



Vers la production d'une pomme de terre bas intrants : résultats de l'essai 2023 sur l'efficacité azotée (2023).

Feriel Ben Abdallah, Florine Decruyenaere, Vincent Berthet

L'article ci-dessous fait suite aux articles publiés dans les précédents Fiwap info (177 à 180) qui présentaient le projet Patat'Up, ses objectifs, sa méthodologie ainsi que les résultats détaillés des essais réalisés en 2022.

INTRODUCTION :

Dans le cadre du Plan de relance de la Wallonie, le gouvernement wallon a financé le projet Patat'Up pour une durée de 3 ans (2022 – 2024). L'objectif du projet est d'étudier et combiner différents leviers pour créer des itinéraires de production de pommes de terre qui utilisent moins d'intrants.

Les leviers étudiés sont : l'utilisation de variétés robustes, l'utilisation de pratiques culturales innovantes et la mise en place de systèmes culturaux résilients. Les 2 premières années du projet se sont focalisées sur

l'étude d'indicateurs spécifiques liés aux 3 leviers. Au terme de ces 2 ans d'essais, les résultats les plus intéressants ont permis de développer 2 itinéraires bas intrants qui vont être comparés, en 2024, à un itinéraire conventionnel sur le plan technique, environnemental et économique.

La mise en application de ce projet se fait au travers d'un partenariat entre le CRA-W en tant que responsable de la mise en place et suivi des essais, et la FIWAP comme relais entre la recherche et la filière.

ESSAI 2023 « EFFICACITÉ AZOTÉE »

Cet essai avait pour objectif de tester l'efficacité d'utilisation de l'azote de variétés de pommes de terre. En 2022, les variétés étudiées étaient Camméo, Sevilla, Alanis et Fontane. En 2023, la variété Camméo a été remplacée par 2 autres variétés : Montis (industrielle frite) et Acoustic (chair rendre).

Les variétés ont été testées selon 4 niveaux de fumures azotées (0, 75, 180 et 240 kg

N/ha). Différents indicateurs prédéfinis ont été étudiés au niveau de l'essai pour investiguer l'efficacité d'utilisation de l'azote des 5 variétés de pommes de terre. Ces indicateurs sont soit reliés aux prélèvements de plantes en cours de saison soit reliés aux paramètres de rendement et de qualité mesurés sur les tubercules issus de la récolte.

RÉSULTATS 2023

Les résultats de l'essai présentés ci-dessous concernent l'année 2023. Les résultats de cet essai pour l'année 2022 sont consultables dans le Fiwap-Info 177.

Paramètres liés à l'efficacité d'utilisation de l'azote et l'indice de récolte

Le paramètre relié à l'efficacité de prélèvement de l'azote (NupE) ne montre pas de différence entre les variétés (Tableau 1).

Montis a été caractérisée par des paramètres élevés d'efficacité de la conversion (NUTE) et d'utilisation de l'azote (NUE), d'indice de récolte (IR) et d'indice azoté de la récolte (NHI) (Tableau 1). Ces 4 paramètres ont été faibles particulièrement pour Alanis, qui, en 2022 (71 JAE), à une période de croissance relativement similaire à 2023 (77 JAE) avait montré avec Sevilla, les NUE les plus élevés. Si l'on compare les valeurs 2022 à 2023, on remarque un meilleur NupE et

NUE en 2023. Le paramètre NUTE est cependant plus faible en 2023 par comparaison de 2022. Cette différence est attribuée sans doute en majorité aux caractéristiques des saisons climatiques (saison plus sèche en 2022 ayant limité les prélèvements d'azote par la culture).

Tableau 1 : Paramètres d'efficacité d'utilisation de l'azote mesurés le 17/08/23 (77 JAE et 105 JAP) pour le niveau de fumure azotée de 75 kg N/ha

| | NupE | NUTE | NUE | HI | NHI |
|-----------------|----------|----------|----------|--------|--------|
| Moyenne | 102 | 76,12 | 78,09 | 0,66 | 0,54 |
| Acoustic | 79,16 A | 71,33 BC | 56,99 B | 0,65 B | 0,59 A |
| Alanis | 109,83 A | 57,45 C | 63,05 B | 0,57 C | 0,37 B |
| Fontane | 104,33 A | 79,01 B | 80,64 B | 0,7 B | 0,59 A |
| Montis | 117,68 A | 102,72 A | 120,38 A | 0,77 A | 0,65 A |
| Sevilla | 98,99 A | 70,11 BC | 69,38 B | 0,59 C | 0,5 AB |

Pour chaque paramètre, les variétés ayant des lettres identiques ont des moyennes statistiquement équivalentes au seuil de probabilité de 5% selon le test SNK.

