# Projet FonBioCarot

Essai 2024

Financé par le Plan de Relance de la Wallonie

Wallonie Relance

*Personne de contact*

CPL-VEGEMAR asbl
**Valérie GLESNER**
Rue de Huy 123
4300 WAREMME
0474/21 15 97
*Valerie.Glesner@provincedeliege.be*

Province de Liège
CPL-Végémar

# 1. Objectif

Les deux principales maladies foliaires rencontrées en culture de carotte sont l'oïdium (*Erysiphe heraclei*, espèce la plus fréquente dans nos régions) et l'alternariose (*Alternaria dauci*). Ces deux maladies ont un potentiel de nuisibilité élevé. En cas d'attaques graves, elles peuvent entrainer une destruction importante du feuillage qui réduit le potentiel de photosynthèse des feuilles et donc induit des pertes de rendement non négligeables qui peuvent aller de 20 à 60 % en fonction de la gravité de l'attaque. Outre ces dégâts directs, en culture de carotte, il est primordial de garder un feuillage sain jusqu'à la récolte. En effet, l'arrachage des carottes pour le marché du frais se fait par les fanes. Si le feuillage n'est donc pas assez robuste, les carottes resteront en terre. L'alternariose se développe surtout en conditions chaudes et humides et l'oïdium en conditions chaudes avec de l'humidité uniquement nocturne.

Le levier variétal est souvent utilisé en agriculture biologique pour essayer de limiter les dégâts causés par de potentielle maladie. Malheureusement, les variétés utilisées actuellement en carotte sont toutes sensibles aux maladies du feuillage.

De nombreux fongicides de biocontrôle sont sur le marché à l'heure actuelle et de nouveaux arrivent encore tous les jours. Ces produits ont des compositions (extraits de plante, huiles essentielles, micro-organismes, …) et modes d'action très différent(e)s mais malheureusement leur efficacité n'est pas toujours prouvée. Peu de retours sont disponibles sur ce type de produits et les agriculteurs se questionnent beaucoup quant à leur efficacité. Des soufres liquides sont maintenant autorisés en carotte, il est intéressant de comparer leur efficacité par rapport à du soufre solide classique.

L'objectif de ce projet est donc de comparer l'efficacité de différents biofongicides contre les maladies foliaires en carotte.

Pour ce faire, **15 schémas fongicide** ont été testés.

# 2. Contexte

## 2.1. Lieu d'implantation

L'essai a été implanté dans une parcelle de carotte bio pour le marché du frais à Thisnes (Hannut) (Figure 1**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

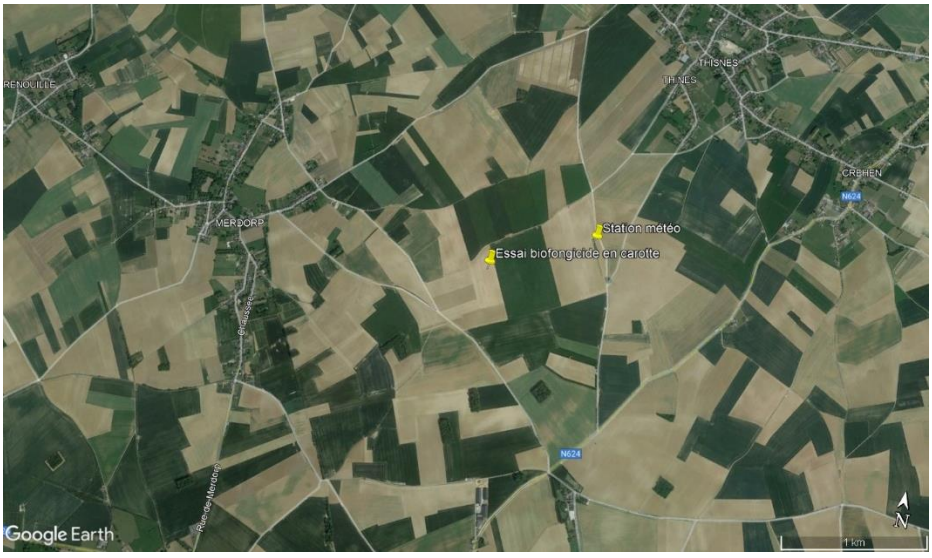


**Figure 1**. Localisation spatiale de la parcelle où se situait l'essai (source : Google Earth).

## 2.2. Itinéraire cultural

L'itinéraire cultural de l'essai est présenté dans le Tableau 1.

