

# PROJET RD-21: ANALYSE COMPARATIVE DE L'EFFICACITÉ DES APPLICATIONS DES SIMULATEURS DES MÉCANISMES DE DÉFENSE SUR LE FEUILLAGE POUR LE CONTRÔLE DE GALE SUR LA POMME DE TERRE

---

## OBJECTIFS SCIENTIFIQUES OU TECHNOLOGIQUES

Les objectifs du projet sont de

1. Étudier l'effet des applications foliaires engrais minéraux sur l'incidence de la gale commune de la pomme de terre.
2. Tester les stimulateurs des mécanismes de défense naturelle (SDN) à contrôler la gale et leurs effets sur le rendement.
3. Évaluer l'impact des microorganismes promotrices de la croissance des plantes (PGPR en anglais) sur le développement de la gale et les rendements de pomme de terre.
4. Produire un engrais minéral contenant les SDN prometteurs et d'étudier ses effets envers l'incidence de la gale commune de la pomme de terre.
5. Optimiser les applications des engrais contenant les SDN et les PGPR en déterminant la dose et le timing optimaux.
6. Cibler la capacité des variétés de pomme à répondre à l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (A24D).

## SAVOIR TECHNOLOGIQUE OU BASE DE CONNAISSANCES

Les gales causent des pertes économiques importantes qui ont été estimées entre 15 et 17 millions de dollars au Canada (Hill et Lazarovits 2005). Les gales ne diminuent pas les rendements de pomme de terre mais affectent principalement la qualité en produisant des taches nécrotiques et liégeuses plus ou moins profondes en surface des tubercules, au point où il devient impossible de les commercialiser. Les bactéries qui causent la gale commune et la gale profonde de la pomme de terre sont du genre *Streptomyces*. Le pathogène pénètre dans les tubercules en formation par les lenticelles immatures et secrète une substance thaxtomine A qui stimule de façon excessive la croissance cellulaire, causant ainsi la mort des cellules. Actuellement, les méthodes de lutte se limitent à limiter la survie du pathogène par le maintien d'un pH du sol à niveau très bas (< 5.5), l'utilisation des variétés résistantes, les rotations et l'irrigation au moment de l'initiation des tubercules.

De nombreux travaux en milieux contrôlés ont montré que certaines substances chimiques, notamment les auxines, contrôlent la gale avec des degrés variés. Par ailleurs, dans les années 70 et 80, quelques travaux ont démontré que des hormones synthétiques ou produits apparentés pouvaient diminuer l'incidence de la gale. Cependant leur exploitation en lutte contre la gale a été limitée à cause des coûts et effets secondaires sur la croissance et le

rendement de la pomme de terre. On sait que certains éléments nutritifs sont impliqués dans les mécanismes de défense en stimulant les enzymes et la synthèse des métabolites secondaires. Le zinc stimule la synthèse des auxines et on peut penser que son application peut conduire à une réduction de l'incidence de la gale.

Récemment, les essais in vitro ont mis évidence le rôle des stimulateurs des mécanismes de défense naturelle (silicates, phosphites, BABA, acide salicylique et autres) à inhiber le développement des agents pathogènes. D'autres essais semblent démontrer que certains microorganismes du sol diminuaient l'incidence des maladies. Cependant, on dispose de peu d'informations sur les effets de ces produits sur le développement et l'incidence de la gale de la pomme de terre.

L'A24D est souvent appliqué sur le feuillage dans la culture de pomme de terre pour améliorer la coloration rouge des tubercules. Curieusement, les chercheurs se sont aperçus que ces applications résultaient en une réduction de l'incidence de la gale des tubercules. Nos travaux de deux dernières années ont confirmé ce fait avec des résultats variables selon les années. Cette variabilité peut être due à l'absence des conditions très favorables au moment du stade critique d'infection (tubérisation), la tolérance des variétés, la dose et au timing d'application inadéquats.