Prélèvements d'azote par la plante et accumulation de la matière sèche

Le Tableau 2 montre qu'Alanis présente la teneur en azote (Plant N content) la plus élevée, cependant c'est Montis qui possède la matière sèche (Plant Dry Matter) la plus élevée. Cette teneur en matière sèche élevée explique en partie l'efficacité de conversion élevée observée pour la variété Montis (Tableau 1). Le prélèvement d'azote par la plante ne permet pas de montrer de différence significative entre variétés.

Tableau 2 : Réponse variétale de la teneur en azote de la plante, du prélèvement d'azote et de l'accumulation de matière sèche au niveau de la plante

| | Plant N content % | Plant N Uptake kg/ha | Plant Dry Matter T/ha |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| Acoustic | 2,48* B | 69,04 A | 3,02 B |
| Alanis | 2,92 A | 86,25 A | 3,23 B |
| Fontane | 2,29 B | 82,40 A | 3,95 B |
| Montis | 2,25 B | 96,74 A | 5,11 A |
| Sevilla | 2,54 B | 90,97 A | 4,07 B |

*Moyenne obtenue sur l'ensemble des dates de prélèvements (4 dates de mesures de mi-juin à mi-août) et des niveaux de fumures. Pour chaque paramètre, les variétés ayant des lettres identiques ont des moyennes statistiquement équivalentes au seuil de probabilité de 5% selon le test SNK.

Indicateurs optiques mesurés par le fluorimètre Dualex



Les indicateurs de teneur en chlorophylle (CHL), de flavonoïdes (FLV) ou encore d'indice combinant chlorophylle et flavonoïdes (NBI) peuvent être utilisés pour

montrer des statuts azotés différenciés. En effet, on voit sur le tableau 3 qu'il est possible de discriminer les doses d'azote testées. Les indices CHL et NBI augmentent avec les apports croissants d'azote alors que l'indice FLV diminue avec l'augmentation des doses d'azote.

Tableau 3 : Evolution des indices fournis par le Dualex (Force-A, Paris-Orsay) en fonction des doses d'azote

| Dose N (kg/ha) | CHL | FLV | NBI |
|----------------|----------|--------|---------|
| 0 | 30,62* D | 1,25 A | 24,98 A |
| 75 | 34,08 C | 1,2 B | 28,82 B |
| 180 | 35,94 B | 1,15 C | 31,94 C |
| 240 | 37,07 A | 1,1 D | 34,69 D |

*Moyenne obtenue sur l'ensemble des dates de mesure (7 dates de mesures de mi-juin à mi-août) et des variétés testées. Pour chaque indice, les variétés ayant des lettres identiques ont des moyennes statistiquement équivalentes au seuil de probabilité de 5% selon le test SNK.

De plus étant donné les corrélations étroites obtenues avec les paramètres références N (que ce soit le Plant N content ou le NUE, NupE, NUTE et HI) (Tableau 6), les indices CHL et NBI peuvent être utilisés pour évaluer le statut azoté de la plante et déterminer l'efficacité d'utilisation de l'azote. Partant de ces observations, Alanis a montré le statut azoté le plus élevé sur base de l'indice CHL et NBI (Tableau 4). Ceci est en accord avec la teneur en azote au niveau de la plante observée en cours de croissance et indiquant un niveau élevé pour Alanis (Tableau 2). Le statut azoté le plus faible a été observé pour Acoustic.

Tableau 4 : Indices fournis par le Dualex (Force-A, Paris-Orsay) en fonction des variétés testées

| Variété | CHL | FLV | NBI |
|-----------------|----------|--------|---------|
| Acoustic | 31,87* D | 1,22 E | 26,60 E |
| Alanis | 37,17 A | 1,12 A | 34,05 A |
| Fontane | 36,27 B | 1,13 B | 33,13 B |
| Montis | 33,52 C | 1,25 D | 27,34 D |
| Sevilla | 33,30 C | 1,16 C | 29,38 C |

Moyenne obtenue sur l'ensemble des dates de mesure, des 4 niveaux de fumure azotée et des 3 répétitions testées. Pour chaque indice, les variétés ayant des lettres identiques ont des moyennes statistiquement équivalentes au seuil de probabilité de 5% selon le test SNK.

