

Evaluation de l'impact d'une fertilisation azotée localisée dans la butte pour la pomme de terre

Synthèse de trois années d'expérimentation



Ce document doit être cité de la manière suivante :

Vandenberghe C., Lefébure K., Colinet G., 2023. *Evaluation de l'impact d'une fertilisation azotée localisée dans la butte pour la pomme de terre*. Dossier GRENeRA **23-02**, 13 p. In Vandenberghe C.¹, De Toffoli M.², Durenne B.³, Bachelart F.¹, Houtart A.¹, Imbrecht O.², Lefébure K.¹, Bergiers G.³, Huyghebaert B.³, Lambert R.², Colinet G.¹, 2024. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne et volet eau du programme wallon de réduction des pesticides – Rapport d'activités final 2023 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement PROTECT'eau*. Université catholique de Louvain, Centre wallon de Recherches agronomiques et Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech.

¹ Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège) - GRENeRA

² Earth and Life Institute (UCLouvain)

³ Centre wallon de Recherches Agronomiques

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	3
2. MATERIEL ET METHODE.....	4
2.1. PROTOCOLE EXPERIMENTAL	4
2.2. PLANTATION	4
2.3. ECHANTILLONNAGES DE SOL	4
2.4. EVALUATION DE LA PRODUCTION.....	5
3. RESULTATS.....	6
3.1. CONSEILS DE FERTILISATION	6
3.2. ECHANTILLONNAGES DE SOL A LA RECOLTE	6
3.3. EVALUATION DU RENDEMENT	8
4. CONCLUSIONS	11

1. Introduction

La pomme de terre occupe près de 10 % de la superficie arable en région wallonne ; soit une peu plus de 40.000 ha. Elle se cultive essentiellement en région limoneuse ou sablo-limoneuse.

Les mesures de reliquat azoté dans le sol effectuées en début de période de lixiviation (APL) indiquent des teneurs relativement élevées par rapport à la plupart des autres cultures (tableau 1).

Tableau 1. APL moyen par classe de culture (source : contrôle APL SPW annuel).

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A1	Effectif	57	34	68	142	75	80	93	90	125	144	132	155
	Moyenne	27	39	31	38	19	23	22	28	24	30	36	37
	Conformité [%]	91	76	90	74	95	88	85	87	82	81	73	69
A2	Effectif	166	122	174	229	259	526	521	447	468	435	409	508
	Moyenne	55	33	46	34	46	38	45	35	48	35	45	52
	Conformité [%]	55	71	78	76	81	76	76	72	69	76	74	75
A3	Effectif	140	100	184	291	291	289	298	225	213	173	189	206
	Moyenne	69	69	58	69	67	50	54	62	76	71	79	73
	Conformité [%]	65	62	68	74	77	84	75	73	76	68	83	76
A4	Effectif	245	82	192	261	366	409	350	314	283	292	287	317
	Moyenne	67	56	97	129	65	64	68	74	39	98	116	98
	Conformité [%]	64	86	58	51	73	70	74	72	84	68	62	60
A5	Effectif	59	23	64	127	102	119	140	122	94	139	164	140
	Moyenne	91	90	71	108	82	84	84	91	85	114	176	141
	Conformité [%]	80	78	80	87	83	74	68	64	81	65	67	51
A6	Effectif	13	3	19	44	23	50	58	34	35	41	28	21
	Moyenne	77	68	73	70	76	73	62	62	86	76	83	82
	Conformité [%]	85	67	68	86	96	84	88	88	83	74	86	52
A7	Effectif	8	10	21	24	8	35	40	40	59	41	34	40
	Moyenne	98	120	93	116	75	78	82	93	75	89	115	96
	Conformité [%]	75	73	81	50	88	66	80	60	77	71	54	78
A8	Effectif	53	202	90	111	103	225	259	183	152	128	142	175
	Moyenne	15	17	23	22	10	13	10	11	13	13	28	13
	Conformité [%]	96	97	92	90	98	97	99	99	96	97	89	97

Légende : A1 = betterave ; A2 = céréales suivies d'une culture de printemps ; A3 = céréales suivies d'une culture d'hiver et chicorée ; A4 = maïs ; A5 = pommes de terre ; A6 = colza ; A7 = légumes ; A8 = prairies.

Actuellement, la fertilisation minérale est apportée en majeure partie, en 'généralisé' avant les travaux de plantation ; de sorte que l'azote est distribué de façon homogène dans le sol ; c'est-à-dire, dans la butte mais également dans l'inter-butte.

