

# Essais de terrain avec l'hydrazide maléique (2023)

Essais à Tongeren, Poperinge et Sint-Niklaas

Réalisés par PIBO Campus, VTI Poperinge et LTCW Sint-Niklaas

Dans le cadre du Centre Agricole de la Pomme de Terre

Auteur : Veerle De Blauwer

Traduction Chat GPT, révision Thomas Dumont de Chassart (Fiwap)

Partenaires



## Table des matières

2. OBJECTIFS .....	3
3. MATÉRIEL ET MÉTHODES .....	3
3.1. Conditions expérimentales de l'essai.....	3
3.1.1. Lieux .....	3
3.1.2. Variétés .....	3
3.1.3. Objets .....	3
3.1.4. Plans de l'essai .....	4
4. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES.....	6
4.1. Application précoce.....	7
4.2. Traitement selon la pratique régionale.....	9
4.3. Traitement tardif .....	10
5. RÉSULTATS .....	12
5.1. Tongeren .....	12
5.1.1. Echantillonnage avant les pulvérisations .....	12
5.1.2. Observations de terrain pendant la saison .....	12
5.1.3. Rendement.....	14
5.1.4 Poids sous eau (PSE) .....	15
5.1.5 Germination .....	15
5.2. Poperinge.....	17
5.2.1. Echantillonnage avant les pulvérisations .....	17
5.2.2. Observations sur le terrain pendant la saison .....	17
5.2.3. Rendement.....	19
5.2.4. Qualité .....	20
5.2.5. Germination .....	21
5.3 Sint-Niklaas .....	22
5.3.1. Rendement et calibre lors de la première pulvérisation .....	22
5.3.2. Observations de terrain pendant la saison .....	22
5.3.3. Rendement.....	24
5.3.4. Qualité .....	26
5.3.5. Germination .....	26
6. CONCLUSION .....	28

## 2. OBJECTIFS

En combinaison avec les nouveaux anti-germinatifs pendant le stockage, il est fortement conseillé d'utiliser des produits à base d'hydrazide maléique (MH) pendant la saison de croissance. Si ces produits sont utilisés correctement et au moment approprié, ils peuvent permettre aux tubercules de pommes de terre de mieux se conserver au moment de l'entreposage. Cela augmente les chances de succès d'une bonne maîtrise de la germination pendant la période de stockage.

Entre 2005 et 2008, de nombreuses expériences ont déjà été réalisées avec cette substance active dans le cadre du Centre Agricole de la Pomme de Terre. À l'époque, l'accent n'était pas seulement mis sur l'inhibition de la germination, mais aussi la limitation des repousses en cultures. Les essais de 2023 étaient principalement axés sur une bonne inhibition de la germination (cf. 2021 et 2022).

Dans les trois sites, l'accent était mis sur le choix du moment idéal pour le traitement. À Sint-Niklaas, deux variétés différentes étaient plantées sur le même champ ; à Poperinge et Tongeren, une seule variété. À Poperinge (VTI) et Tongeren (PIBO-Campus), les traitements ont été effectués à trois moments différents (tôt, selon la pratique de la région, tard).

## 3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 3.1. Conditions expérimentales de l'essai

#### 3.1.1. Lieux

Les essais avec l'hydrazide maléique ont été réalisés à trois endroits : Poperinge (VTI), Sint-Niklaas (LTCW) et Tongeren (PIBO-Campus).

#### 3.1.2. Variétés

À Tongeren et Poperinge, l'essai a été effectué avec la variété la plus répandue en Flandre, à savoir Fontane. À Sint-Niklaas, deux variétés ont été utilisées sur un même site d'essai : Fontane et Bintje.

#### 3.1.3. Objets

Cette année, l'accent a été mis sur le moment d'application de l'hydrazide maléique (MH) sur chacun des trois sites. À Tongeren et Poperinge, l'objectif était de réaliser une application au même moment que la pratique habituelle dans les environs. De plus, une pulvérisation précoce et une pulvérisation tardive étaient prévues. À Sint-Niklaas, sur les sols sableux, il est plus difficile de trouver un moment approprié pour une application correcte (sans stress). Comme deux variétés étaient également plantées sur ce champ, deux moments d'application ont été choisis à Sint-Niklaas : tôt et selon la pratique régionale.

À Sint-Niklaas, 5 kg/ha de Fazor ont été utilisés, tandis qu'à Tongeren, 11 l/ha d'Itcan ont été appliqués, et à Poperinge, 11 l/ha de Crown SL (toujours seuls, sans ajout d'autres produits). Chaque site a été pulvérisé avec un volume de 300 à 400 litres par hectare.

Tableau 1 Aperçu des objets par localisation

Nr.		Timing 1 - tôt	Timing 2 - « normal »	Timing 3 - tard
<b>Tongeren – Fontane - plantation 8 mai – récolte 4 octobre</b>				
1	Non traité	-	-	-
2	Timing 1 - tôt	11 août	-	-
3	Timing 2 - normal	-	23 août	-
4	Timing 3 - tard	-	-	8 septembre
<b>Poperinge – Fontane - plantation 24 mai – récolte 3 octobre</b>				
1	Non traité	-	-	-
2	Timing 1 - tôt	4 août	-	-
3	Timing 2 - normal	-	20 août	-
4	Timing 3 - tard	-	-	3 septembre
<b>Sint-Niklaas-Fontane &amp; Bintje – plantation 11 mai – récolte 22 septembre</b>				
1	Fontane Non traité	-	-	-
2	Fontane Timing 1 -tôt	7 août	-	-
3	Fontane Timing 2 -normal	-	16 août	-
4	Bintje non traité	-	-	-
5	Bintje Timing 1 - tôt	7 août	-	-
6	Bintje Timing 2 -normal	-	16 août	-

### 3.1.4. Plans de l'essai

Figure 1 Plan de l'essai à Tongeren (Pibo Campus) - 2023

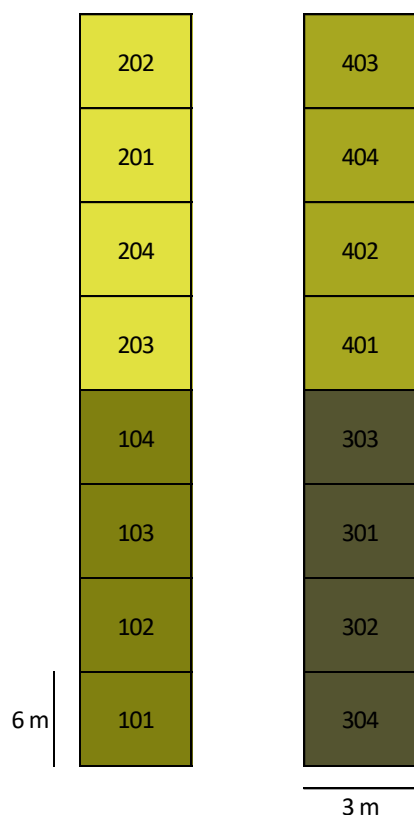


Figure 2 Plan de l'essai à Poperinge (VTI) - 2023

104	201	302	403
103	204	301	402
102	203	304	401
101	202	303	404

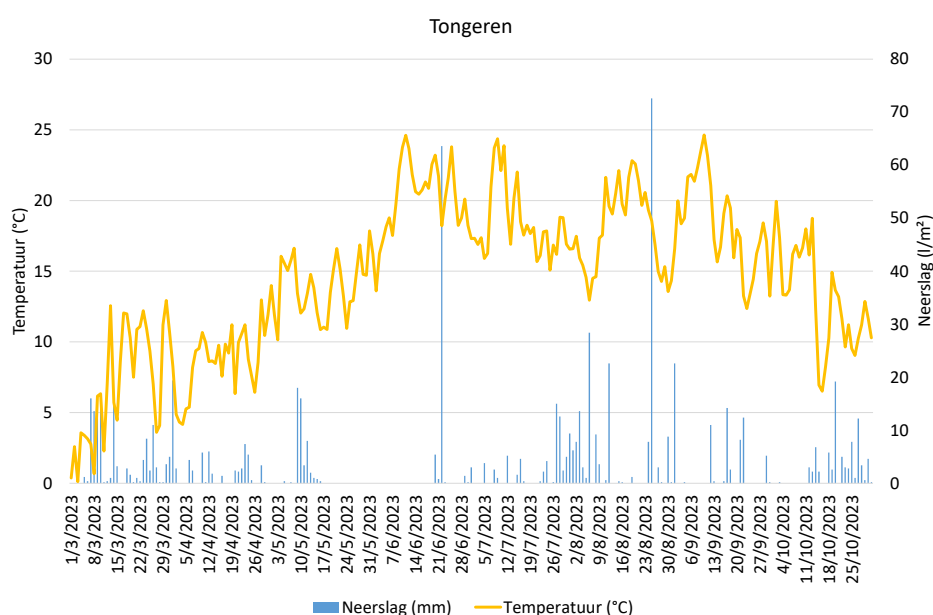
Figure 3 Plan de l'essai à Sint-Niklaas (LTCW) - 2023

106	203	306	403
105	202	305	402
104	201	304	401
103	206	303	406
102	205	302	405
101	204	301	404