Couverture foliaire

Montis a montré un taux de couverture foliaire plus important sur l'ensemble de la saison (de mi-juin à mi-août). Ceci est en accord avec les résultats de MS élevée accumulée par Montis (Tableau 2). Le taux de

couverture foliaire le plus bas a été observé pour Acoustic et Alanis.

Rendement en tubercules

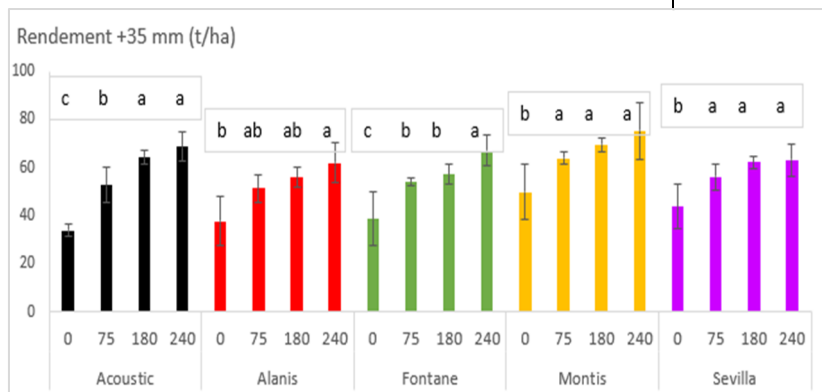


Figure 1 : Effet dose d'azote sur le rendement (calibres supérieurs à 35 mm) pour les 5 variétés testées.

Pour chaque variété, Les modalités d'azote ayant des lettres identiques ont des moyennes statistiquement équivalentes au seuil de probabilité de 5% selon le test SNK.

Sur base de la Figure 1 qui représente le rendement en fonction des niveaux de fumure testée on voit que :

- Acoustic montre des différences significatives entre la dose 0, 75 kg/ha et les 2 doses supérieures (180 et 240 kg/ha).
- Fontane montre des différences entre 0 kg N/ha, les deux doses intermédiaires et 240 kg/ha.
- Alanis permet de discriminer les rendements uniquement entre les deux niveaux contrastés.
- Les rendements de Montis et Sevilla augmentent en comparant les 3 niveaux de fumures par rapport à la modalité témoin sans apport d'azote. Cependant, pour ces deux dernières variétés, il n'y a pas de différence significative de rendement entre 75, 180 et 240 kg N/ha.

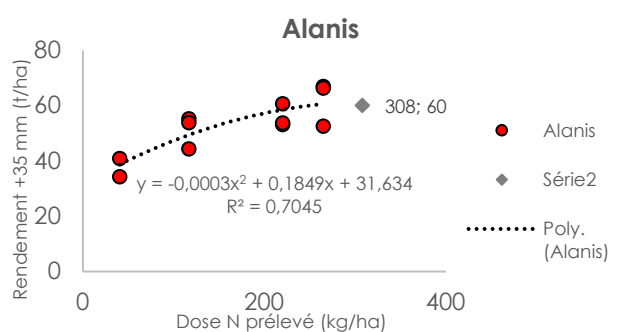
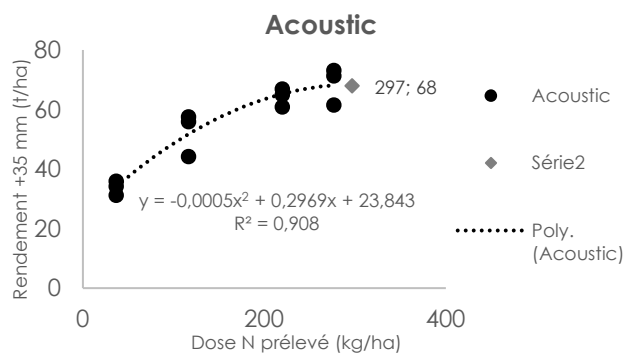
La Figure 2 rapporte les rendements sur base de l'azote prélevé. Les niveaux de fumure azotée optimale sont déterminés en se basant sur l'obtention des rendements maxima sans tenir compte d'autres aspects liés à la qualité des tubercules ou à l'aspect technique et économique. En ajustant la courbe de réponse du rendement à l'azote par une régression quadratique ($y = ax^2 + bx + c$) et en calculant la valeur $-b/2a$ qui annule la dérivée première de cette relation, on obtient la fumure azotée de

chaque essai menant au rendement total correspondant au maximum de la courbe. Sur cette base on remarque qu'à l'exception de Sevilla, le niveau de fumure azotée optimale ne se situe pas dans la gamme d'azote testée.