L'objectif de l'expérimentation est d'évaluer le potentiel agronomique et l'intérêt environnemental d'une fertilisation 'à la ligne' lors de la plantation. Le volet agronomique porte sur l'atteinte (ou pas) d'un optimum de production équivalent à une pratique en fertilisation 'généralisée'. Le volet environnemental porte sur la réduction possible (ou pas) de la fertilisation avec cet objectif de production optimale.

L'analyse est réalisée par le biais d'une mesure de reliquat azoté dans le sol à la récolte.

2. Matériel et méthode

2.1. Protocole expérimental

L'expérimentation a été menée à proximité de Boneffe, sur une parcelle exploitée par Monsieur François R..

Les objets testés sont :

1. En localisé :
 - 0 % de la dose conseil
 - 60 % de la dose conseil
 - 80% de la dose conseil
 - 100% de la dose conseil
 - 120 % de la dose conseil

2. En généralisé (en années 2 et 3)
 - 60 % de la dose conseil
 - 70 % de la dose conseil
 - 80% de la dose conseil
 - 100% de la dose conseil
 - 120 % de la dose conseil

L'expérimentation a été menée en quatre répétitions.

Afin de faciliter la mise en place du protocole, les quatre répétitions ont été disposées sur quatre lignes (de quatre buttes) de plantation. Les cinq objets ont ainsi été mis en place sur chaque ligne mais dans un ordre différent de ligne en ligne. La longueur d'un objet est d'au minimum une dizaine de mètres. Une zone tampon de quelques mètres a été placée entre chaque objet de manière à permettre au chauffeur de modifier le réglage du débit d'azote sans arrêter le chantier de plantation.

Un piquetage (physique et RTK) a été réalisé simultanément à la plantation pour délimiter les zones 'objet' et les zones 'tampon'.

La partie 'en généralisé' a fait l'objet d'un apport préalable (entre l'opération de travail du sol et l'opération de plantation) d'azote sous forme de granulées N27 (27% d'azote) par GRENeRA. Cette zone, d'une largeur de trois mètres et d'une longueur équivalente à la longueur des lignes précédentes a jouté la zone d'expérimentation 'en localisé' ; les deux zones étant situées sur une partie la plus homogène possible de la parcelle d'un point de vue pédologique.

2.2. Plantation

Les buttes sont espacées latéralement de 75 cm. Les plants sont disposés à 20 cm de profondeur avec un écartement proche de 33 cm.

2.3. Echantillonnages de sol

Des échantillons de sol ont été prélevés :

- début avril pour le conseil de fertilisation
- en juillet, dans la butte pour chaque objet (ces résultats ne sont pas présentés dans ce document)
- post récolte, dans tous les objets

2.4. Evaluation de la production

Dans chaque répétition, les pommes de terre ont été récoltées manuellement : quatre plantes/ligne sur les deux lignes centrales de plantation.

Ces tubercules ont été dénombrés, pesés et calibrés ; le poids sous eau et la matière sèche de chaque échantillon ont été mesurés les deux premières années d'expérimentation.

Les rendements estimés peuvent paraître élevés. Il convient, à ce propos, de signaler que ces estimations ne sont établies que sur les poids mesurés. Le rendement calculé « à l'hectare » n'intègre donc des pertes de productions telles que les lignes de pulvérisation, des défauts de levées, les pertes à la récolte.

Pour estimer un rendement « réel », il conviendrait (communication orale de la FIWAP) de retirer 15 à 20 % de ces estimations (comme le ferait, toujours selon la FIWAP, le CRAW).

3. Résultats

3.1. Conseils de fertilisation

Chaque année, un conseil de fertilisation a été établi sur base d'une analyse de sol. Ceux-ci ont logiquement varié en fonction des années :

- 2021 : 180 kg N/ha
- 2022 : 175 kg N/ha
- 2023 : 150 kg N/ha

3.2. Echantillonnages de sol à la récolte

Des échantillons de sol ont été prélevés chaque année dans les buttes de pomme de terre, peu avant la récolte. La figure 2 illustre la distribution des résultats en fonction du mode d'application de la fertilisation (généralisé à la parcelle ou localisé dans la butte) et de la quantité de fertilisant (exprimée en % du conseil de fertilisation).

On observe logiquement une augmentation du reliquat azoté en fonction de la dose d'azote apportée.

