	2,200	1,331	1,767	0,0067	0,0350	1,33	
MOYENNE	0,337	2,451	0,736	2,447	0,008	0,005	3,909	
MAXI	0,620	3,210	1,331	5,100	0,022	0,035	8,430	
MINI	0,210	1,700	0,382	0,761	0,001	0,003	0,880	
ECART TYPE	0,10	0,40	0,26	1,22	0,01	0,01	2,42	

A contrario du Muscat de Hambourg qui extériorise facilement la carence potassique notamment sur baies avec le phénomène de Fla ou de dessèchement de la rafle, l'Alphonse Lavallée exprime moins les carences en Potassium et dans une moindre mesure en Magnésium. Seule la carence en Manganèse est facilement observable.

Sur les parcelles d'Alphonse Lavallée du réseau (Tableau 59), les vignes carencées en Potassium présentent une vigueur irrégulière, des poids de grappes assez faible mais aucune décoloration périliminaire ou défaut de coloration marqués sur baies. Peut-être est-ce lié à un souci d'échantillonnage ? Les carences en Manganèse observées sur le terrain

se vérifient à l'analyse à l'exception d'une parcelle qui présente la valeur la plus élevée de Manganèse malgré la présence éparse de symptôme. Comme en 2018, une part importante des échantillons présente des valeurs faibles en magnésium, hors aucune des parcelles en suivies n'a présentée de carence. Pour le Phosphore on observe la même chose que sur le Centennial.

La moyenne pluriannuelle précisée dans le Tableau 60 correspond à la moyenne de 57 analyses réalisées sur 3 ans pour l'Alphonse Lavallée et le Centennial. Les valeurs enregistrées pour le Muscat sont issues des analyses pétiolaires réalisées dans le cadre du réseau de suivi de la Chambre d'Agriculture de Vaucluse.

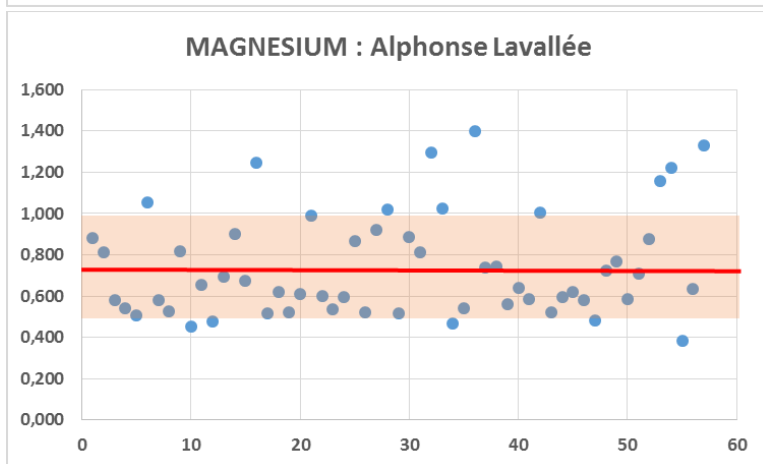
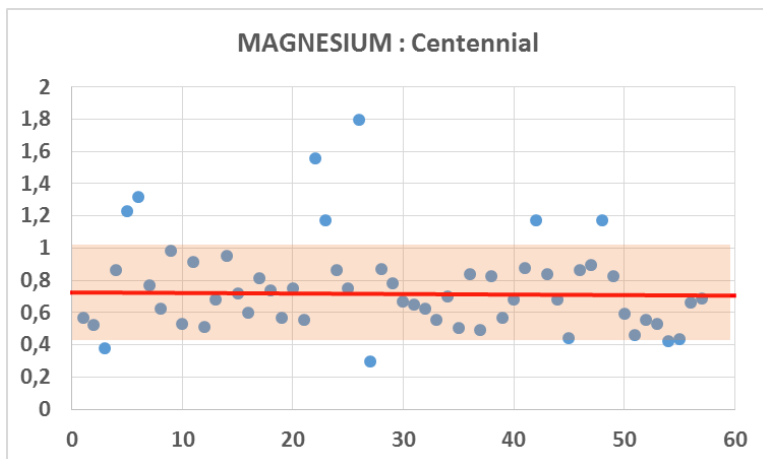
Tableau 60 : Comparaison pluriannuelle des valeurs des éléments majeurs à la référence Muscat de Hambourg