Sur base du tableau 5 et de la figure 2, on voit que Montis fournit avec une dose d'azote réduite de 100kg/ha par rapport à Fontane un rendement supérieur de 5 t/ha. C'est Sevilla qui présente la dose d'azote la plus faible de 264 kg/ha requise pour atteindre 63 t/ha.

Tableau 5 : Rendement maximal en tubercules et le niveau d'azote optimum obtenus par la relation quadratique de la figure 2 pour chaque variété

| Variété | Rendement maximal (t/ha) | Dose N optimale (kg/ha) |
|----------|--------------------------|-------------------------|
| Acoustic | 68 | 297 |
| Alanis | 60 | 308 |
| Fontane | 71 | 432 |
| Montis | 76 | 333 |
| Sevilla | 63 | 264 |



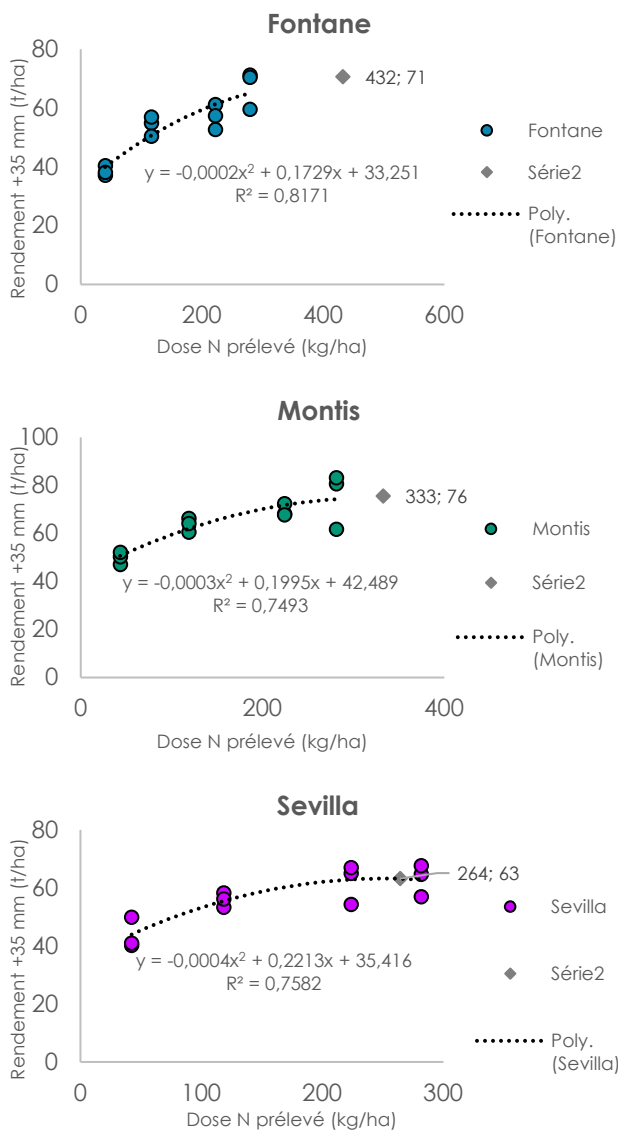


Figure 2 : Effet dose d'azote prélevée sur le rendement (calibres +35mm) pour les 5 variétés testées.

La série 2 indique pour chaque variété le niveau de fumure azotée optimale pour l'obtention du rendement maximum en tubercules (par une régression quadratique ($y = ax^2+bx+c$) et en calculant la valeur $-b/2a$ qui annule la dérivée première de cette relation).

Le Tableau 6 montre que certains paramètres de référence ou encore les indicateurs optiques permettent de prédire le rendement final en tubercules. Si r est proche de -1, il existe une forte relation linéaire négative entre l'indicateur et le rendement et si r est proche de 1, il existe une forte relation linéaire positive entre l'indice optique et l'indice de référence. Les paramètres d'efficacité de l'azote corréleront négativement avec le rendement ceci traduit la diminution de l'efficacité en azote avec l'augmentation du rendement. Par conséquent, la maximisation du NUE n'améliore pas nécessairement les rendements agronomiques de la pomme de terre. C'est le taux de couverture foliaire qui apparaît comme étant l'indicateur le plus hautement corrélé

au rendement. Le prélèvement d'azote par la plante ou par la biomasse aérienne (Aerial N uptake) sont également hautement corrélés avec le rendement. Le statut azoté de la plante (plant N content) possède une corrélation moyenne avec le rendement.