En 2021, suite à la pluviométrie exceptionnelle de l'été (173 mm en juin et 166 mm en juillet, débordement de la Vesdre), le reliquat azoté dans les buttes, peu avant la récolte est très faible. Les objets 80% et 100% présentent des valeurs similaires (figure 1).

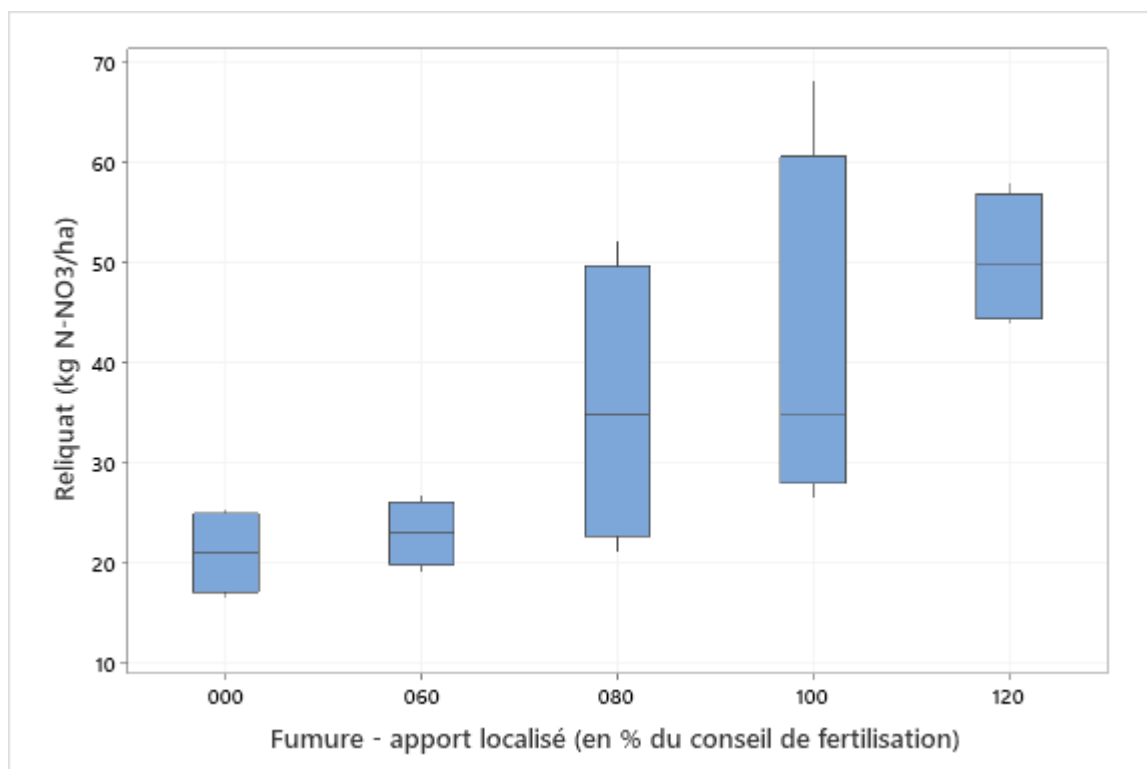


Figure 1. Reliquat azoté dans les buttes de pomme de terre (28 septembre 2021).

En 2022, on observe une gradation du reliquat azoté dans les objets 80%, 100% et 120% en apport localisé. Dans les objets en apport généralisé, le reliquat azoté en 80% est similaire à celui observé en 100% et, comme en apport localisé, inférieur à l'objet 120% (figure 2).