**Tableau 1**: Itinéraire cultural de l'essai.

| | |
|---|---|
| **Semis** | |
| Variété | Nerac |
| Densité | / |
| Date de semis | 09/06/2024 |
| **Traitements** | |
| Fongicide | Voir 3.1 |
| **Désherbage** | |
| Buttage/débuttage | 24/07 |
| Désherbage manuel | Début août |
| **Récolte** | |
| Date | 15/10/2024 |

## 2.3. Conditions météorologiques

L'ensemble de l'été s'est caractérisé par des précipitations régulières supérieures aux normales de saison (Figure 2).
Les traitements ont été positionnés au mieux afin de garantir une protection du feuillage tout en palliant au lessivage des produits à cause des pluies.
La récolte a été réalisée en conditions très humide.

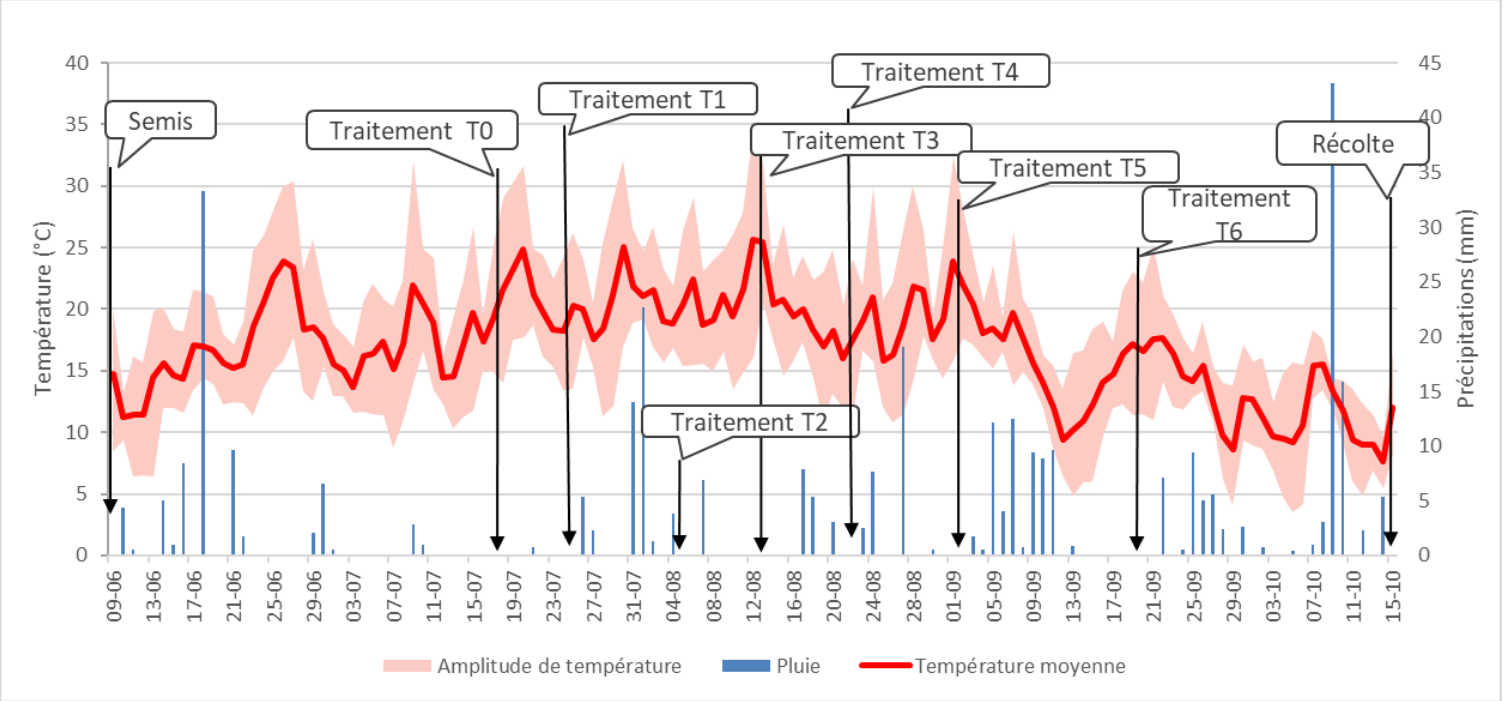


**Figure 2.** Données météorologiques d'une station météo proche de la parcelle de l'essai.

# 3. Protocole

## 3.1. Description des schémas de protection fongicide

**Tableau 2.** Description des schémas fongicide.

| Objet | Schéma biofongicide | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *T0 - 18/07* | *T1 - 25/07* | *T2 - 05/08* | *T3 - 13/08* | *T4 - 22/08* | *T5 - 02/09* | *T6 - 20/09* |
| CTRL | | | | | | | |
| T1 | | KUMULUS 5kg/ha | KUMULUS 5kg/ha | KUMULUS 5kg/ha | KUMULUS 5kg/ha | KUMULUS 5kg/ha | KUMULUS 5kg/ha |
| T2 | | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha |
| T3 | | VERTIPIN 3,4 l/ha | | VERTIPIN 3,4 l/ha | | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha |
| T4 | | MICROTHIOL SPECIAL LIQUID 2,9L/ha | | MICROTHIOL SPECIAL LIQUID 2,9L/ha | | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha |
| T6 | | SERENADE 5 L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha<br>TREND 0,3L/ha |
| T7 | | SERENADE 5 L/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>TREND 0,3L/ha | SERENADE 5 L/ha<br>TREND 0,3L/ha |
| T8 | | KARMA 3kg/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | KARMA 3kg/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | KARMA 3kg/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | KARMA 3kg/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | KARMA 3kg/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | KARMA 3kg/ha<br>KUMULUS 3kg/ha |