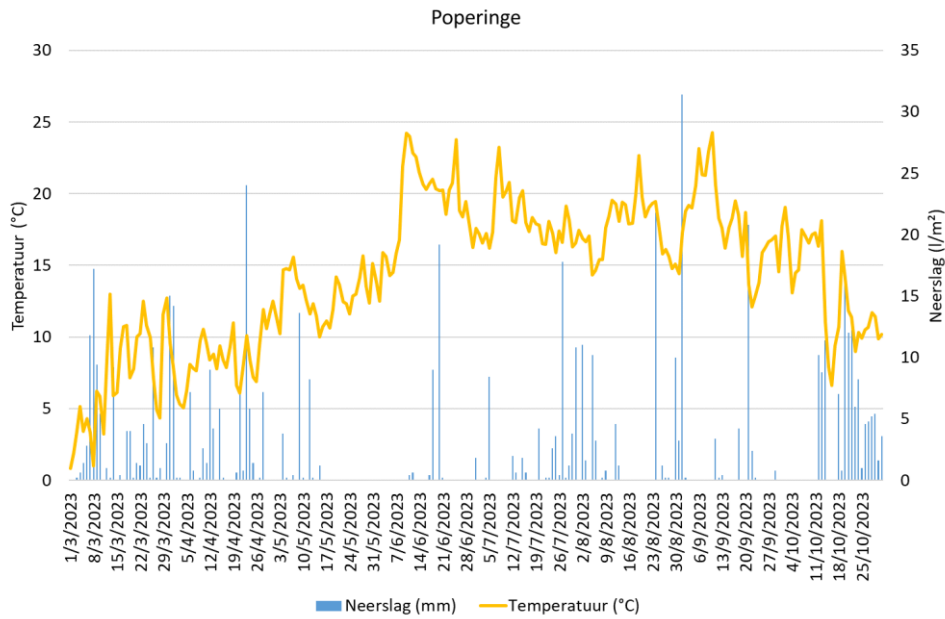
## 4. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

En raison du temps pluvieux en avril, le sol était impraticable dans de nombreux endroits, ce qui a entraîné des retards importants dans les travaux de printemps. Les plantations ont donc commencé très tard. Mai a été plus ensoleillé et plus sec. Il est à noter que la pluie n'est tombée que dans la première moitié de ce mois printanier. Juin a ensuite été très chaud et ensoleillé, avec même une vague de chaleur. La longue période de sécheresse a rendu la levée des plants difficile. Heureusement, il a plu de nouveau à la fin juin, ce qui a permis à la croissance des cultures de reprendre. Juillet a été un mois humide et plutôt sombre. À l'exception d'une semaine plus chaude au début de juillet, les températures sont restées inférieures aux normales saisonnières. À partir du 12 octobre, il a commencé à pleuvoir et il n'y a pratiquement pas eu de jour sans pluie.

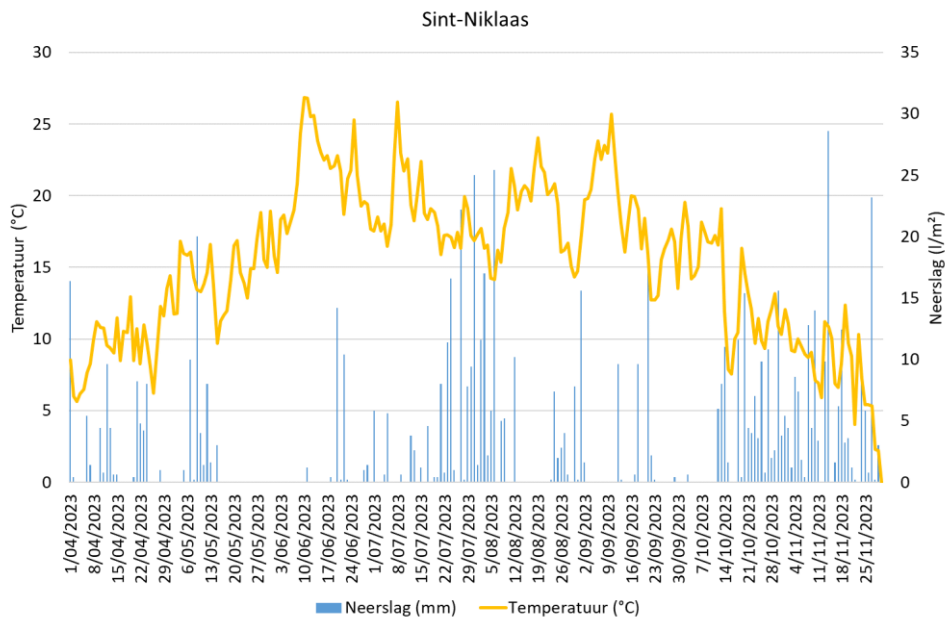
Graphique 1 Données météorologiques Metinet Tongeren



Graphique 2 Données météorologiques Metinet Poperinge



Graphique 3 Données météorologiques Metinet Sint-Niklaas



### 4.1. Application précoce

Les dix derniers jours de juillet ont été particulièrement pluvieux. Souvent, la culture n'avait pas encore assez de jours de croissance pour être suffisamment développée pour un traitement à l'hydrazide maléique (MH) sans risque de diminution du rendement. Ensuite, le mois d'août a également commencé avec beaucoup de pluie et des températures fraîches.

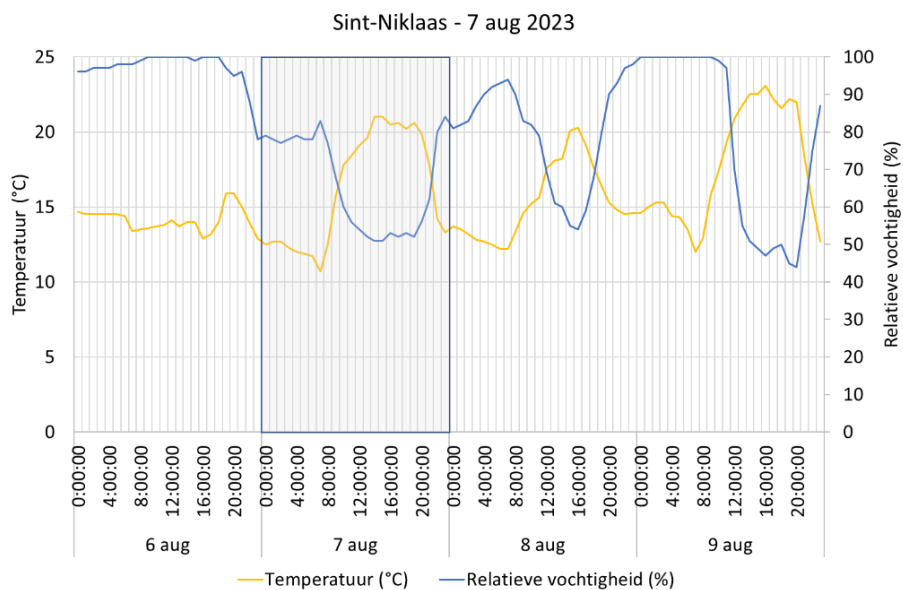
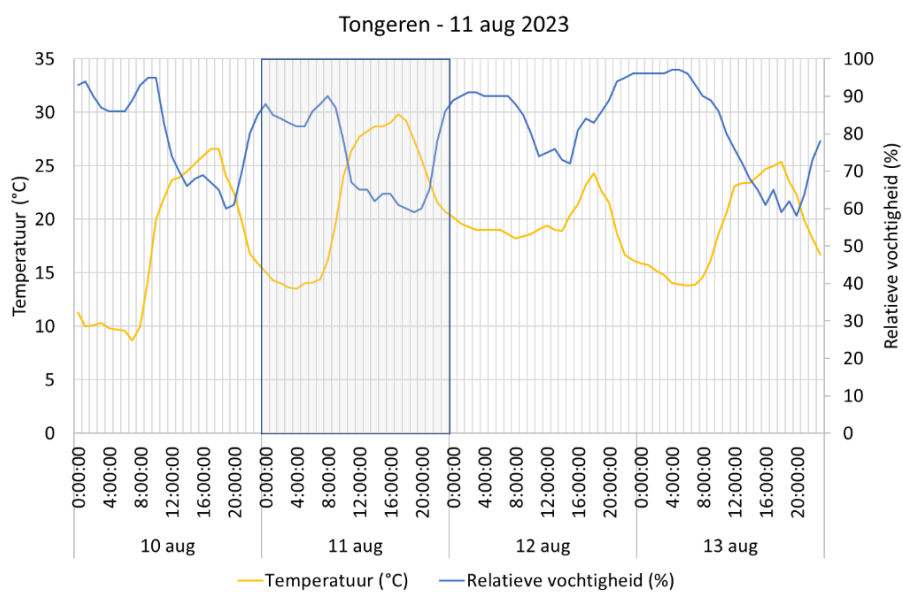
Pour la première d'application, les parcelles ont donc été traitées respectivement les 4, 7 ou 11 août. Le risque d'un traitement trop précoce est que le calibre des pommes de terre soit encore trop petit, ce qui peut entraîner une baisse de rendement après le traitement à l'hydrazide maléique.

Au début du mois d'août, il faisait souvent nuageux et pluvieux, il a donc fallu trouver un moment approprié pour le traitement.