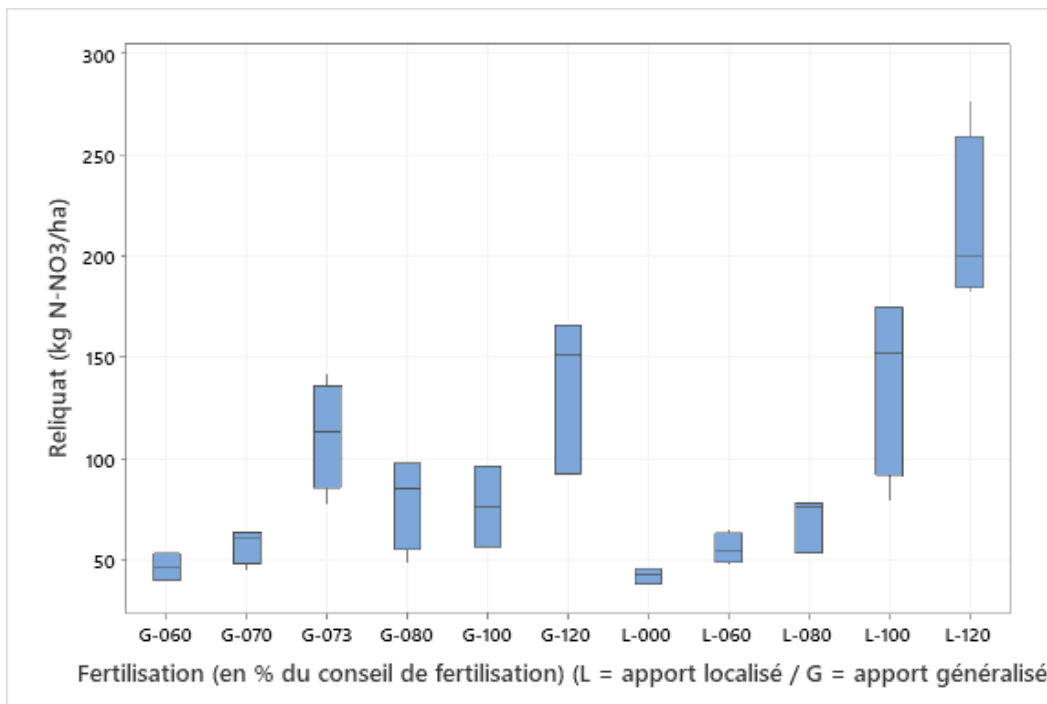


Figure 2. Reliquat azoté dans les buttes de pomme de terre (6 octobre 2022).

En 2023, on observe une gradation du reliquat azoté dans les objets 80%, 100% et 120% tant en apport localisé qu'en apport généralisé (figure 3).

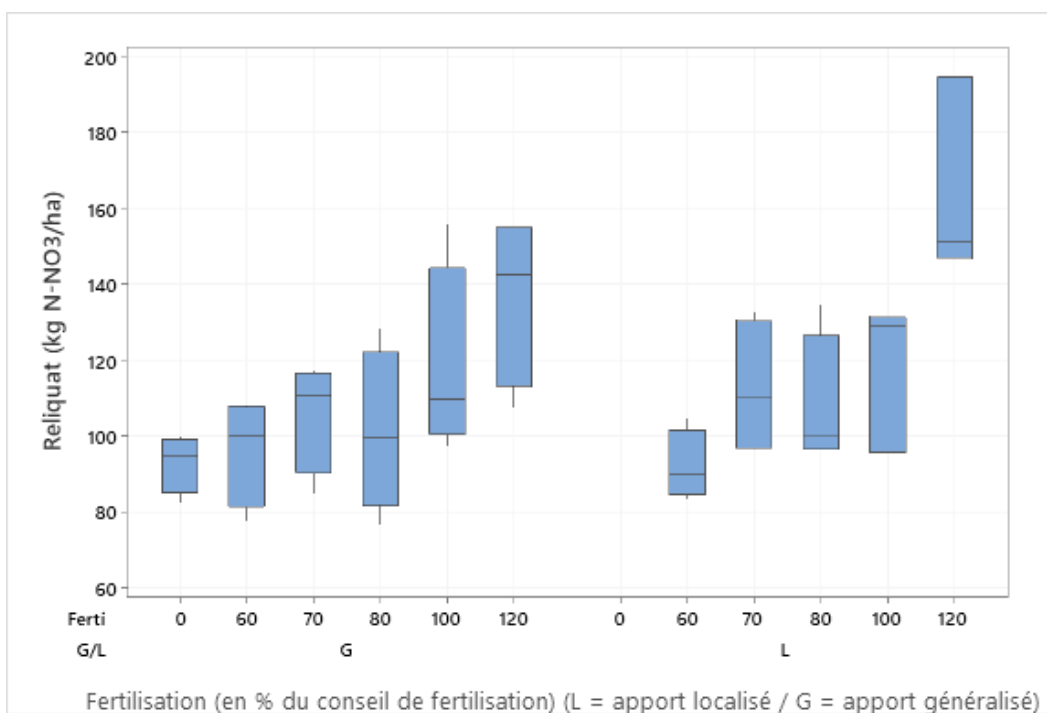


Figure 3. Reliquat azoté dans les buttes de pomme de terre (10 octobre 2023).