		CALCIUM	PHOSPHORE	MAGNESIUM	POTASSIUM	K/MG
Muscat	Normes Muscat	> à 2 voire 1.5 selon les millésimes	0.1 à 0.4	0.6 à 1	2 à 3.5	2 à 6
	2017	2,42		0,76	2,93	4,34
	2018	2,14		0,76	2,90	4,38
	2019	2,56		0,88	2,76	3,97
	Moyenne 2017 2018 2019	2,37	0,00	0,80	2,86	4,23
Centennial	2017	2,62	0,22	0,76	2,49	3,94
	2018	2,16	0,19	0,79	2,78	4,31
	2019	2,73	0,33	0,70	3,15	5,09
	Moyenne 2017 2018 2019	2,50	0,25	0,75	2,81	4,45
	Lavallée	2017	2,51	0,34	0,71	2,84
2018		1,94	0,30	0,76	2,45	3,90
2019		2,45	0,34	0,74	2,44	3,90
Moyenne 2017 2018 2019		2,30	0,33	0,74	2,57	4,12

Calcium : En sol calcaire, majoritairement présent dans le Vaucluse, les carences avérées en calcium sont quasi inexistantes. La valeur minimale de 2 % de la matière sèche retenue pour tous les cépages de cuve semble également appropriée pour le Centennial et l'Alphonse Lavallée

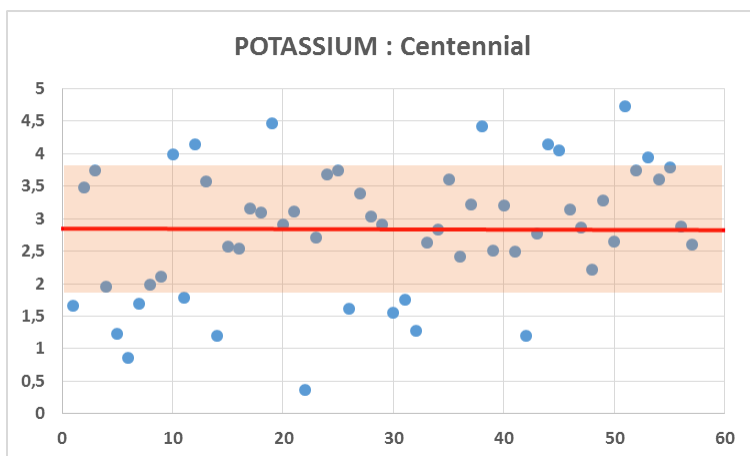
Phosphore : En l'absence de données annuelles pour le Muscat de Hambourg, la comparaison des données entre les variétés est difficile. Seules les normes de références du Muscat peuvent servir de base. Le niveau d'absorption du phosphore par l'Alphonse Lavallée s'avère supérieur aux autres variétés et notamment par rapport au Centennial + 32 %. Si l'on tient compte des normes Muscat, le Lavallée se tiendrait dans le tiers supérieur. Dans les vignobles, la carence en phosphore n'est quasiment jamais observée aussi, les normes Muscat de Hambourg peuvent être conservées en l'état pour le Centennial et le Lavallée.

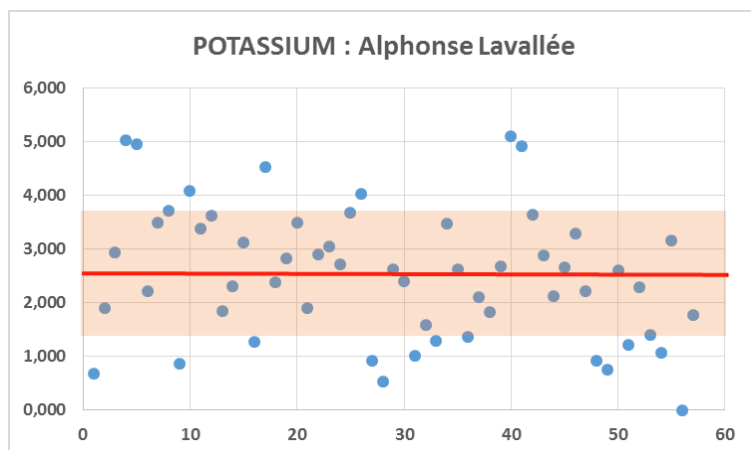
Magnésium : Les valeurs sont très similaires entre le Centennial et l'Alphonse Lavallée et légèrement en retrait par rapport à celles du Muscat de Hambourg. Les normes retenues sur Muscat de Hambourg ne sont pas transposables en l'état pour ces deux variétés compte tenu de la grande sensibilité du Muscat de Hambourg à la carence en Magnésienne.