Dans le contexte de réduction des coûts de production du producteur, il est avantageux de combiner les applications de l'hormone avec celles des autres intrants agricoles comme les pesticides et les engrais liquides. Cependant, l'acide est insoluble dans l'eau et doit être solubilisé dans des solvants organiques (de préférence un alcool aminé) ou estérifié pour être utilisé. Il est connu que ces sels et esters d'A24D sont incompatibles avec les engrais liquides. Leur utilisation conjointe avec engrais nécessite une mise au point des produits stables.

#### **AVANCEMENT SCIENTIFIQUE OU TECHNOLOGIQUE**

Cette recherche nous permettra de comprendre les effets des fertilisants et des stimulateurs des mécanismes de défense naturelle à contrôler la gale de la pomme de terre. On vise également à produire outils innovants de contrôle de la gale qui soient sans effet négatif sur les rendements de la pomme de terre et respectueux de l'environnement.

#### **DESCRIPTION DES ACTIVITÉS MENÉES DANS L'ANNÉE VISÉE PAR LA DEMANDE**

Les essais en petites parcelles visant à déterminer l'effet de la dose et du timing d'application d'A24D a été réalisé à Pont-Rouge, Beaumont, St-Thomas et Saint-Ligouri. Les traitements consistaient en 3 doses d' A24D (75, 100 et 150 g/ha), trois timings d'application (14, 21 et 28 jours après émergence) et un témoin. Les applications d'A24D ont été répétées 2 semaines plus tard. L'A24D étaient contenu dans une solution d'engrais 1-0-0 avec 2,7%B. cette dernière a été appliquée conjointement avec un engrais liquide foliaire 6-13-12 avec 15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sous forme d'acide phosphoreux (phosphite) à raison de 10 L/ha Les parcelles ont reçu une fertilisation de base selon la régie du producteur. Les traitements ont été disposés selon un dispositif en blocs complets aléatoires avec 4 répétitions. Une parcelle comportait deux rangs de 4 m espacés de 0.93 cm.

Les parcelles ont reçu une fertilisation de base : 925 k/ha de 13-14-13 à la plantation et 20N-0P-60K<sub>2</sub>O en saison. Les tubercules ont été traités avec l'insecticide Titan à la plantation. La plantation a eu lieu le 26 mai 2015.

Les essais en grandes parcelles ont été réalisés à Lanoraie, Rawdon, St-Ligouri, Saguenay et à St-Éloi. Les traitements consistaient en un (1) témoin et (2) une application de 5 L de la solution 1-0-0 avec 2,7% B et 1.06% A24D (1,2% p/p) en combinaison avec 10 L de l'engrais foliaire 6-13-12 (avec 13% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sous forme de phosphites). Les pulvérisations des engrais ont été réalisées à 21 ou à 28 jours après l'émergence puis répétées 2 semaines plus tard. Les traitements ont été disposés en bande alternes avec trois répétitions. Une bande mesure 2.25 ha. Six place-échantillons (quadrants de 2 rangs de 6 mètres de long) ont été choisis de façon aléatoire dans chaque bande pour la prise des mesures. Les engrais ont été dilués dans un volume d'eau (500 L/ha) est appliqué par un pulvérisateur conventionne en grandes parcelles et par un pulvérisateur électrique portable en micro-parcelles.

Avant l'expérimentation, un échantillon de sol a prélevé pour déterminer la population de bactéries responsable de la gale. Les bactéries ont été dénombrées avec le milieu oatmeal Agar. Brièvement,, 40 g d'oatmeal agar ont mélangés avec 600 mL d'eau distillée et le mélange a été chauffé au microonde pendant 6 minutes, filtré et complété à 1 L. L'agar (15 g) et 1 mL d'une solution d'éléments nutritifs (Mn, Fe et Zn) ont été ajoutés; le tout a été autoclavé à 121 °C pendant 15 minutes. Environ 1 g de sol a été mélangé avec 9 mL d'eau; après 10 minutes d'agitation, les dilutions ont été réalisées et 0.1 mL d'extrait a été étalé sur les boîtes de Pétri qui ont été incubées à 28 °C. le dénombrement de bactéries a été réalisé à une semaine plus tard.