| T9 | | KARMA 3kg/ha | KARMA 3kg/ha | KARMA 3kg/ha | KARMA 3kg/ha | KARMA 3kg/ha | KARMA 3kg/ha |
| T11 | FYTOSOL 4L/ha | FYTOSOL 4L/ha | FYTOSOL 4L/ha | FYTOSOL 4L/ha | FYTOSOL 4L/ha | FYTOSOL 4L/ha | FYTOSOL 4L/ha |
| T12 | FYTOSAVE 2L/ha | FYTOSAVE 2L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | FYTOSAVE 2L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | FYTOSAVE 2L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | FYTOSAVE 2L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | FYTOSAVE 2L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | FYTOSAVE 2L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha |
| T13 | Green Booster 20L/ha | Green Booster 20L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha | KUMULUS 3kg/ha |
| T14 | Purtica 10L/ha<br>Purella 10L/ha | Purtica 10L/ha<br>Purella 10L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Purtica 10L/ha<br>Purella 10L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Purtica 10L/ha<br>Purella 10L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Purtica 10L/ha<br>Purella 10L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Purtica 10L/ha<br>Purella 10L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Purtica 10L/ha<br>Purella 10L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha |
| T15 | Greenflash 7 L/ha | Greenflash 7 L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Greenflash 7 L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Greenflash 7 L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Cleanhex 24L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Cleanhex 24L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha | Cleanhex 24L/ha<br>KUMULUS 3kg/ha |

L'ensemble des schémas fongicide testés se trouvent dans le tableau 2. Les dates de traitements ont été adaptées en fonction des conditions météorologiques (lessivage des produits si trop de précipitations, accessibilité de la parcelle, …).