Tableau 2 : Conditions météorologiques pendant et après les pulvérisations précoces - 2023

Paramètres	Poperinge 4 août	Sint-Niklaas 7 août	Tongeren 11 août
Heure	8h30	8h00	9h30
Température (°C)	14,5°C	13°C	22,5 °C
Humidité relative (%)	83%	60%	50%
Vitesse moyenne du vent (km/h)		16	11
Vitesse maximum du vent (km/h)		20	17
État de la culture		Sèche	Sèche
Nombre d'heure sèche après le traitement	22h	20h	22h

Sur les graphiques : relative vochtigheid = humidité





## 4.2. Traitement selon la pratique régionale

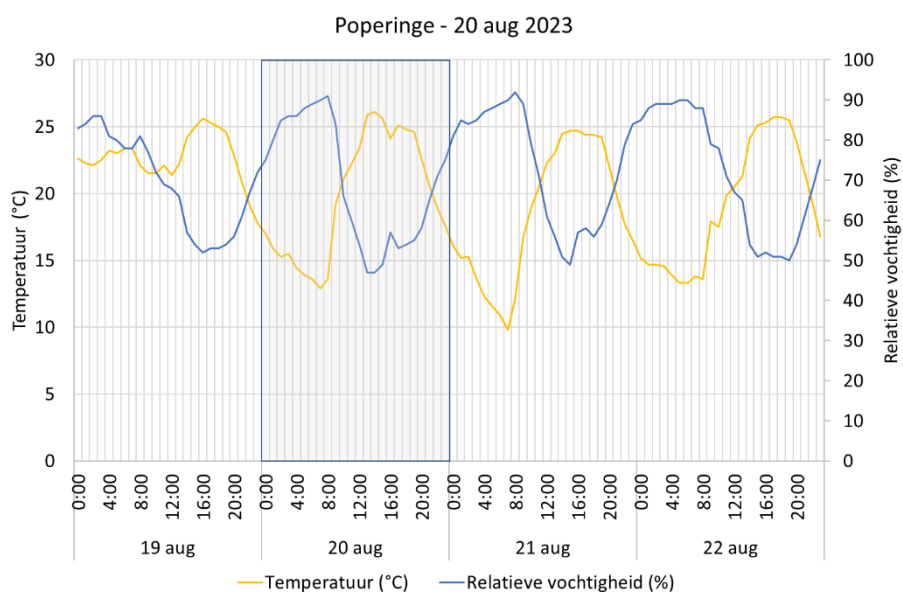
Dans la pratique, les variétés Fontane et Challenger en Flandre ont principalement été traitées avec de l'hydrazide maléique vers le 23 août (source : courbes de croissance). Cela correspond à une période de temps stable et ensoleillé.

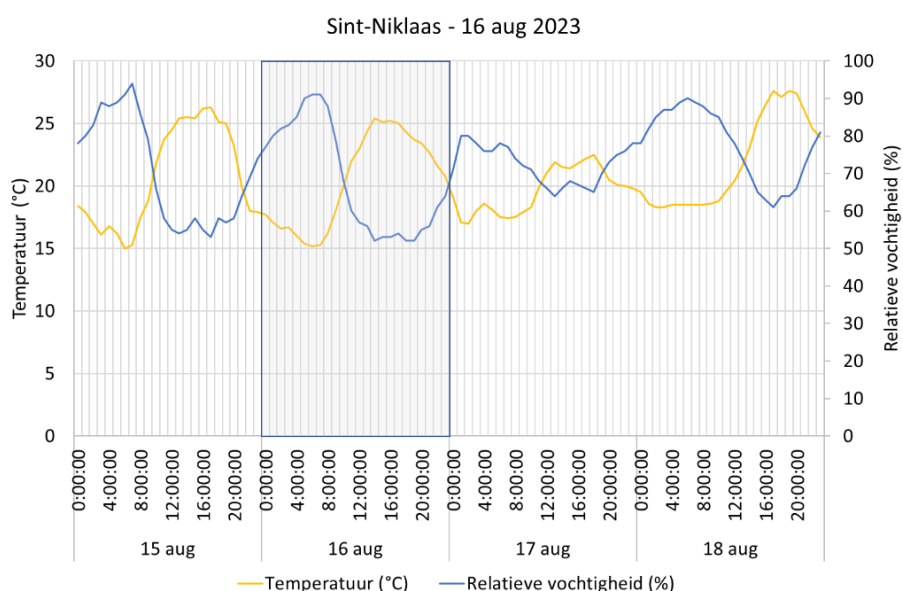
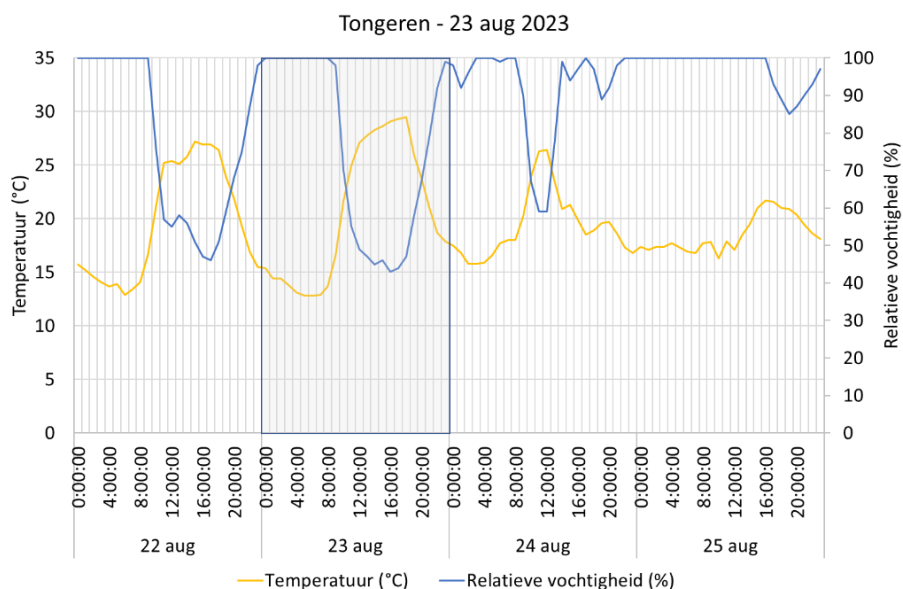
Dans les essais le traitement « selon la pratique » sur les trois sites d'essai a eu lieu le 16, 20 ou 23 août.

Tableau 2 : Conditions météorologiques pendant et après les pulvérisations à la période habituelle - 2023

Paramètres	Poperinge 20 août	Sint-Niklaas 16 août	Tongeren 23 août
Heure	9h30	7h00	9h30
Température (°C)	20,5°C	20°C	22,5°C
Humidité relative (%)	75 %	72%	75 %
Vitesse du vent moyenne (km/h)		6,5	7,3
Vitesse du vent maximum (km/h)		9,4	10,5
Etat de la culture		Sèche	Sèche
Nombre d'heure sèche après traitement	> 24h	26h	27h

Sur les graphiques : relatieve vochtigheid = humidité relative





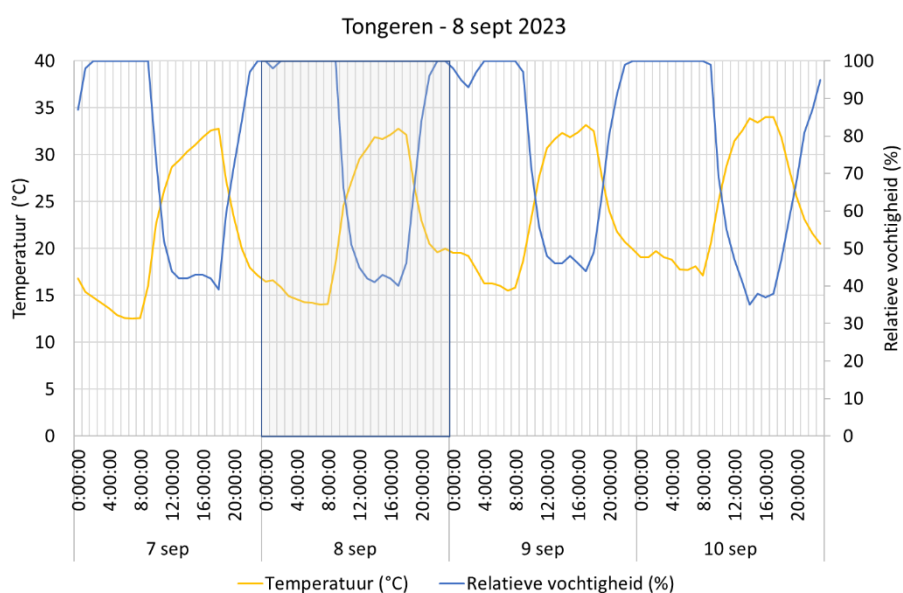
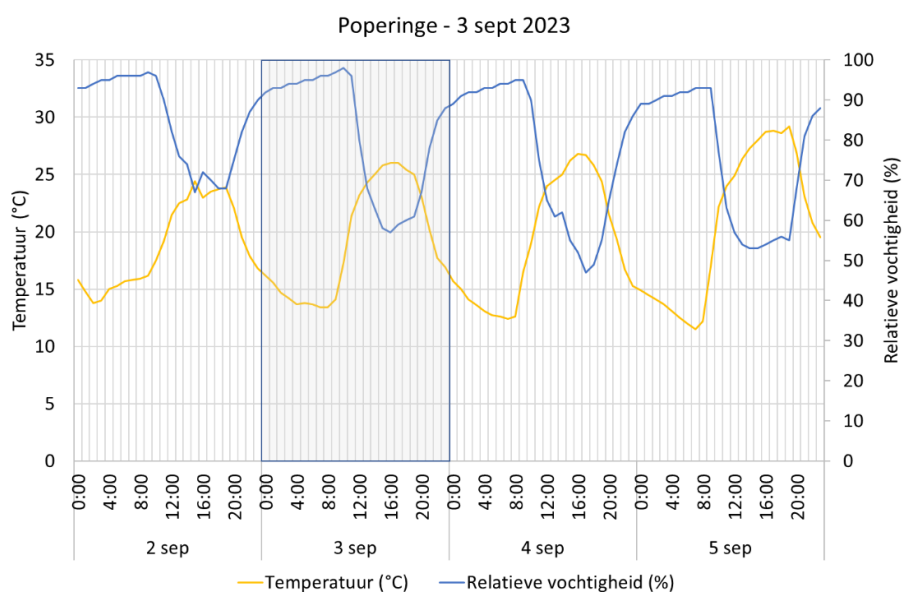
### 4.3. Traitement tardif