Des échantillons de pétioles ont prélevés avant et à 3 semaines après l'application des traitements afin de déterminer le contenu en éléments nutritifs. La récolte des parcelles a été effectuée manuellement deux semaines après le défanage avec le Reglone. Le nombre de plants et de tubercules a été noté; les tubercules ont été classés en deux catégories et pesés: vendable et petits (diamètre <17/8). Un échantillon de 50 tubercules vendables a été prélevé dans chaque quadrant pour évaluer l'incidence de la gale commune, du cœur creux et le poids spécifique des pommes de terre. Pour l'incidence de la gale, les tubercules ont été classés en cinq rangs (catégories) selon le pourcentage de la superficie globale du tubercule couverte par les symptômes de gale commune: 1 = 0%, 2 = 1 à 9%, 3 = 10 à 24%, 4 = 25 -49% et 5 = >50% (ACIA 1999). Au Canada, les tubercules des rangs 3, 4 et 5 sont considérés non vendable (Al-Mughrabi et al., 2016, à paraître dans *Biocontrol Science and Technology*). Ainsi les rendements vendables ont été calculés en excluant les tubercules de ces catégories. La sévérité de la gale a été calculée selon la formule  $(\sum N_i \times i)/N$ , où N = nombre total de tubercules évalués, i = rang et N<sub>i</sub> = nombre de tubercules du rang i.

Le poids spécifique des tubercules a été déterminé sur un échantillon de 4.5 kg à partir des poids dans l'air et l'eau selon la formule  $Pa/(Pa-Pe)$  où Pa = poids dans l'air et Pe = poids dans l'eau. Les contenus en matière sèche et en amidon ont été calculés avec les équations de Von Scheele.

Toutes les données ont été l'objet d'un test d'homogénéité de la variance avant d'être soumises à l'analyse de la variance ANOVA avec le logiciel SAS. Les moyennes des traitements ont été comparées à l'aide du test de la plus petite différence significative au niveau de probabilité d'erreur de 5%.

## Résultats et conclusion

Les observations réalisées montrent que les applications d'A24D faites à 21 jours après l'émergence peuvent réduire les dommages dus à la gale, se traduisant en une augmentation de rendement vendable. On a également observé que les variétés répondent différemment aux applications d'A24D. Cet effet variétal a été noté dans d'autres expérimentations et peut être dû à la résistance de la plante à la toxine secrétée par la bactérie et/ou le timing d'application. On sait que la période critique d'infection de la gale s'étale sur 2 à 3 semaines à partir de la tubérisation. Or, l'initiation de la tubérisation dépend de la variété et des conditions climatiques. Les applications hâtives (21 jours après émergence) seraient idéales pour limiter les dommages. Néanmoins, ces applications hâtives peuvent avoir un effet sur la morphologie de la culture comme le recoquilleme nt des jeunes feuilles la chute des fleurs, la réduction de la hauteur des plants ou la formation des fruits aériens. En général, ces effets morphologiques disparaissent avec le temps et, en général, n'ont pas d'impact négatif sur les rendements totaux comme le montre les augmentations de rendement totaux des. Des augmentations de rendement total ont été enregistrées dans les variétés Roselys à Rivière-du-Loup et sur Viking à Lanoraie; ce qui suggère un effet stimulant du produit. D'un autre côté, des baisses drastiques de rendements totaux furent observées pour les variétés Chieftain et Vivaldi à Lanoraie. Vivaldi est un cultivar tardif (avec une croissance lente). Il se peut que le produit ait été appliqué dans la phase active, entravant ainsi les processus métaboliques de la plante. L'interaction avec d'autres produits est également envisageable. On sait que ces champs avait été traité avec le chloropicrine à l'automne. Ces symptômes de phytotoxicité furent observés en 2013. Le point commun entre les deux saisons culturales est les fortes pluies. En conditions

Les analyses foliaires ont montré une augmentation de la concentration des éléments minéraux. Cette meilleure utilisation des éléments expliquerait en partie les augmentations de rendements totaux. Sur le plan qualité des tubercules, le poids spécifique de tubercules a été amélioré par l'apport d'A24D.