Le T1 correspond au schéma de référence avec 5kg de KUMULUS (4Kg de soufre/ha) appliqué tous les 10-15 jours dès conditions propices au développement des maladies.
Le T2 correspond à la référence soufre dose réduite, il servira de comparaison pour les autres produits testés.
Dans le T3 et le T4, ce sont les produits à base de soufre liquide VERTIPIN (non autorisé) et MICROTHIOL SPECIAL LIQUIDE (autorisé) qui sont testés à des doses de soufre équivalentes à la référence soufre dose réduite (2,4 kg de soufre/ha). Un délai plus long entre les applications de ces deux produits est possible étant donné qu'ils sont censés être moins lessivables. MICROTHIOL, n'étant autorisé qu'en deux applications, du KUMULUS a été utilisé en fin d'essai pour garantir une bonne protection.

Dans les modalités T6 et T7, c'est SERENADE (Bacillus, autorisé) qui est testé seul ou avec du KUMULUS.

Dans le T8 et T9, c'est KARMA (Hydrogénocarbonate de potassium, autorisé) qui est aussi testé seul ou avec du KUMULUS.

La suite des schémas testent des biostimulants et engrais foliaires. La première application a eu lieu plus tôt, dès feuillage dense.
Dans le T11, c'est FYTOSOL (Cos-oga, autorisé) qui est testé seul. Dans le T12, c'est FYTOSAVE (Cos-oga, non autorisé) qui est testé avec une dose réduite de KUMULUS.
Dans le T13, c'est GREEN BOOSTER (engrais foliaire à base de lombricompost) qui est testé en deux applications toujours avec du KUMULUS à dose réduite.
Dans le T14, ce sont les produits PURTICA et PURELLA (purin d'ortie et de prêle) qui sont testés en combinaison avec du KUMULUS.
Le T14 teste les produits GREENFLASH et CLEANHEX.

## 3.2. Dispositif expérimental

L'expérimentation était disposée en blocs aléatoires complets. Tous les objets ont été répétés quatre fois dans l'espace. Les micro-parcelles mesuraient 2,25 m de large sur 6 m de long, soit une superficie de 13,5 m². Seuls les deux rangs centraux de chaque parelle ont été observés.

## 3.3. Paramètres mesurés

Concernant l'évaluation des différentes maladies dans les parcelles, une note a été attribuée par parcelle selon l'échelle présentée dans le tableau 3.

Les cotations ont été réalisée le 10 septembre et le 4 octobre.

Les prélèvements de carottes pour analyse de rendement ont été effectué le 15 octobre, jour de la récolte. Dans chaque parcelle, 2x 1m linéaire de carottes ont été prélevées, les fanes ont été coupées, les carottes ont ensuite été lavées et enfin pesées. Le rendement pour chaque micro-parcelle a été déterminé.
Les carottes ont ensuite été calibrées sur base du calibre commercial 25-40mm (Figure 3).

**Tableau 3.** Échelle de cotation de la sévérité des différentes maladies sur le feuillage des carottes.

| Cotation oïdium | |
|---|---|
| 9 | Pas de symptôme |
| 8 | 1-10 tache(s)/parcelle (1 tache/feuille) |
| 7 | plusieurs taches par feuille-> commence à s'étendre |
| 6 | 5 % de la surface foliaire touchée |
| 5 | 10% de la surface foliaire touchée |
| 4 | 25 % de la surface foliaire touchée |
| 3 | 50 % de la surface foliaire touchée |
| 2 | 75 % de la surface foliaire touchée |
| 1 | 100 % de la surface foliaire touchée |

| Cotation alternariose | |
|---|---|
| 9 | Pas de symptôme |
| 8 | Très peu d'attaque dans les feuilles inférieures |
| 7 | Peu d'attaque dans les feuilles inférieures |
| 6 | Attaque moyenne dans les feuilles du bas et peu d'attaque feuilles du haut |
| 5 | Attaque forte dans les feuilles du bas et peu d'attaque feuilles du haut |
| 4 | Attaque forte dans les feuilles du bas et attaque moyenne dans les feuilles du haut |
| 3 | Les feuilles du bas complètement dévastées et forte attaque dans les feuilles du haut |
| 2 | Les feuilles du bas complètement dévastées et très forte attaque dans les feuilles du haut |
| 1 | Plante complètement nécrosée |