À Poperinge et à Tongeren, un traitement tardif a également été effectué, respectivement le 3 et le 8 septembre. Dans la pratique, des parcelles plantées très tardivement ont encore été traitées début septembre. C'était après une période de temps plus humide et moins beau. Au cours du deuxième trimestre de septembre, il y a eu une vague de chaleur.

Le risque d'une application trop tardive d'hydrazide maléique est que la substance active n'ait plus suffisamment de temps pour pénétrer complètement dans les tubercules où elle doit exercer son action en tant qu'inhibiteur de germination.

Tableau 3 : Conditions météorologiques pendant et après les pulvérisations tardives - 2023

Paramètres	Poperinge 3 sept	Tongeren 8 sept
heure	9h30	8h45
Temperature (°C)	15,5	21,5
Humidité relative (%)	97	77
Vitesse moyenne du vent (km/h)		1,7
Vitesse maximum du vent (km/h)		3,2
État de la culture		sèche
Nombre d'heure sèche après traitement	> 24h	> 24h



## 5. RÉSULTATS

Les résultats ont été traités à l'aide du package statistique AGROVA-R développé par Inagro en langage R et validés avec SPSS.

Légende des tableaux de résultats :

Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p=0,05$ )

KWV = Kleinste wezenlijk verschil = Plus petite différence significative ; VC = Coefficient de variation (%)

Valeur p : \* = Significatif ( $p<0,05$ ) ; \*\* = Très significatif ( $p<0,01$ ) ; \*\*\* = Extrêmement significatif ( $p<0,001$ ) ; N.S. = Non significatif ( $p>=0,05$ )

### 5.1. Tongeren

Le 8 mai, l'essai a été planté à Tongeren dans un sol limoneux. Environ 85% des plantes étaient sorties de terre le 20 juin.

#### 5.1.1. Echantillonnage avant les pulvérisations

Le 6 juillet, un nombre limité de plants ont été récoltés et les calibres étaient encore trop petits, avec 60% de +35 mm. Pour une application sûre d'hydrazide maléique (sans perte de rendement), au moins 80% des tubercules doivent se situer dans la catégorie des +35 mm.

Le 17 juillet, les calibres étaient encore légèrement trop petits, avec 75% de +35 mm. À partir de ce moment-là, une première pulvérisation pouvait être programmée dès que les conditions météorologiques n'étaient pas stressantes.

Le 8 août, les calibres étaient de taille plus que suffisante. Finalement, le 11 août, le premier traitement a été réalisé.

Tableau 4 : Echantillons intermédiaire (%) – sur base de 2x5 plants par objet

	-35 mm	35-50 mm	50-70 mm	+70 mm	+35 mm
8 août	6,4	39,8	53,8	0,0	93,6
21 août	2,0	17,3	57,2	23,5	98,0

#### 5.1.2. Observations de terrain pendant la saison

D'après les observations du 6 juillet, il semble que début juillet, la culture présentait une croissance plutôt modérée en raison d'une levée un peu irrégulière. Un mois plus tard, début août, nous avons pu observer une très belle culture, sans différences significatives sur le plan statistique entre les différents objets.

La première application la plus précoce, le 11 août, ne semble pas avoir stressé la culture car deux semaines plus tard, la croissance de la culture était aussi bonne que celle des autres objets.

De même, la pulvérisation effectuée dans la deuxième moitié d'août n'a pas eu d'effets néfastes sur l'état de la culture et n'a pas accéléré le mûrissement.

Tableau 5 : Etat de la culture à 3 moments de la saison de croissance – Tongeren (échelle 1 : très mauvais à 9: très bon)

Nr	Objet	6 juillet		8 août		23 août	
1	Non traité	5,8	a	6,8	a	6,5	a
2	Timing 1 - tôt (11 août)	5,5	a	7,8	a	6,5	a
3	Timing 2 - normal (23 août)	6,0	a	7,0	a	6,3	a
4	Timing 3 - tard (8 sept)	5,5	a	6,5	a	6,5	a
	<b>Moyenne</b>	<b>5,7</b>		<b>7,0</b>		<b>6,4</b>	
	KWV	1,8		1,3		1,2	
	VC (%)	14,4		8,3		8,3	
	p-waarde Factor 1	0,797	N.S.	0,063		0,880	N.S.

Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p=0,05$ )

Tableau 6 : Senescence de 2 objets pendant la saison – Tongeren (échelle 1: pas de senescence à 9: complément mort)

N	Objet	4 sept		21 sept	
1	Non traité	2,8	a	3,5	a
2	Timing 1 - tôt (11 août)	3,0	a	3,5	a
3	Timing 2 - normal (23 août)	2,8	a	3,5	a
4	Timing 3 - tard (8 sept)	3,0	a	3,5	a
	<b>Moyenne</b>	<b>2,9</b>		<b>3,5</b>	
	KWV	Nvt wegens Kruskal-Wallis		0,0	
	VC (%)	13,0		0,0	
	p-waarde Factor 1	0,924	N.S.	0,436	N.S.

Photo 1 : Aperçu des 4 objets le 4 septembre 2023 - Tongeren

Objet 1 – Non traité



Objet 2 – Timing 1 - tôt



Objet 3 – Timing 2 - normal



Objet 4 – Timing 3 - tard



### 5.1.3. Rendement

Le rendement brut sur le champ d'essai à Tongeren était de 63,6 tonnes/ha pour la variété Fontane. Comme la récolte d'échantillons est toujours effectuée au milieu du champ, nous en retirons 20% pour obtenir un chiffre comparable à un rendement pratique (en tenant compte des traces de pulvérisation, des bordures, etc.). Cela nous donne un rendement pratique de 50,8 tonnes/ha. Cela correspond parfaitement à la moyenne flamande de 50,4 tonnes/ha.

D'un point de vue statistique, il n'y avait pas de différences significatives. Les coefficients de variation étaient assez élevés, ce qui rendait les différences difficiles à détecter rapidement.

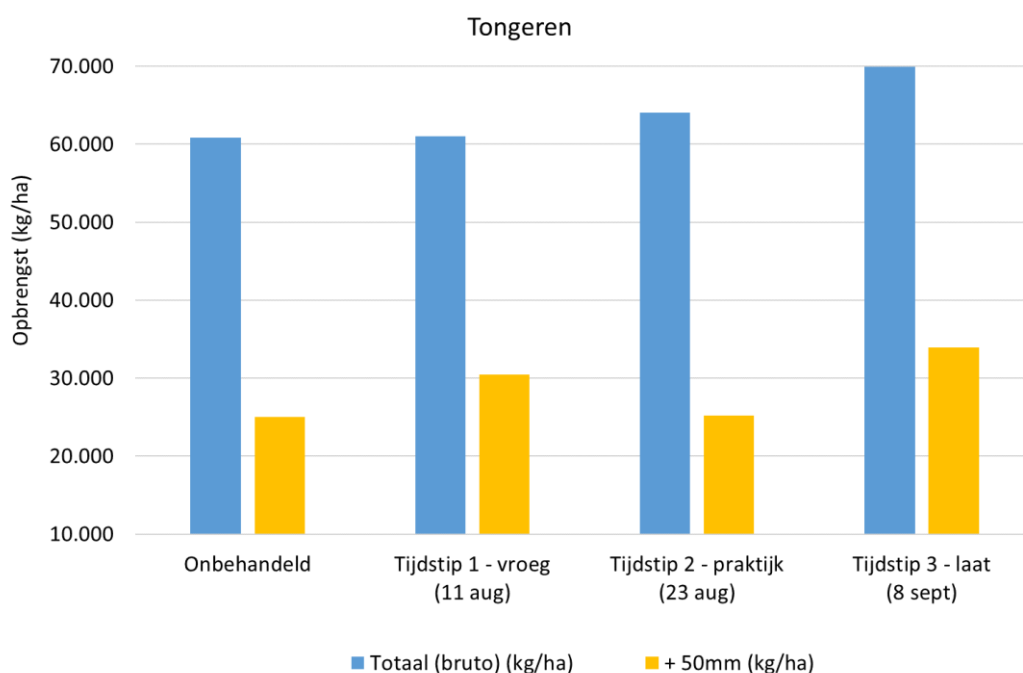
Dans le calibre 35-50mm, il n'y avait pas de différences apparentes. Dans le calibre +50mm, la variation entre les parcelles était très importante. Il est préférable de regarder directement le rendement brut total avec un coefficient de variation plus faible. Dans ce rendement total, il n'y avait également pas de différences statistiquement significatives, mais une tendance se dessine dans les résultats. Plus la pulvérisation était tardive dans la saison, plus le rendement était élevé. Cela pourrait être dû au stress supplémentaire occasionné après un traitement. Lors de la première pulvérisation le 11 août, il faisait encore assez chaud le jour même ; les jours suivants ont été beaucoup plus frais. De même, le 23 août (timing 2), il faisait chaud avec des jours plus frais par la suite.