Cette expérience montre clairement qu'une application hâtive d'A24D permet de réduire la sévérité de la gale commune; toutefois, il faut intervenir au bon moment et tenir compte de la variété et des conditions du sol. La collecte des données se poursuivront dans les champs commerciaux afin de dresser la sensibilité des variétés et de d'établir l'effet des conditions climatiques pour mieux positionner le produit. Des tests de germination seront effectués sur les tubercules des champs traités.

## Références

- Al-Mughrabi, K., A. Vikram, R. Poirier, K. Jayasuriya and G. Moreau. 2016. Management of common scab of potato in the field using biopesticides, fungicides, soil additives, or soil fumigants. A paraître dans Biocontrol Science and Technology.
- Dees, M. and Wanner, L. 2012. In search of better management of potato common scab. Potato Research 55:249-268.

- McIntosh, AH, Chamberlain, K and Dawson, GW. 1985. Foliar sprays against potato common scab: compounds related to 3,5-dichlorophenoxyacetic acid. *Crop Protection* 4:473-480.
- McIntosh, AH, Bateman, GL and Chamberlain, K. 1988. Substituted benzoic and picolinic acids as foliar sprays against potato common scab. *Annals of Applied Biology*, 112, 397-401.
- Meng, QX, Yin, JF, Rosenzweig, N, Douches, D and Hao, JJJ. 2012. Culture-based assessment of microbial communities in soil suppressive to potato common scab. *Plant Disease*, 96:712-717.
- Nelson, D.C. and R. E. Nylund. 1963. Influence of 2,4-D on uniformity and specific gravity of potatoes. *American Potato Journal* 40:391-395.
- Thornton , M.K., R. John, and W. Buhrig. 2014. The Influence of Plant Growth Regulators and Inflorescence Removal on Plant Growth, Yield, and Skin Color of Red LaSoda Tubers. *Potato Research* 57:123-131.
- Tegg, RS, Gill, WM, Thompson, HK, Davies, NW, Ross, JJ and Wilson, C.R. 2008. Auxin-induced resistance to common scab disease of potato linked to inhibition of Thaxtomin A toxicity. *Plant Disease* 92:1321-1328.
- Tegg, RS, Corkrey, R. and Wilson, CR. 2012. Relationship between the application of foliar chemicals to reduce common scab disease of potato and correlation with thaxtomin A toxicity. *Plant Disease*, 96:97-103.
- Wanner, L.A., Kirk, W.W. and Qu, X.S., 2014. Field efficacy of non-pathogenic *Streptomyces* species against potato common scab. *Journal of Applied Microbiology* 116:123-133.
- Waterer, D.2010. Influence of growth regulators on skin color and scab diseases of red-skinned potatoes. *Canadian Journal of Plant Sciences*. 90:745-753.

**Tableau 1. Effet d'A24D sur l'incidence de la gale et les rendements de pomme de terre FL1207 en 2015 (site Beaumont)**

Dose, g/ha	Timing, JAE	Gale		Rendement, tonnes/ha		
		% Incidence	Sévérité	Avec gale >5%	Total	Vendable
0		97,3	2,67	22,5	41,4	17,2
75	21	91,5	2,39	14,3	36,2	<b>20,3</b>
	28	91,0	2,50	18,4	40,4	<b>20,5</b>
100	21	86,5	2,28	13,2	34,7	<b>20,0</b>
	28	89,5	2,41	17,0	38,9	<b>20,6</b>
150	21	95,5	2,48	13,5	32,5	17,4
	28	87,0	2,33	15,1	38,0	21,4
LSD 5%		12,3	0,30	8,5	7,1	4,3

Incidence: pourcentage de tubercules avec gale; Rendement avec gale >5% (calibre de plus 17/8 ), total des catégories 2,3 et 4 (ACIA); Rendement total incluant les petits et infectés de gale; Rendement vendable excluant les petits et les tubercules de catégories 2, 3 et 4.