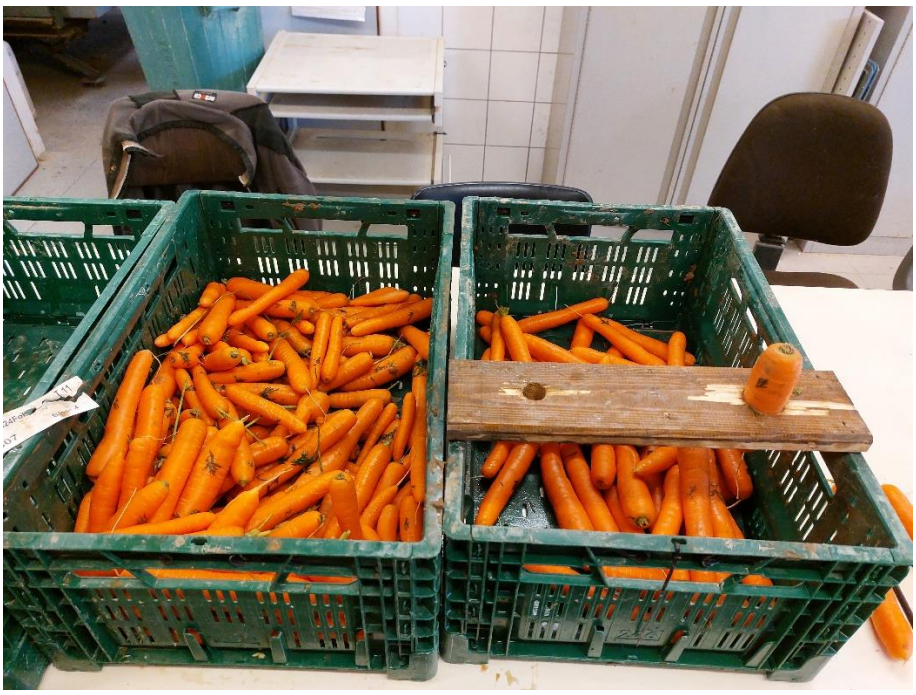

**Figure 3**. Calibrage des carottes.

# 4. Résultats

## 4.1 Oïdium

Les premiers symptômes d'oïdium ont été vus le 12 août dans les parcelles CTRL de l'essai (Figure 4). Ils sont apparus lors d'une belle semaine sans pluie avec des températures estivales. L'oïdium s'est ensuite très doucement développé, il faut dire que les conditions climatiques humides n'étaient pas des plus optimales pour le développement de l'oïdium qui préfère des conditions sèches.

**Figure 4.** Premiers symptômes d'oïdium dans l'essai (12/08 et 16/08).

Les symptômes d'oïdium étaient davantage visibles dans les parcelles CTRL le 04/09 (Figure 5). Ensuite, un nouvel épisode de pluie a eu lieu. La maladie n'a alors presque plus évolué et l'oïdium semblait séché en fin d'essai (Figure 5).

**Figure 5.** Développement de l'oïdium dans une parcelle CTRL le 04/09 (à gauche) et le 11/10 (à droite).

Les résultats des cotations oïdium sont visibles dans le tableau 4. La pression en oïdium n'était pas très élevée dans l'essai avec une cote moyenne dans les parcelles CTRL de 7.
Lors de la cotation du 10/09, l'ensemble des schémas fongicide sont statistiquement meilleurs que le CTRL. L'ensemble des produits montrent donc une bonne protection contre l'oïdium.
Le 4/10, 2 modalités présentaient des légers signes d'oïdium. Il s'agit des produits SERENADE et FYTOSOL testé sans soufre. Il serait intéressant de retester ces produits en conditions de pression maladies plus importante.
Le soufre solide KUMULUS même à 3kg/ha et les soufres liquides sont très efficaces. Le KARMA seul est également efficace.