Sur Alphonse Lavallée, certaines analyses présentent des valeurs faibles en Magnésium sans être validé *in situ* par l'expression de symptômes quelconques. Un recalage des normes Magnésium pour ces deux cépages sur la base de -0.1% de Matière sèche semble envisageable.

Potassium : Quel que soit la variété considérée, les valeurs fluctuent d'une année sur l'autre. Contrairement aux attentes, le niveau d'absorption de cet élément ne semble pas influencé par le régime des pluies variable d'une année sur l'autre.





Les niveaux moyens d'assimilation de potassium obtenus est assez comparable entre le Centennial et le Muscat de Hambourg. Concernant l'Alphonse Lavallée, pour la troisième année consécutive la valeur moyenne obtenue se trouve en deçà de 0.3 % de MS par rapport au Muscat de Hambourg. Les normes pour le Lavallée vont faire l'objet d'un ajustement afin de tenir compte de cette spécificité. L'absence de symptôme de carence constaté sur les parcelles présentant des valeurs faibles permettent d'envisager raisonnablement une redéfinition des bornes à la baisse.

Manganèse : La valeur retenue pour l'ensemble des cépages de cuve et pour le Muscat de Hambourg semble adaptée au Centennial et l'Alphonse Lavallée. Aucune modification de normes ne s'avère nécessaires pour cet élément.

L'acquisition de données au cours de ces trois dernières années dans le cadre du projet SIPRIV a permis d'adapter les normes d'interprétation d'analyse de pétioles aux spécificités des variétés Alphonse Lavallée et Centennial. Le détail des modifications est précisé dans les grilles ci-dessous. Elles portent principalement sur la révision des normes de Magnésium pour les deux variétés et sur celles du potassium pour l'Alphonse Lavallée.

La base de données pourra dans les années à venir être incrémentée de nouvelles valeurs à partir des suivis techniques annuels assurés par le Chambre d'Agriculture de Vaucluse.

Proposition de normes d'analyses pétiolaires

Grille d'interprétation Potassium en % ms :

	<u>Muscat de Hambourg</u>	<u>Centennial</u>	<u>Alphonse Lavallée</u>
Très élevée ++	> 5	> 5	>4
Elevée +	3.5 à 5	3.5 à 5	3 à 4
Correcte M	2 à 3.5	2 à 3.5	1.75 à 3
Faible -	1.5 à 2	1.5 à 2	1 à 1.75
Très faible - -	< 1.5	< 1.5	<1

Grille d'interprétation Magnésium en % ms :

	<u>Muscat de Hambourg</u>	<u>Centennial</u>	<u>Alphonse Lavallée</u>
Très élevée ++	>1.2	>1.1	>1.1
Elevée +	1 à 1.2	0.9 à 1.1	0.9 à 1.1
Correcte M	0.6 à 1	0.5 à 0.9	0.5 à 0.9
Faible -	0.4 à 0.6	0.3 à 0.5	0.3 à 0.5
Très faible --	< 0.4	< 0.3	< 0.3

Grille d'interprétation Phosphore en % ms :

	<u>Muscat de Hambourg</u>	<u>Centennial</u>	<u>Alphonse Lavallée</u>
Très élevée ++	> 0.5	> 0.5	> 0.5
Elevée +	0.4 à 0.5	0.4 à 0.5	0.4 à 0.5
Correcte M	0.1 à 0.4	0.1 à 0.4	0.1 à 0.4
Faible -	0.05 à 0.1	0.05 à 0.1	0.05 à 0.1
Très faible --	< 0.05	< 0.05	< 0.05

Grille d'interprétation rapport Potassium/Magnésium :

	<u>Muscat de Hambourg</u>	<u>Centennial</u>	<u>Alphonse Lavallée</u>
Elevé +	> 6	> 7	> 6
Correct M	2 à 6	2.2 à 7	1.9 à 6
Faible -	< 2	< 2.2	< 2

Grille d'interprétation calcium :

	Toutes variétés
A surveiller	< 2 à 1.5 selon les millésimes

Grille d'interprétation oligo-éléments en ppm:

	Zinc	Cuivre	Manganèse	Fer	Bore
Faible	< 20	-	< 20	-	< 20
Elevé *			> 500 + symptômes		200

* Risque toxicité en sol acide.