**Tableau 2. Effet d'A24D sur l'incidence de la gale et les rendements de pomme de terre FL2137 en 2015 (site L-ST)**

Dose, g/ha	Timing, JAE	Gale		Rendement, tonnes/ha		
		% Incidence	Sévérité	Avec gale >5%	Total	Vendable
0		34,5	1,59	9,45	43,0	32,5
75	14	13,5	1,23	3,25	35,1	30,2
	21	19,5	1,33	5,25	40,1	33,4
	28	11,5	1,18	2,66	41,8	<b>38,0</b>
100	14	34,5	1,50	5,44	37,5	<b>30,6</b>
	21	10,5	1,17	2,33	39,8	<b>36,3</b>
	28	12,5	1,19	2,49	40,3	<b>36,0</b>
150	14	16,5	1,28	3,78	37,5	31,9

	21	32,0	1,57	9,21	41,0	30,1
	28	15,0	1,29	4,18	39,1	33,4
LSD 5%		28,3	0,46	7,3	3,6	6,1

Incidence: pourcentage de tubercules avec gale; Rendement avec gale >5% (calibre de plus 17/8 ), total des catégories 2,3 et 4 (ACIA); Rendement total incluant les petits et infectés de gale; Rendement vendable excluant les petits et les tubercules de catégories 2, 3 et 4.

**Tableau 3. Effet d'application d'A24D sur l'incidence de la gale et les rendements de pomme de terre FL1207 en 2015 (site Pont-Rouge)**

Dose, g/ha	Timing, JAE	Gale		Rendement, tonnes/ha		
		% Incidence	Sévérité	Avec gale >5%	Total	Vendable
0		61,3	1,83	5,76	30,1	23,7
75	14	52,0	1,65	3,50	31,4	26,3
	21	64,0	1,77	4,13	29,0	24,0
	28	67,3	1,86	5,37	30,3	24,2
100	14	33,8	1,45	3,15	30,7	<b>26,7</b>
	21	51,3	1,61	2,94	32,1	<b>28,1</b>
	28	57,6	1,72	3,65	29,4	<b>24,9</b>
150	14	51,3	1,71	4,16	29,1	23,8
	21	64,7	1,84	6,36	33,5	<b>26,3</b>
	28	64,3	1,82	5,26	30,2	24,2
LSD 5%		18,2	0,28	4,27	4,9	5,3

Incidence: pourcentage de tubercules avec gale; Rendement avec gale >5% (calibre de plus 17/8 ), total des catégories 2,3 et 4 (ACIA); Rendement total incluant les petits et infectés de gale; Rendement vendable excluant les petits et les tubercules de catégories 2, 3 et 4.

**Tableau 4. Effet d'A24D sur l'incidence de la gale et les rendements de pomme de terre Satina en 2015 (site JL)**

Dose, g/ha	Timing, JAE	Gale		Rendement, tonnes/ha		
		% Incidence	Sévérité	Avec gale >5%	Total	Vendable

ha	Incidence, JAC	Gale		Rendement, tonnes/ha		
		% Incidence	Sévérité	Avec gale >5%	Total	Vendable
0		77,0	1,88	3,30	32,1	26,7
75	14	31,5	1,33	0,23	26,7	23,9
	21	28,5	1,29	0,00	23,3	21,2
	28	44,5	1,47	0,57	30,2	<b>27,6</b>
100	14	29,3	1,31	0,52	30,8	<b>26,8</b>
	21	23,5	1,24	0,00	33,1	<b>30,8</b>
	28	34,0	1,35	0,16	29,6	<b>27,0</b>
150	14	23,0	1,24	0,12	26,8	23,7
	21	32,5	1,33	0,14	26,0	24,1
	28	32,5	1,34	0,39	26,1	23,8
LSD		17,6	0,18	2,98	8,7	7,3

Incidence: pourcentage de tubercules avec gale; Rendement avec gale >5% (calibre de plus 17/8), total des catégories 2,3 et 4 (ACIA); Rendement total incluant les petits et infectés de gale; Rendement vendable excluant les petits et les tubercules de catégories 2, 3 et 4.