**Tableau 4.** Résultats des cotations oïdium.

| Modalité | Traitement | 10-sept | Groupes statistiques | 04-oct | Groupes statistiques |
|---|---|---|---|---|---|
| CTRL | | 7,1 | B | 7 | C |
| T 1 | KUMULUS 5kg | 9 | A | 8,9 | A |
| T 2 | KUMULUS 3kg | 9 | A | 9 | A |
| T 3 | VERTIPIN | 9 | A | 9 | A |
| T 4 | MICROTHIOL | 9 | A | 9 | A |
| T 6 | SERENADE + KUMULUS 3kg | 9 | A | 9 | A |
| T 7 | SERENADE | 8,5 | A | 8,3 | B |
| T 8 | KARMA + KUMULUS 3kg | 9 | A | 9 | A |
| T 9 | KARMA | 9 | A | 9 | A |
| T 11 | FYTOSOL | 8,8 | A | 8,4 | AB |
| T 12 | FYTOSAVE + KUMULUS 3kg | 9 | A | 9 | A |
| T 13 | GREEN BOOSTER + KUMULUS 3kg | 9 | A | 9 | A |
| T 14 | PURTICA + PURELLA + KUMULUS 3kg | 9 | A | 9 | A |
| T 15 | GREENFLASH ET CLEANHEX + KUMULUS 3kg | 9 | A | 9 | A |

## 4.2 Alternariose

Les premiers symptômes d'alternariose sont apparus vers le 20 août et la maladie s'est vraiment développée courant du mois de septembre-octobre. Des ronds d'alternariose étaient bien visibles dans les parcelles en fin d'essai (Figure 6).

Les cotations de l'alternariose pour les différents schémas sont visibles dans le tableau 5. Bien que le CTRL montre une cote de sévérité de la maladie non négligeable, aucune différence significative n'est visible avec les différentes modalités. Le KUMULUS n'a pas d'efficacité théorique sur l'alternariose. Aucun produit ne semble se démarquer dans l'essai.

**Figure 6.** Symptômes d'alternariose dans l'essai (4/10 et 11/10).

**Tableau 5.** Résultats des cotations alternariose.

| Modalité | Traitement | 10-sept | Groupes statistiques | 04-oct | Groupes statistiques |
|---|---|---|---|---|---|
| CTRL | | 7,3 | *n.s.* | 6,6 | *n.s.* |
| T 1 | KUMULUS 5kg | 8,3 | *n.s.* | 7,0 | *n.s.* |
| T 2 | KUMULUS 3kg | 7,8 | *n.s.* | 6,3 | *n.s.* |
| T 3 | VERTIPIN | 8,0 | *n.s.* | 6,8 | *n.s.* |
| T 4 | MICROTHIOL | 8,1 | *n.s.* | 7,0 | *n.s.* |
| T 6 | SERENADE + KUMULUS 3kg | 8,1 | *n.s.* | 6,4 | *n.s.* |
| T 7 | SERENADE | 7,6 | *n.s.* | 7,0 | *n.s.* |
| T 8 | KARMA + KUMULUS 3kg | 8,0 | *n.s.* | 6,8 | *n.s.* |
| T 9 | KARMA | 7,6 | *n.s.* | 6,8 | *n.s.* |
| T 11 | FYTOSOL | 7,8 | *n.s.* | 7,0 | *n.s.* |
| T 12 | FYTOSAVE + KUMULUS 3kg | 8,3 | *n.s.* | 6,5 | *n.s.* |
| T 13 | GREEN BOOSTER + KUMULUS 3kg | 7,6 | *n.s.* | 6,0 | *n.s.* |
| T 14 | PURTICA + PURELLA + KUMULUS 3kg | 8,0 | *n.s.* | 6,8 | *n.s.* |
| T 15 | GREENFLASH ET CLEANHEX + KUMULUS 3kg | 8,4 | *n.s.* | 6,4 | *n.s.* |

## 4.3 Rendement

Les rendements calculés d'après les prélèvements dans l'essai sont supérieurs à 100 t/ha ce qui correspond à de très bons rendements en carotte bio (Tableau 6). Le CTRL, qui n'a reçu aucune protection fongique, montre un rendement légèrement inférieur aux autres modalités mais la différence n'est pas significative. Dans les produits biostimulants et/ou engrais foliaires, aucun n'a permis d'améliorer le rendement.
Au niveau du calibre commercial, il n'y a pas de différence significative non plus.