Afin de prédire le rendement, il est important de prendre en compte simultanément l'accumulation de matière sèche au niveau de la plante ainsi que le statut azoté de la plante.

Tableau 6 : Coefficients de corrélation de Pearson entre les indicateurs mesurés en cours de saison et le rendement final en tubercules

| Indicateurs mesurés en cours de saison | Rendement | | | Rendement +35 mm | | |
|----------------------------------------|-----------|-------------|-----|------------------|-------------|-----|
| | r | Probabilité | n | r | Probabilité | n |
| Plant DM | 0,58 | *** | 59 | 0,59 | *** | 59 |
| Roots FM | 0,52 | *** | 59 | 0,53 | *** | 59 |
| Aerial FM | 0,81 | *** | 59 | 0,83 | *** | 59 |
| Tuber FM | 0,17 | ns | 59 | 0,14 | ns | 59 |
| Plant N uptake | 0,83 | *** | 59 | 0,84 | *** | 59 |
| Aerial N uptake | 0,77 | *** | 59 | 0,79 | *** | 59 |
| Plant N content | 0,55 | *** | 59 | 0,56 | *** | 59 |
| nbre tubercules | 0,34 | ** | 59 | 0,27 | * | 59 |
| CHL | 0,49 | *** | 59 | 0,5 | *** | 59 |
| FLV | -0,33 | * | 59 | -0,33 | * | 59 |
| NBI | 0,43 | *** | 59 | 0,43 | *** | 59 |
| Taux couverture foliaire | 0,89 | *** | 59 | 0,89 | *** | 59 |
| Plant dry matter | 0,60 | *** | 59 | 0,61 | *** | 59 |
| NUE | -0,53 | *** | 59 | -0,54 | *** | 59 |
| NUE | -0,60 | *** | 59 | -0,59 | *** | 59 |
| NupE | -0,64 | *** | 59 | -0,62 | *** | 59 |
| HI | -0,04 | ns | 59 | -0,07 | ns | 59 |

Caractéristiques de lavabilité et de cuisson

En termes de coloration à la friture, Fontane, Sevilla et Montis présentent des indices excellents et ce pour toutes les modalités. Alanis présente des bonnes colorations à la friture tandis que la variété Acoustic présente des indices de coloration à la friture bons à moyens. Les résultats du noircissement sont excellents à bons pour toutes les variétés et toutes les modalités. En termes de délitément, la variété Acoustic présente un bon comportement, et ce, peu importe la fumure azotée avec des indices compris entre 1 et 2 en adéquation avec la gamme requise pour des variétés à chair tendre. La variété Sevilla présente quant à elle des indices de délitément trop élevés pour l'ensemble des modalités de fumures azotées.

Tableau 1 : Caractéristique de lavabilité et de cuisson des variétés testées pour les 3 niveaux de fumure azotée

| Variété | Fumure azotée kg N /ha | Lavabilité ¹ | Indice de délitement ² | Indice de noircissement ³ | Indice de fritabilité ⁴ |
|----------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Sevilla | 0 | 6,5 | 2,45 | 2 | 2,4 |
| | 75 | 6 | 2,45 | 2 | 2,15 |
| | 180 | 6 | 2,45 | 1,45 | 2,45 |
| | 240 | 6 | 2,2 | 2 | 2,5 |
| Acoustic | 0 | 6,5 | 1,75 | 1,1 | 3,3 |
| | 75 | 6,5 | 1,75 | 1,35 | 3,4 |
| | 180 | 6,5 | 1,7 | 1 | 2,85 |
| | 240 | 6 | 1,6 | 1,25 | 2,8 |
| Fontane | 0 | - | - | - | 2 |
| | 75 | - | - | - | 2 |
| | 180 | - | - | - | 2 |
| | 240 | - | - | - | 2,1 |
| Alanis | 0 | - | - | - | 2,75 |
| | 75 | - | - | - | 2,95 |
| | 180 | - | - | - | 2,75 |
| | 240 | - | - | - | 2,85 |
| Montis | 0 | - | - | - | 2,4 |
| | 75 | - | - | - | 2,55 |
| | 180 | - | - | - | 2,3 |
| | 240 | - | - | - | 2,2 |

¹ Carte de lavabilité établie par le Comité National Interprofessionnel de la Pomme de Terre (CNIPT, France) de 8 à 6.5 (8 présente la cote la plus favorable)

² Carte de référence de délitement ARVALIS (de 0 à 3), pour des chairs tendres on se situe en générale entre une moyenne de 1 à 2

³ Carte de référence de noircissement ARVALIS, (de 0 à 5). 0 présente la cote la plus favorable

⁴ Carte de référence de fritabilité NAO, plus il est bas, plus les frites sont claires (jaune clair) ; plus il est élevé plus les frites sont foncées (brunes).