**Tableau 5. Effet d'application d'A24D sur l'incidence de la gale et les rendements de pomme de terre en 2015 (site R-B)**

Traitement	Gale		Rendement, tonnes/ha		
	% Incidence	Sévérité	Avec gale >5%	Total	Vendable
Témoin	98,7	2,95	19,11	31,7	10,54
A24D	86,0	2,08	5,79	29,9	20,62
Probabilité	0,034	0,075	0,067	0,679	0,132
Coefficient de variation (%)	3,2	12,2	17,2	16,5	32,2

Incidence: pourcentage de tubercules avec gale; Rendement avec gale >5% (calibre de plus 17/8), total des catégories 2,3 et 4 (ACIA); Rendement total incluant les petits et infectés de gale; Rendement vendable excluant les petits et les tubercules de catégories 2, 3 et 4.

**Tableau 6. Effet d'A24D sur l'incidence de la gale et les rendements de pomme de terre en 2015 à Rivière-du-Loup**



Variété	Timing, JAE	Gale		Rendement, tonnes/ha		
		% Incidence	Sévérité	Avec gale >5%	Total	Vendable
Betina	Témoin	74,2	1,94	6,1	36,4	25,1
	28 JAE	72,7	1,97	7,1	35,5	23,3
	<i>Probabilité</i>	<i>0,7042</i>	<i>0,6555</i>	<i>0,7369</i>	<i>0,7603</i>	<i>0,3505</i>
	<i>CV (%)</i>	<i>22,1</i>	<i>21,30</i>	<i>131</i>	<i>17,1</i>	<i>18,7</i>
Roselys	Témoin	76,7	2,40	21,4	48,0	25,1
	21 JAE	87,0	2,18	11,8	51,4	37,1
	28 JAE	80,3	2,29	17,8	49,9	30,0
	<i>Probabilité</i>	<i>0,1857</i>	<i>0,3434</i>	<i>0,0625</i>	<i>0,2691</i>	<i>0,0672</i>
	<i>CV (%)</i>	<i>11,1</i>	<i>10,80</i>	<i>36,2</i>	<i>6,9</i>	<i>25,6</i>
	<i>LSD 5%</i>	<i>11,7</i>	<i>0,31</i>	<i>7,9</i>	<i>4,4</i>	<i>10,1</i>

Incidence: pourcentage de tubercules avec gale; Rendement avec gale >5% (calibre de plus 17<sup>8</sup>), total des catégories 2,3 et 4 (ACIA); Rendement total incluant les petits et infectés de gale; Rendement vendable excluant les petits et les tubercules de catégories 2, 3 et 4 (ACIA).

**Tableau 7. Effet d'A24D sur l'incidence de la gale et les rendements de pomme de terre en 2015 (site B - Lanoraie)**

Variété	Traitement	Gale		Rendement, tonnes/ha		
		% Incidence	Sévérité	Avec gale >5%	Total	Vendable
Red Maria	Témoin	25,6	1,30	2,37	59,2	55,6
	A24D	25,3	1,29	2,24	59,0	54,8
Chieftain	Témoin	42,9	1,92	14,1	52,4	37,6
	A24D	32,7	1,43	5,1	50,2	43,8
Superior	Témoin	46,0	1,47	0,3	45,8	44,0
	A24D	25,3	1,27	0,6	48,7	46,8

Viking	Témoin	63,3	1,70	3,0	46,4	42,5
	A24D	46,0	1,53	3,3	49,8	45,4
Vivaldi	Témoin*	88,7	2,52	38,4	73,4	30,9
	A24D	83,3	1,99	9,6	61,2	48,9

Incidence: pourcentage de tubercules avec gale; Rendement avec gale >5% (calibre de plus 1<sup>7/8</sup> ), total des catégories 2,3 et 4 (ACIA); Rendement total incluant les petits et infectés de gale; Rendement vendable excluant les petits et les tubercules de catégories 2, 3 et 4 (ACIA). \*, différence significative .