**Tableau 6.** Résultats de rendement des différentes modalités ainsi que les données de calibrage.

| | | Rendement | | | Calibre | | | Calibre commercial | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Modalité** | **Traitement** | **t/ha** | **Ecart-type** | **Groupes statistiques** | **% <25mm** | **% 25-40mm** | **% >40mm** | **Quantité t/ha 25-40mm** | **Ecart-type** | **Groupes statistiques** |
| CTRL | | 103,2 | 4,3 | *n.s.* | 9,4 | 84,7 | 5,9 | 87,3 | 3,6 | *n.s.* |
| T 1 | KUMULUS 5kg | 114,3 | 7,6 | *n.s.* | 13,1 | 79,6 | 7,3 | 91,0 | 4,9 | *n.s.* |
| T 2 | KUMULUS 3kg | 112,4 | 10,2 | *n.s.* | 9,3 | 82,1 | 8,6 | 92,4 | 11,7 | *n.s.* |
| T 3 | VERTIPIN | 114,3 | 6,6 | *n.s.* | 8,8 | 82,9 | 8,3 | 94,9 | 8,3 | *n.s.* |
| T 4 | MICROTHIOL | 111,7 | 2,9 | *n.s.* | 10,9 | 81,9 | 7,2 | 91,6 | 4,4 | *n.s.* |
| T 6 | SERENADE + KUMULUS 3kg | 108,7 | 9,2 | *n.s.* | 6,7 | 83,3 | 10,0 | 90,7 | 10,1 | *n.s.* |
| T 7 | SERENADE | 108,2 | 1,8 | *n.s.* | 10,4 | 83,2 | 6,5 | 90,0 | 5,3 | *n.s.* |
| T 8 | KARMA + KUMULUS 3kg | 106,5 | 4,2 | *n.s.* | 11,3 | 85,8 | 3,0 | 91,4 | 3,4 | *n.s.* |
| T 9 | KARMA | 107,1 | 6,8 | *n.s.* | 12,2 | 81,5 | 6,3 | 87,3 | 6,7 | *n.s.* |
| T 11 | FYTOSOL | 112,9 | 4,7 | *n.s.* | 11,1 | 80,8 | 8,1 | 91,3 | 6,8 | *n.s.* |
| T 12 | FYTOSAVE + KUMULUS 3kg | 110,6 | 0,9 | *n.s.* | 10,4 | 81,2 | 8,4 | 89,9 | 4,2 | *n.s.* |
| T 13 | GREEN BOOSTER + KUMULUS 3kg | 104,5 | 8,2 | *n.s.* | 11,5 | 80,9 | 7,7 | 84,3 | 3,5 | *n.s.* |
| T 14 | PURTICA + PURELLA + KUMULUS 3kg | 110,1 | 8,3 | *n.s.* | 8,4 | 85,2 | 6,4 | 93,8 | 7,4 | *n.s.* |
| T 15 | GREENFLASH ET CLEANHEX + KUMULUS 3kg | 111,5 | 8,6 | *n.s.* | 12,6 | 79,7 | 7,7 | 88,7 | 5,4 | *n.s.* |

## 5. Synthèse

Le but de l'essai était de comparer l'efficacité de différents schémas de protection fongique en culture de carotte bio. Différents produits (soufre liquide, biostimulant, engrais liquide) ont été testés en comparaison a du soufre solide.

La pression en oïdium est restée faible durant tout l'essai. Les conditions météo que nous avons connues cette saison n'était pas très propices au développement de cette maladie. En effet, l'oïdium se développe par temps sec et chaud avec un peu d'humidité nocturne. En situation de faible pression en oïdium, KUMULUS appliqué à dose réduite (3kg/ha) permet une bonne protection. Le VERTIPIN et MICROTHIOL ont également montré de bons résultats. KARMA appliqué seul permet aussi une bonne protection. Par contre, SERENADE et FYTOSOL appliqué seul montre quelques lacunes.

L'alternariose s'est bien développé en fin d'essai avec des ronds de brûlures bien visibles dans les parcelles. Dans cet essai, aucun produit n'a montré une efficacité contre l'alternariose.

Au niveau rendement, même si le CTRL montre un rendement en moyenne légèrement inférieur, aucun produit n'a permis une augmentation significative.