Conclusion de l'essai

Cette deuxième année d'essai (2023) a permis de capitaliser sur les premiers résultats obtenus en 2022 et de mettre en évidence deux variétés pour leur comportement vis-à-vis d'une réduction de la fertilisation azotée : Montis et Alanis.

Pour Montis, on a les points suivants :

- Paramètres élevés de conversion et d'utilisation de l'azote et d'indice de récolte
- Végétation et accumulation de matière sèche importante
- Rendement élevé de 64 t/ha
- Au-delà de 75 kg N/ha son rendement n'augmente plus

- Avec une dose d'azote réduite de 100kg/ha par rapport à Fontane, on a un rendement supérieur de 5 t/ha

Pour Alanis, les caractéristiques suivantes ont été mise en relief :

- Statut azoté le plus élevé comparative-ment à Fontane
- Pas de différence de rendement entre 0 et 75 kg N/ha montrant ainsi des faibles besoins azotés
- De plus, en 2022, elle montrait des paramètres d'efficacité élevés (en année sèche !).

Protocole 2024 : développement et comparaison d'itinéraires bas intrants

Les résultats des essais en micro-parcelles réalisés en 2022 et 2023 ont permis de mettre en évidence les indicateurs les plus pertinents à intégrer dans un itinéraire de production de pommes de terre bas intrants. Ces indicateurs sont :

- L'utilisation de variétés robustes ayant une meilleure efficacité azotée et tolérance au mildiou (Montis et Alanis)

- L'utilisation de pratiques culturales innovantes permettant de réduire les herbicides (association gestion mécanique et chimique), les insecticides (pulvérisation localisée ou gestion 100 % mécanique), les défanants (association gestion mécanique et chimique ou 100 % mécanique). Ainsi, deux itinéraires ont pu être développés (Tableau 9) : un itinéraire bas intrants in-

termédiaire et un extrême. Ces deux itinéraires vont être comparés en 2024 à un itinéraire 100 % conventionnel sur le plan technique, environnemental et économique.

Les itinéraires seront mis en place sur une parcelle de 2,6 ha chez un agriculteur à Ernage ainsi que sur une plus petite surface irrigable (0,2 ha) sur le site d'expérimentation de Gembloux.

Tableau 2 : Comparaison des trois itinéraires techniques prévus pour 2024 : itinéraire conventionnel – itinéraire bas intrants intermédiaire – itinéraire bas intrants extrême.

| Leviers | | Itinéraire conventionnel (Fontane) | Itinéraire bas intrants intermédiaire (Montis) | Itinéraire bas intrants extrême (Alanis) |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Variétés robustes | Fertilisation | 100% N pour Fontane | 70% N de la dose Fontane | 50% N de la dose Fontane |
| | Protection fongicide | Traitement selon Vigi-Map | Traitement décalé à la Nième génération (à définir en fonction de la pression mildiou de la saison) | Traitement décalé à la Nième génération (à définir en fonction de la pression mildiou de la saison) |
| Pratiques culturales innovantes | Réduction herbicides | Désherbage chimique | Désherbage mécanique + chimique | Désherbage mécanique + chimique |
| | Réduction insecticides | Pulvérisation en plein | Pulvérisation localisée | Gestion mécanique |
| | Réduction produits défanants | Défanage chimique | Défanage mécanique (broyage) + chimique | Défanage mécanique (tire-fane + broyage) |

Les résultats des autres essais liés au projet réalisés en 2023 seront publiés dans les prochains Fiwap info.

Pour plus d'informations sur le projet, n'hésitez pas à contacter Mme. Feriel Ben Abdallah, coordinatrice du projet pour le CRA-W (f.benabdallah@cra.wallonie.be), et/ou M. Vincent Berthet, chargé du projet pour la FIWAP (vb@fiwap.be).