3.3. Evaluation du rendement

En 2021, les résultats des mesures de rendement ne mettent pas en évidence des différences de rendement entre les objets 60%, 80%, 100% et 120% (figure 4).

Si l'on prend en considération le prix de l'azote, l'application d'une dose équivalant à 60 % du conseil de fertilisation est une bonne option.

Un objet « 100% en apport généralisé » a également été mis en place sur la parcelle, en quatre répétitions. Le rendement moyen observé pour cet objet est équivalent à celui observé en apport localisé pour une fertilisation équivalente.

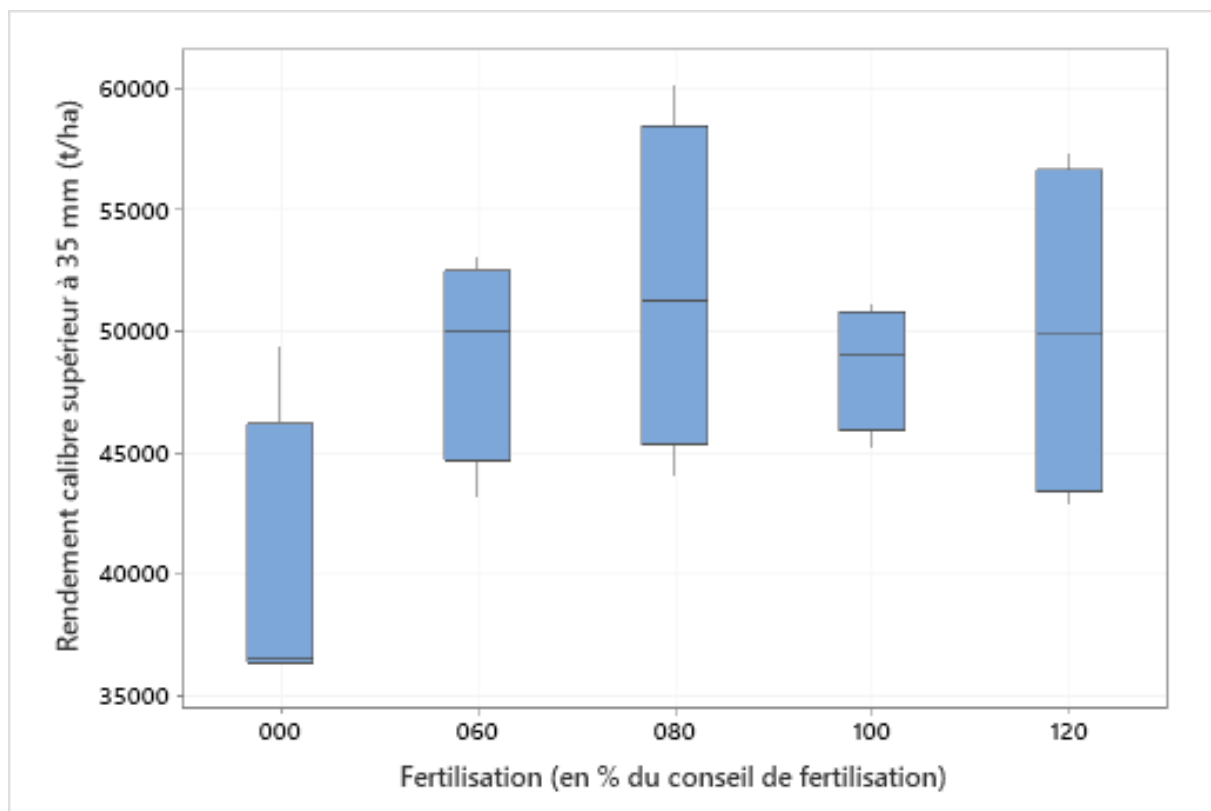


Figure 4. Impact de la fertilisation et de son mode d'application sur le rendement (2021).

En 2022, le rendement répond à la dose de fertilisant, sans atteindre un réel plafond agronomique. En intégrant le coût de l'engrais, le gain en « 120% » devient négligeable.

Dans les conditions de culture 2022, il apparaît que l'application localisée d'engrais dans la butte apporte un rendement supérieur, à dose équivalente, à une application en généralisé.