Tableau 7 : rendement et calibre à la récolte, le 4 octobre 2023 – Tongeren (9 m<sup>2</sup> récolté par parcelle)

N	Objet	35-50mm (net) (kg/ha)		+50mm (net) (kg/ha)		Total (brut) (kg/ha)	
1	Non traité	15.428	a	25.043	a	60.887	a
2	Timing 1 - tôt (11 août)	15.356	a	30.496	a	61.019	a
3	Timing 2 - normal (23 août)	15.456	a	25.176	a	64.025	a
4	Timing 3 - tard (8 sept)	15.150	a	33.936	a	69.909	a
	<b>Moyenne</b>	<b>15.340</b>		<b>28.895</b>		<b>63.956</b>	
	KVV	6.668		Nvt wegens Kruskal-Wallis		18.727	
	VC (%)	20,7		32,6		13,4	
	p-waarde Factor 1	0,988	N.S.	0,657	N.S.	0,427	N.S.

Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (p=0,05)

Graphique 4 : rendement total (brut) en calibre +50 mm (net) en kg/ha – Tongeren



#### 5.1.4 Poids sous eau (PSE)

Après la récolte, le PSE a été déterminé. Les pulvérisations de MH n'ont eu aucune influence sur le PSE.

Tableau 8 : PSE (g/5kg) après récolte – Tongeren

Nr	Objet	PSE (g/5kg)	
1	Non traité	400	a
2	Timing 1 - tôt (11 août)	399	a
3	Timing 2 - normal (23 août)	383	a
4	Timing 3 - tard (8 sept)	385	a
<b>Moyenne</b>		392	
KVV		46	
VC (%)		5,4	
p-waarde Factor 1		0,55	N.S.

#### 5.1.5 Germination

Les tubercules de tous les objets et répétitions ont été placés en stockage peu de temps après la récolte et triage. Ils ont été conservés dans un frigo à une température constante de 7 à 8 °C.

Au début du mois de janvier, aucune germination n'a été observée pour aucun des objets.

À la fin du mois de janvier, les premières pousses ont commencé à apparaître, surtout sur l'objet non traité où les yeux étaient actifs. La longueur moyenne des germes dans cet objet était de 2,3 mm. Les trois autres objets traités ont montré un niveau de germination similaire, avec une longueur maximale des pousses d'environ 0,8 à 1 mm.

Fin février, l'objet non traité avait clairement le taux de germination le plus élevé. Il n'y avait pas de différences de germination pour les trois différents moments d'application de MH. Ainsi, même après un traitement le 8 septembre, il semble qu'une quantité suffisante de MH soit encore transportée vers les tubercules.

Tableau 9 : germination par objet le 2 janvier 2024, 29 janvier 2024 en 26 février 2024. La germination est évaluée en fonction de la longueur du germe le plus long par tubercule. (Moyenne de 20 tubercules par objet) exprimées en mm. (Tongeren)

Nr		2 janvier		29 janvier		26 février	
1	Non traité	0,0	a	2,3	a	11,5	a
2	Timing 1 - tôt (11 août)	0,0	a	0,8	a	3,5	b
3	Timing 2 - normal (23 août)	0,0	a	1,0	a	2,8	b
4	Timing 3 - tard (8 sept)	0,0	a	0,8	a	4,8	b
	<b>Moyenne</b>	<b>0,0</b>		<b>1,2</b>		<b>5,6</b>	
	KWV	0,0		1,6		4,9	
	VC (%)	0,0		60,0		39,4	
	p-waarde Factor 1	0,0	***	0,0441	*	0,00126	**

Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (p=0,05)



## 5.2. Poperinge

La plantation de l'essai à Poperinge a eu lieu le 24 mai.

### 5.2.1. Echantillonnage avant les pulvérisations

Pour chaque période, le calibrage a été effectué sur un prélèvement de 10 plants. Au début du mois d'août, il était prévu théoriquement qu'il faudrait attendre encore environ deux semaines avant le traitement au MH. C'est pourquoi un traitement précoce a été réalisé début août.

Début août, le calibre convenait pour effectuer un traitement.

Tableau 11 : Échantillonnages intermédiaires - nombre de tubercules par 10 plants par date

	-35 mm	35-50 mm	+50 mm	+60 mm	+35 mm
4 août	15	65	20	2	85 %
20 août	11	49	37	22	91 %
3 septembre	1	34	42	32	99 %

### 5.2.2. Observations sur le terrain pendant la saison

L'essai a débuté avec une culture très homogène. Durant la 2<sup>ème</sup> quinzaine d'août, la culture était toujours belle et verte. Aucun effet visuel du traitement de début août n'était visible. Début septembre, au moment du troisième traitement, il était visible que la senescence de la culture avait commencé. L'objet avec le traitement le plus précoce présentait le moins bon état de végétation car la senescence était déjà plus avancée. Ce traitement avait apparemment donné un stress supplémentaire au feuillage.

Mi-septembre, la différence était encore plus marquée : chez l'objet 2 (timing 1), la senescence était la plus avancée avec plus de feuilles brunes dans les étages supérieurs de la végétation. L'objet non traité était le moins avancé en senescence.

Tableau 10 : Etat de la culture à 3 moments de la saison de croissance – Poperinge (échelle 1: très mauvais à 9: très bon)

Nr		4 août		20 août		3 sept	
1	Non traité	9,0	a	8,9	ab	8,2	a
2	Timing 1 - tôt (4 août)	9,0	a	8,7	b	7,3	b
3	Timing 2 - normal (20 août)	9,0	a	8,8	ab	8,1	a
4	Timing 3 - tard (3 sept)	9,0	a	8,9	a	8,1	a
	<b>Moyenne</b>	<b>9,0</b>		<b>8,8</b>		<b>7,9</b>	
	KWV	0,17		0,23		Nvt wegens Kruskal-Wallis	
	VC (%)	0,85		1,17		2,2	
	p-waarde Factor 1	0,932	N.S.	0,042	*	0,015	*

(\*) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd.

De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (p=0,05)

Tableau 11 senescence à 2 moment de la saison – Poperinge (échelle 1: pas de senescence à 9: complètement mort)

N		10 sept		16 sept	
		1	Non traité	9,0	
2	Timing 1 - tôt (4 août)	9,0		7,0	b
3	Timing 2 - normal (20 août)	9,0		8,2	a
4	Timing 3 - tard (3 sept)	9,0		8,1	a
	<b>Moyenne</b>	<b>9,0</b>		<b>7,9</b>	
	KVV	0,0		Nvt wegens Kruskal-Wallis	
	VC (%)	0		1,6	
	p-waarde Factor 1	0	N.S.	0,011	*

(\*) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd.

De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (p=0,05)

Photo 2 : objet non traité à plusieurs moments - Poperinge

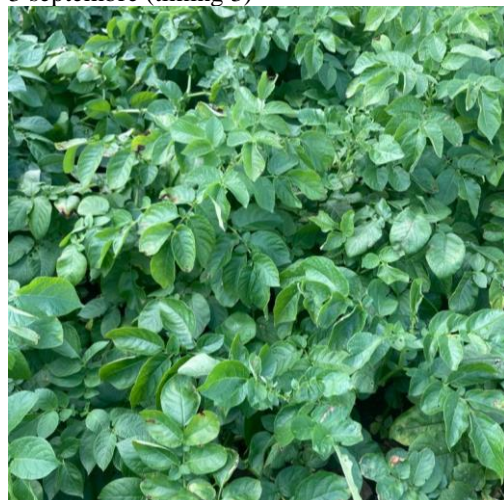
7 août (juste avant le 1er traitement)



20 août (timing 2)



3 septembre (timing 3)





Objet 2 (Timing 1)      Objet 3 (Timing 2)      Objet 4 (Timing 3)      non traité

### 5.2.3. Rendement

Le rendement brut sur la parcelle d'essai à Poperinge était de 64,4 tonnes/ha. Étant donné que la récolte expérimentale est toujours effectuée au milieu du champ, nous soustrayons 20% pour obtenir un chiffre comparable à un rendement pratique (en tenant compte des traces de pulvérisation, des bordures de champ, etc.). Cela nous donne un rendement pratique de 51,5 tonnes/ha, ce qui est tout à fait conforme à la moyenne flamande de 50,4 tonnes/ha.