**Tableau 8. Effet d'A24D sur l'incidence de la gale et les rendements de pomme de terre Chieftain en 2015 (site F- L'Assomption)**

Traitement	% Incidence	Sévérité	Rendement, tonnes/ha		
			Avec gale >5%	Total	Vendable
Témoin	34,6	1,46	7,07	58,1	49,86
A24D	26,7	1,29	1,20	46,3	43,57
Probabilité	0,6300	0,5548	0,4480	0,3399	0,2100
CV (%)	56,2	21,10	185,1	22,3	9,1

Incidence: pourcentage de tubercules avec gale; Rendement avec gale >5% (calibre de plus 1<sup>7/8</sup> ), total des catégories 2,3 et 4 (ACIA); Rendement total incluant les petits et infectés de gale; Rendement vendable excluant les petits et les tubercules de catégories 2, 3 et 4 (ACIA).

**Tableau 9. Effet d'A24D sur l'incidence de la gale et les rendements de pomme de terre en 2015 au Saguenay**

	Rendement total	%Gale sévère	Rendement vendable
	(quintaux/acre)	(> 5%)	(quintaux/acre)
Témoin	226	91	20,3

A24D à 21 JAE	225	68	72,0
A24D à 28 JAE	220	42	127,6
Lisier	221	97	6,6

Rendement total récolté par le producteur (grelots négligeables); Mélange de gale commune, gale poudreuse et de lenticelle; Peu de répétitions (2 par traitement) pour faire une analyse statistique; Rendement vendable: rendement total moins le poids des tubercules avec gale sévère

**Tableau 10. Effet d'A24D sur la composition minérale des feuilles de pomme de terre FL2137 en 2015 (site L-ST)**

A24D	Timing	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
g/ha	JAE	-----%-----						-----mg/ kg-----				
0		3,17	0,21	3,14	1,88	0,73	34,6	5,39	126	236	227	
75	14	3,17	0,19	3,12	1,94	0,77	30,2	7,37	131	208	205	
	21	3,25	0,22	3,30	2,04	0,74	32,3	4,96	173	259	267	
	28	3,21	0,21	3,38	2,05	0,80	36,2	5,29	125	258	227	
100	14	3,18	0,21	3,64	1,97	0,78	31,5	5,63	153	219	214	
	21	3,14	0,19	3,29	2,18	0,81	34,6	5,01	141	265	270	
	28	3,04	0,21	3,05	2,01	0,80	35,8	5,76	140	232	231	
150	14	3,11	0,19	3,17	1,91	0,77	30,1	6,06	145	265	209	
	21	3,28	0,22	3,63	2,09	0,76	32,8	5,63	153	275	256	
	28	3,22	0,23	3,23	2,26	0,79	35,2	5,38	148	231	260	
LSD 5%		0.27	0,02	0,48	0,31	0,10	4,48	1,94	37, 3	56, 4	57	

**Tableau 11. Effet de A24D sur la composition minérale des feuilles de pomme de terre Satina en 2015 (site JL)**

A24D	Timing	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
g/ha	JAE	%					mg/kg				
0		4,50	0,25	2,82	1,17	0,56	42,2	7,67	84,3	71,3	39,4
75	14	4,71	0,30	3,77	1,59	0,76	47,7	7,24	101,7	174,4	53,7
	21	4,83	0,29	4,08	1,57	0,71	48,7	6,86	97,9	128,2	53,5
	28	4,89	0,31	3,90	1,49	0,72	47,7	8,03	99,8	93,9	53,2
100	14	4,65	0,29	3,72	1,74	0,75	47,8	6,58	97,9	129,6	52,0
	21	4,68	0,29	3,99	1,70	0,73	48,4	7,94	99,1	163,7	50,6
	28	4,84	0,31	3,82	1,56	0,75	52,2	7,71	99,5	152,7	55,8
150	14	4,61	0,31	3,97	1,77	0,79	50,0	7,05	102,1	144,1	57,4
	21	4,72	0,30	4,32	1,77	0,77	53,6	7,23	94,9	141,7	53,3
	28	4,80	0,32	4,15	1,51	0,66	51,4	7,69	102,1	139,4	56,4
LSD 5%		0,17	0,02	,33	,18	0,09	5,5	1,77	7,5	62,5	6,2