Environ 90% du rendement est du +50 mm.

C'est dans les deux traitements d'août, que les poids de calibre 35-50 mm sont restés les plus importants. Les différences sont moins marquées dans la catégorie +50 mm. En particulier, l'objet 4 (timing 3), traité tardivement, présente le rendement le plus bas dans cette catégorie. Le même schéma se répète pour le calibre +70 mm, où l'objet 2 obtient le meilleur score et l'objet 4 le plus bas.

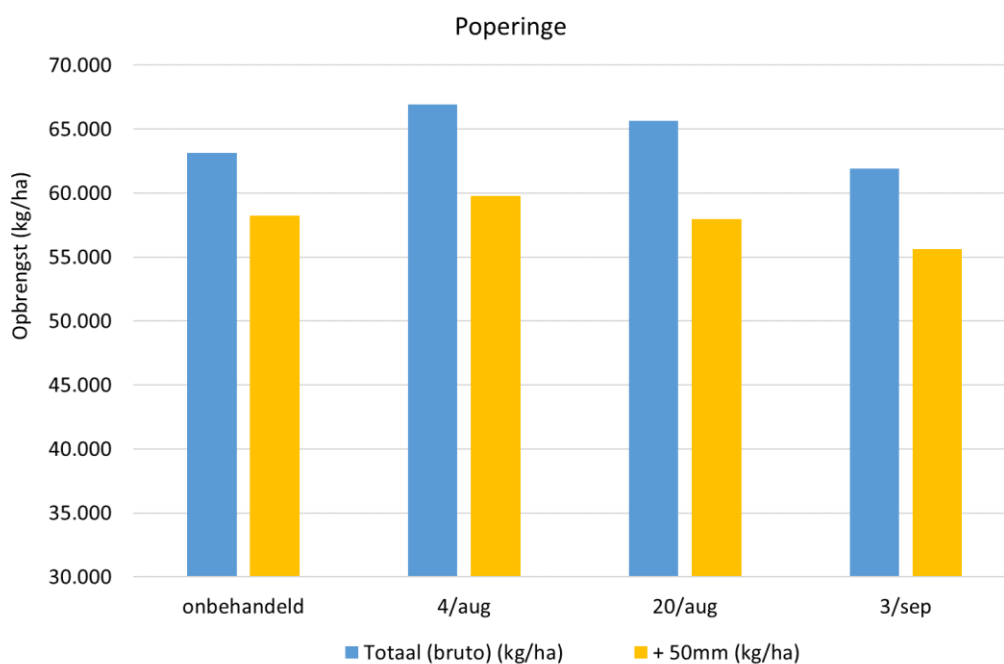
Ainsi, malgré une maturation légèrement plus rapide après le traitement précoce, il n'y a absolument aucune perte de rendement à signaler. Au contraire, si l'on examine le rendement brut total, les deux objets traités en août affichent le rendement le plus élevé. Il n'y a pas d'explication immédiate pour les résultats moins bons de l'objet 4, traité seulement en septembre.

Tableau 12 : rendement et calibre à la récolte, le 3 octobre 2023 – Poperinge (8,7 m<sup>2</sup> récolté par objet)

Nr		35-50mm (net) (kg/ha)		+50mm (net) (kg/ha)		+70mm (net) (kg/ha)		Total (brut) (kg/ha)	
1	Non traité	4.655	c	58.218	ab	18.793	ab	63.161	bc
2	Timing 1 - tôt (4 août)	6.265	ab	59.770	a	21.265	a	66.954	a
3	Timing 2 - normal (20 août)	7.241	a	57.989	ab	17.989	b	65.632	ab
4	Timing 3 - tard (3 sept)	5.862	bc	55.632	b	12.241	c	61.896	c
<b>Moyenne</b>		<b>6.006</b>		<b>57.902</b>		<b>17.572</b>		<b>64.411</b>	
KVV		1.219		3.887		2.805		3.347	
VC (%)		9,2		3,0		7,2		2,4	
p-waarde Factor 1		0,001	***	0,053	N.S	2,4E-4	***	0,004	**

Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (p=0,05)

Graphique 5 : rendement (brut) et calibre 50+(net) à la récolte en kg/ha – Poperinge



#### 5.2.4. Qualité

Après la récolte, le poids sous eau des tubercules a été déterminé. Contrairement aux rendements, les deux objets traités le plus tôt présentent clairement le poids spécifique le plus bas avec le pourcentage le plus élevé de flottantes. Ces deux objets affichent même un poids spécifique inférieur à la norme de 360 g/5 kg, tandis que l'objet non traité et l'objet traité tardivement atteignent respectivement 400 et 385 g/5 kg avec peu de flottantes.

Tableau 13 : Poids sous eaux et flottantes à la récolte - Poperinge

Nr	Objet	PSE (g/5kg)		Flottantes (%) (densité 1,06 g/l)	
1	Non traité	400	a	2,5	bc
2	Timing 1 - tôt (4 août)	346	b	10,5	a
3	Timing 2 - normal (20 août)	354	b	6,8	ab
4	Timing 3 - tard (3 sept)	385	a	1,1	c
<b>Moyenne</b>		<b>371</b>		<b>5,2</b>	
	KWV	23,0		5,1	
	VC (%)	2,8		44,1	
	p-waarde Factor 1	0,000124	***	0,001	**

### 5.2.5. Germination

Tous les tubercules de chaque objet et de chaque répétition ont été entreposés peu de temps après la récolte et le tri. Ils ont été conservés dans un frigo à une température constante de 7 à 8 °C.

La germination a commencé lentement : début janvier, aucune germination n'était encore perceptible, même pas dans l'objet sans traitement à la MH. Fin janvier, les tubercules non traités ont commencé à se réveiller, avec une longueur moyenne de germe d'environ 2,5 mm. Les tubercules traités en septembre avaient également commencé à germer. Ceux traités en août (T1 et T2) étaient moins actifs. Fin février, les mêmes différences entre les objets étaient toujours visibles, avec les plus longs germes sur les tubercules sans hydrazide maléique (MH) ou après un traitement tardif. La différence entre le traitement du 4 août et du 20 août est restée limitée.

Tableau 14 : germination par objet le 2 janvier 2024, 29 janvier 2024 en 26 février 2024. La germination est évaluée en fonction de la longueur du germe le plus long par tubercule. (Moyenne de 20 tubercules par objet) exprimées en mm. (Poperinge)

Nr	Objet	2 janvier		29 janvier		26 février	
1	Non traité	0,0	a	2,5	a	10,3	a
2	Timing 1 - tôt (4 août)	0,0	a	0,8	a	3,8	ab
3	Timing 2 - normal (20 août)	0,0	a	0,5	a	1,5	b
4	Timing 3 - tard (3 sept)	0,0	a	2,0	a	7,8	ab
<b>Moyenne</b>		<b>0,0</b>		<b>1,4</b>		<b>5,8</b>	
	KWV	0,0		3,0		8,3	
	VC (%)	0,0		92,9		64,5	
	p-waarde Factor 1	0,0	***	0,2	N.S.	0,0366	*

## 5.3 Sint-Niklaas

L'essai a été planté le 11 mai dans un sol sablonneux.

### 5.3.1. Rendement et calibre lors de la première pulvérisation

Pour minimiser le risque de perte de rendement, il est conseillé que 80 % des pommes de terre aient un calibre supérieur à 35 mm au moment de la pulvérisation.

Peu avant le premier traitement (7 août), 10 plants ont été récoltés. Il en ressort que le calibre des Bintje était encore trop petit pour un traitement à l'hydrazide maléique (avec un risque limité de perte de rendement). Pour la variété Fontane, c'était également un peu trop tôt. Néanmoins, un premier traitement a été appliqué pour observer l'effet d'une telle pulvérisation (trop) précoce.

À la mi-août, un deuxième échantillonnage a été réalisé. Le calibrage était devenu légèrement plus gros. Comme la culture menaçait de mûrir rapidement, il n'a pas été possible d'attendre plus longtemps pour appliquer le deuxième traitement.

Tableau 17. Prélèvements intermédiaires basés sur 2 x 5 plants par objet - pourcentage de tubercules par calibre

		-35 mm	35-50 mm	+50 mm	+35 mm
7 août	Bintje	42	40	18	58
	Fontane	20	42	32	74
14 août	Bintje	32	48	20	68
	Fontane	12	43	35	78

### 5.3.2. Observations de terrain pendant la saison

Avant le début des pulvérisations, il n'y avait pas de différences dans l'état des cultures entre les différentes modalités. L'essai a donc commencé avec un champ homogène.

Le premier traitement (objet 2 et 5) a eu lieu le 7 août. Une semaine plus tard, il était très clair que le feuillage avait beaucoup souffert de cette pulvérisation. L'état cultural de ces deux objets, tant pour la variété Fontane que pour la variété Bintje, s'était fortement détérioré. Il y avait des différences statistiquement significatives entre l'objet traité et les champs non traités. Cependant, l'état des cultures des champs non traités c'est également détérioré, surtout pour la variété Bintje.

Tableau 15 : État des cultures pendant la saison de croissance - Sint-Niklaas (échelle 1 : très mauvais à 9 : très bon)

N		14 juillet		1 août		14 août	
1	Fontane non traitée	8,5	a	8,5	a	7,3	a
2	Fontane timing tôt (7 août)	8,5	a	8,5	a	3,8	c
3	Fontane timing normal (16 août)	8,3	a	8,0	a	6,8	ab
4	Bintje non traitée	8,3	a	8,0	a	6,3	ab
5	Bintje timing tôt (7 août)	8,5	a	7,8	a	2,8	c
6	Bintje timing normal (16 août)	8,5	a	7,8	a	5,8	b
	<b>Moyenne</b>	<b>8,4</b>		<b>8,1</b>		<b>5,4</b>	
	KWV	1,3		1,0		1,2	
	VC (%)	6,6		5,2		9,5	
	p-waarde Factor 1	0,951	N.S	0,067	N.S.	1,14E-8	***

Après le premier traitement, l'état des cultures des champs traités s'est fortement détérioré en raison de la senescence. La culture avait donc souffert de la pulvérisation. Le 16 août, la pulvérisation a été effectuée pour les objets 3 et 6. Fin août, il était également visible que ces champs se détérioraient plus rapidement par rapport aux objets non traités.

Tableau 16 : Senescence à deux moments - Sint-Niklaas (échelle 1 : pas de maturation à 9 : complètement mort)

Nr	Objet	14 août		28 août	
1	Fontane non traitée	3,6	e	5,3	e
2	Fontane timing 1 tôt (7 août)	6,5	bc	7,8	bc
3	Fontane timing 2 normal (16 août)	4,8	d	6,8	d
4	Bintje non traitée	6,0	c	7,0	cd
5	Bintje timing 1 tôt (7 août)	8,0	a	9,0	a
6	Bintje timing 2 normal (16 août)	7,1	b	8,5	ab
	<b>Moyenne</b>	<b>6,0</b>		<b>7,4</b>	
	KWV	0,8		0,9	
	VC (%)	5,5		5,5	
	p-waarde Factor 1	8,94E-11	***	1,83E-08	***

Photo 4 Etat cultural des bintjes (gauche) et Fontane (droite) au 7 août (= timing 1)

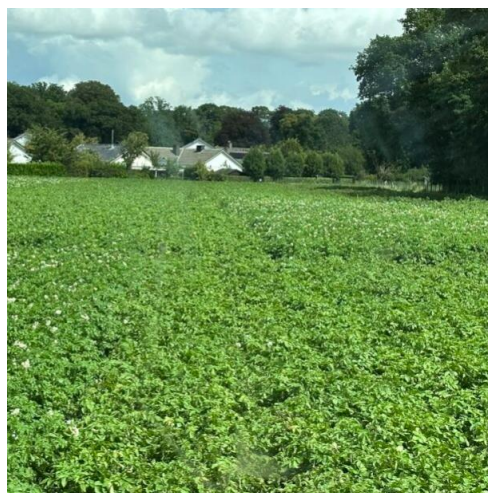


Photo 5 Bintje (gauche) et Fontane (droite) au 14 août 2023 – Sint-Niklaas



Photo 6 Bintje traitée au MH au timing 1 et au timing 2 (gauche) et non traitées (droite)– 22 août 2023 – Sint-Niklaas



Photo 7 Fontane gauche et Bintje droite– 22 août 2023 – Sint-Niklaas



### 5.3.3. Rendement

Le rendement brut sur le champ d'essai à Sint-Niklaas est resté très faible avec seulement 24,5 tonnes/ha pour Fontane (objet non traité). Puisqu'une récolte d'essai



est toujours réalisée au milieu du champ, nous soustrayons 20 % pour obtenir un chiffre comparable à un rendement pratique (en tenant compte des traces de pulvérisation, des têtes de champ, etc.). Cela donne un rendement pratique de 18,8 tonnes/ha, bien en dessous de la moyenne flamande de 50,4 tonnes/ha. L'essai a eu lieu sur une parcelle de sol sableux sans irrigation. Le rendement de Bintje était également très faible avec une moyenne de 15,8 tonnes/ha, comparé à la moyenne flamande de 46,1 tonnes/ha en 2023.

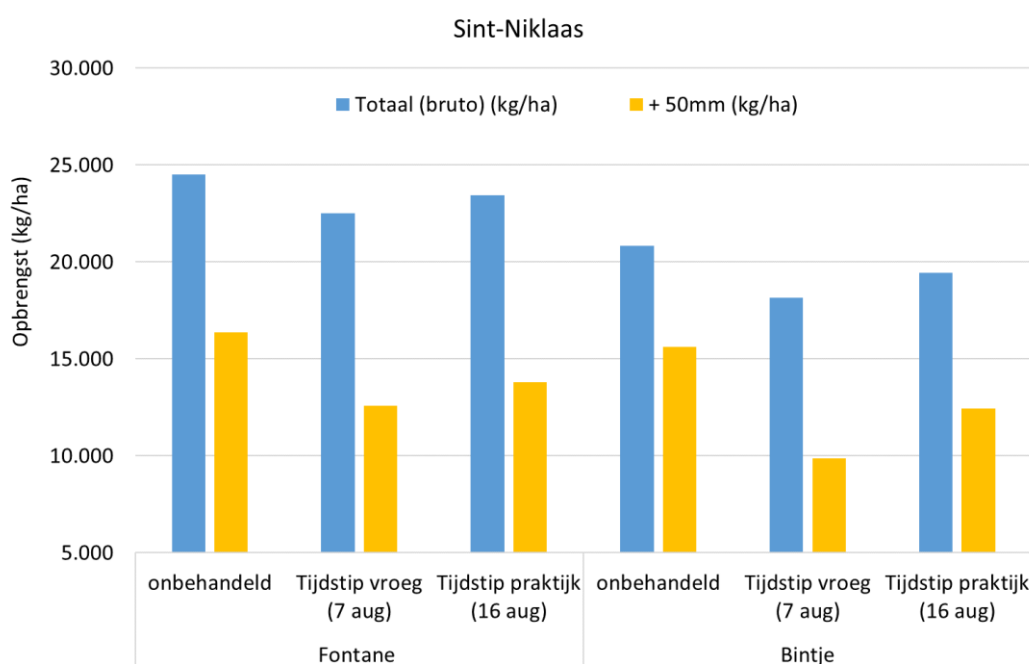
En examinant les rendements par variété, il est clair que le traitement le plus précoce (7 août) a causé la plus grande réduction : calibre plus petit et rendement brut total plus faible. Le deuxième traitement (14 août) a également entraîné un rendement inférieur par rapport à l'objet non traité, mais il a mieux performé que le premier traitement. Cette observation est valable pour les variétés Fontane et Bintje. Les différences n'étaient pas aussi grandes qu'on aurait pu s'y attendre après la détérioration visuelle rapide du feuillage pendant la saison de croissance, mais elles étaient statistiquement significatives.

Les traitements à l'hydrazide maléique sur une parcelle non irriguée sur sol sableux, où la culture est encore plus sensible aux facteurs de stress, semblent pour la troisième année consécutive être un traitement risqué en termes de perte de rendement.

Tableau 17 : Rendement et calibre à la récolte - 22 septembre 2023 – Sint-Niklaas (15 m<sup>2</sup> récolté par objet)

Nr	Objet	35-50mm (net) (kg/ha)		+ 50 mm (net) (kg/ha)		Total (brut) (kg/ha)	
1	Fontane non traitée	6.893	b	16.380	a	24.528	a
2	Fontane timing tôt (7 août)	8.195	a	12.578	d	22.508	c
3	Fontane timing normal (16 août)	7.190	b	13.789	c	23.457	b
4	Bintje non traitée	3.975	e	15.634	b	20.847	d
5	Bintje timing tôt (7 août)	6.131	c	9.883	e	18.167	f
6	Bintje timing normal (16 août)	5.168	d	12.453	d	19.450	e
	<b>Moyenne</b>	6.259		13.453		21.493	
	KWV	613		600		585	
	VC (%)	4,3		1,9		1,2	
	p-waarde Factor 1	9,13E-12	***	9,33E-15	***	4,02E-15	***

Graphique 6 : Rendement total (brut) et calibre +50 mm (net) exprimés en kg par hectare - Sint-Niklaas



### 5.3.4. Qualité

Concernant les poids sous eau, aucune différence statistiquement significative n'a été observée. En raison du nombre réduit de jours de croissance (plantation tardive – maturation rapide), le poids sous eau était assez faible tant pour la variété Fontane que pour la variété Bintje.

Nr	Objet	PSE (g/5kg)	
1	Fontane non traitée	356	a
2	Fontane timing tôt (7 août)	349	ab
3	Fontane timing normal (16 août)	346	ab
4	Bintje non traitée	341	b
5	Bintje timing tôt (7 août)	355	ab
6	Bintje timing normal (16 août)	345	ab
<b>Moyenne</b>		349	
KWV		14,6	
VC (%)		1,8	
p-waarde Factor 1		0,029	*

### 5.3.5. Germination

Pour chaque objet et chaque répétition, les tubercules ont été conservés peu après la récolte et le triage. Ils ont été stockés dans un frigo à une température constante de 7 à 8°C.

Début janvier, la germination de la variété Fontane avait à peine commencé, mais la variété Bintje était bien réveillée. Fin janvier, la germination de la variété Fontane avait également commencé, tant pour les objets non traités que pour les deux objets traités. Il ne semble qu'aucun des traitements à l'hydrazide maléique n'ait réussi à pénétrer

suffisamment dans les tubercules. La même observation a été faite pour la variété Bintje, où les trois objets ont montré le même niveau de germination.

Fin février, les mêmes conclusions peuvent être tirées : aucun effet d'un traitement précoce ou tardif sur la germination, que ce soit pour la variété Bintje ou la variété Fontane.

Tableau 18 : Germination par objet au 2 janvier, 29 janvier et 26 février 2024. La germination est évaluée en fonction de la longueur du germe le plus long par tubercule (moyenne de 20 tubercules par champ) exprimée en mm. (Sint-Niklaas)

Nr	Objet	2 janvier		29 janvier		26 février	
1	Fontane non traitée	0,0	a	8,4	b	19,8	c
2	Fontane timing tôt (7 août)	0,0	a	9,4	b	20,2	c
3	Fontane timing normal (16 août)	0,3	a	8,5	b	20,8	bc
4	Bintje non traitée	0,5	a	10,3	ab	20,0	c
5	Bintje timing tôt (7 août)	1,8	a	15,4	a	27,5	ab
6	Bintje timing normal (16 août)	1,0	a	12,6	ab	29,3	a
	<b>Moyenne</b>	0,6		10,8		22,9	
	KWV	2,5		5,7		7,3	
	VC (%)	173		22,8		13,9	
	p-waarde Factor 1	0,267	N.S.	0,009	**	0,001	**

## 6. CONCLUSION

En combinaison avec les nouveaux anti-germinatifs durant le stockage, il est fortement conseillé d'utiliser des agents à base d'hydrazide maléique (MH) pendant la saison de croissance. Si ceux-ci sont utilisés correctement et au moment approprié, ils peuvent aider les tubercules de pommes de terre à entrer au stockage dans un état plus calme, augmentant ainsi les chances de succès d'une maîtrise de la germination pendant la période de stockage.

En 2023, des essais ont été réalisés à trois endroits avec de l'hydrazide maléique, en mettant l'accent sur une application au moment adéquat. À Sint-Niklaas, les variétés Fontane et Bintje ont été traitées à deux moments différents. À Poperinge et Tongeren, la variété Fontane a été plantée et traitée à trois moments différents : tôt, selon les pratiques locales et tardivement. L'hydrazide maléique a toujours été appliqué seul.

Avril était froid, humide et sombre. En raison du temps humide, le sol était impraticable à de nombreux endroits et les travaux de printemps ont pris beaucoup de retard. Mai était plus ensoleillé et plus sec. Les trois champs d'essai ont chacun été plantés au cours du mois de mai.

Juin a ensuite été très chaud et ensoleillé. Une longue période de sécheresse a rendu la levée des cultures difficile. Juillet a été à nouveau humide et sombre. Les dix derniers jours de juillet ont été particulièrement pluvieux. Ensuite, le mois d'août a commencé avec beaucoup de pluie et des températures fraîches. Cette période a été suivie d'une période plus chaude avant de redevenir plus fraîche à la fin du mois. En raison de la date de plantation tardive et du temps changeant fin juillet - début août, l'application de l'hydrazide maléique a été principalement effectuée entre les semaines 33 et 35 (deuxième moitié d'août).

Dans l'essai, un traitement précoce a également été appliqué durant la 1<sup>ère</sup> semaine d'août. Sur chaque champ d'essai, la taille des tubercules était à ce moment-là suffisante. Il faisait souvent nuageux et pluvieux, et il fallait trouver un moment propice pour l'application.

À Poperinge et Tongeren, une pulvérisation a également été effectuée début septembre. Dans la pratique, les parcelles plantées très tardivement ont également été traitées début septembre.

À **Tongeren**, le premier traitement avec de l'hydrazide maléique a pu avoir lieu dans des conditions raisonnables le 11 août : il n'a pas plu pendant près de 24 heures après l'application, et ce jour-là, la température a atteint 30°C. Les jours suivants, la température maximale était de 25°C. Lors de la pulvérisation pratiquée le 23 août, il n'a pas plu pendant plus d'une journée avec deux jours de températures maximales entre 25 et 30°C. Début septembre, les conditions d'application étaient sèches mais (très) chaudes.

Tout au long de la saison de croissance, on n'a observé presque aucune différence dans l'état des cultures ou la senescence entre les différents objets. Aucune différence statistiquement significative n'a été remarquée dans le rendement et les calibres (les coefficients de variation étaient élevés). Cependant, certaines tendances peuvent être constatées. Plus la pulvérisation a été effectuée tard dans la saison, plus le rendement était élevé. Cela pourrait être dû au stress supplémentaire causé après un traitement. Lors de la première pulvérisation le 11 août, il faisait encore assez chaud le jour même ; les jours suivants, la température a fortement baissé. Le 23 août (timing 2), il faisait également chaud avec des jours plus frais par la suite. Il est toutefois illogique que l'objet non traité ait également un rendement plus faible.

Les pulvérisations d'hydrazide maléique n'ont eu aucune influence sur le poids sous eau.

Pour tous les objets et chaque répétition, les tubercules ont été stockés peu après la récolte et le tri. La germination n'a commencé sérieusement qu'à la fin janvier pour l'objet non traité. Entre les différents objets à Tongeren, les différences sont restées très faibles. Ainsi, même après un traitement tardif début septembre, suffisamment d'hydrazide maléique a été transporté aux tubercules.

À **Poperinge**, après la première application le 4 août, il n'a pas plu pendant près de 24 heures avec des températures plutôt fraîches. Lors de la pulvérisation pratiquée le 20 août, il est resté sec assez longtemps avec des températures oscillant autour d'un maximum de 25°C. Début septembre, les conditions météorologiques étaient comparables avec deux jours après l'application des températures autour de 30°C.

Il n'y avait initialement aucun effet visuel de la première application début août. Cependant, début septembre, cet objet montrait le plus faible état des cultures et la plus grande maturation. Ce traitement a apparemment provoqué un stress supplémentaire sur le feuillage. Aucune différence visuelle n'a été observée entre les autres objets.

Pourtant, lors de la récolte, aucun rendement plus faible n'a été observé pour l'objet avec la première application. Au contraire, si l'on regarde le rendement brut total, les deux objets traités en août ont obtenu le rendement le plus élevé. Il n'y a pas d'explication immédiate pour les résultats inférieurs de l'objet 4 avec une pulvérisation en septembre, bien qu'une vague de chaleur ait suivi peu de temps après.

Les pulvérisations d'hydrazide maléique effectuées en août ont entraîné des poids sous eau nettement plus faibles avec plus de flottantes.

Les tubercules stockés après la récolte et le tri dans un frigo à 7°C ont commencé à germer fin janvier. Les tubercules non traités et ceux traités début septembre ont germé le plus rapidement. La même tendance était visible fin février, avec peu de différence entre les traitements du 4 août et du 20 août.

Les deux pulvérisations en août ont donc donné à Poperinge le rendement le plus élevé, les poids sous l'eau les plus faibles et la plus grande inhibition de la germination.

A **Sint-Niklaas**, la première application du 7 août a eu lieu sous des températures modérées avec les premières précipitations 20 heures après l'application. La pulvérisation pratiquée selon le timing régional a eu lieu le 16 août, un jour où la température maximale était d'environ 25°C. Le lendemain, il faisait un peu plus frais, puis deux jours plus tard, la température est montée à 27°C. Après le traitement, le temps est resté sec pendant environ 26 heures après le traitement.

L'essai a été réalisé sur un sol sableux. Comme les années précédentes, il s'est à nouveau avéré qu'une pulvérisation d'hydrazide maléique y provoque rapidement un stress supplémentaire. Tant après le traitement le plus précoce qu'après celui de la mi-août, une dégradation visuelle (forte) du feuillage a été observée avec une senescence précoce par rapport aux parcelles non traitées. Cela était visible tant pour les variétés Bintje que Fontane. De plus, le calibre début août était encore trop petit pour exclure le risque de perte de rendement.

Les rendements sont restés extrêmement bas tant pour les parcelles traitées que non traitées. Si l'on regarde les rendements par variété, on constate clairement pour les deux variétés que le traitement le plus précoce a causé le plus de tort : un calibre moins gros et un rendement brut total plus faible. Le deuxième traitement a également entraîné une baisse de rendement par rapport à la parcelle non traitée, mais a mieux performé que le premier traitement.

Les traitements à l'hydrazide maléique sur une parcelle non irriguée sur sol sableux, où la culture est encore plus sensible aux facteurs de stress, semblent pour la troisième année consécutive être une pratique risquée en termes de perte de rendement.

Aucune différence statistiques en terme de PSE n'a été observée. En raison du faible nombre de jours de croissance (plantation tardive – maturation rapide), le poids sous eau était assez faible tant pour Fontane que pour Bintje.

Il semble qu'aucune application d'hydrazide maléique n'ait suffisamment pénétré dans le tubercule : aucun effet sur la germination n'a été observé suite à un traitement précoce ou tardif, ni pour Bintje ni pour Fontane.