Ce graphique illustre également qu'en 2022, le complément (30%) d'azote apporté à la dose 70% n'a pas engendré un rendement plus élevé (G 70 + 30 est équivalent au G 70 et tous deux sont inférieurs au G100). Ce constat est logique vu la période de sécheresse qui a suivi l'application du complément de 30% ; cet azote n'a pas été valorisé par la culture ; il est même identifié dans le sol à la récolte (objet G073 à la figure 2).

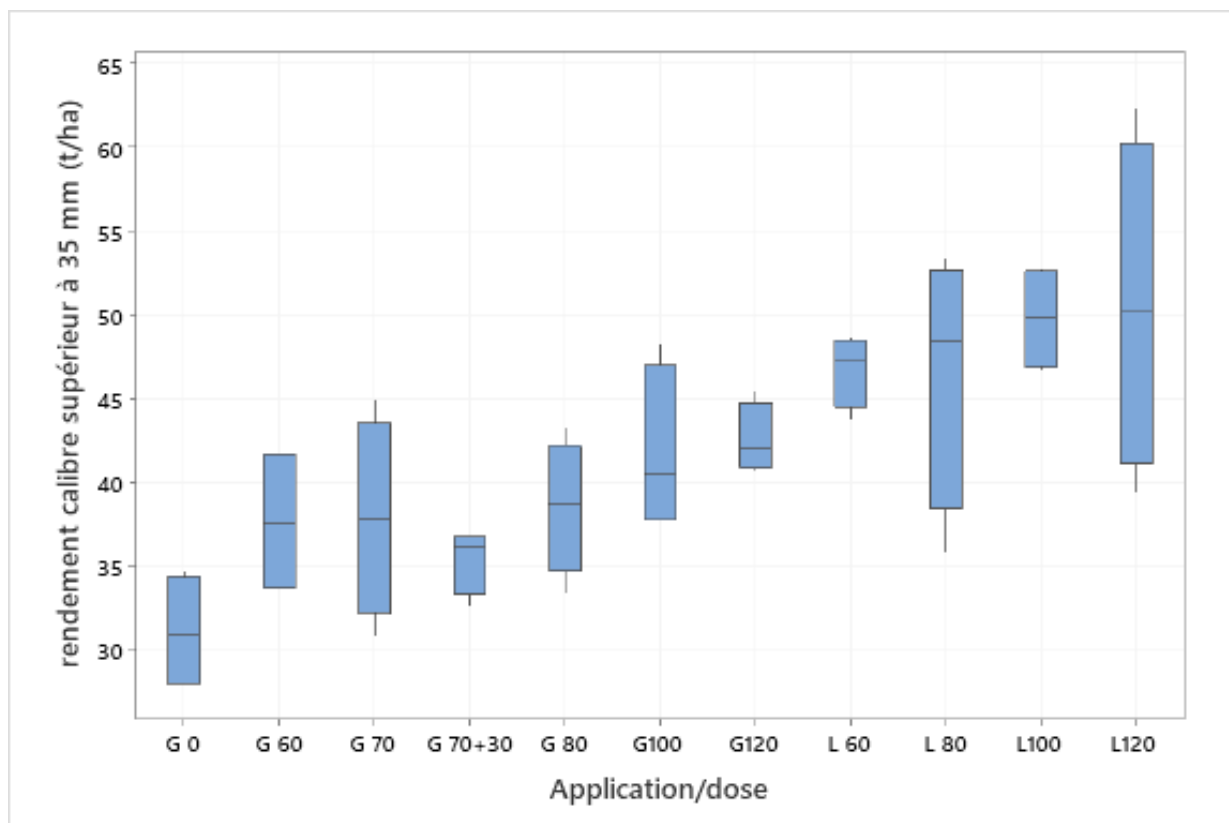


Figure 5. Impact de la fertilisation et de son mode d'application sur le rendement (2022).

En 2023, le constat est assez similaire à celui de 2022, à savoir, une réponse du rendement à la fertilisation sans atteindre un plafond. La fertilisation en apport localisé génère, comme en 2022, un supplément de rendement à fertilisation équivalente en comparaison à une fertilisation en généralisé (figure 6).

En intégrant le coût de l'engrais, le gain en « 120 % apport localisé » devient négligeable. Ce constat ne peut être transposé en cas d'apport en généralisé.

Enfin, il convient d'observer que 2023 présente de loin les rendements les plus élevés des trois années d'expérimentation ... avec le conseil de fertilisation le plus petit, preuve s'il en était encore besoin que la fertilisation azotée n'est qu'une des composantes du rendement.

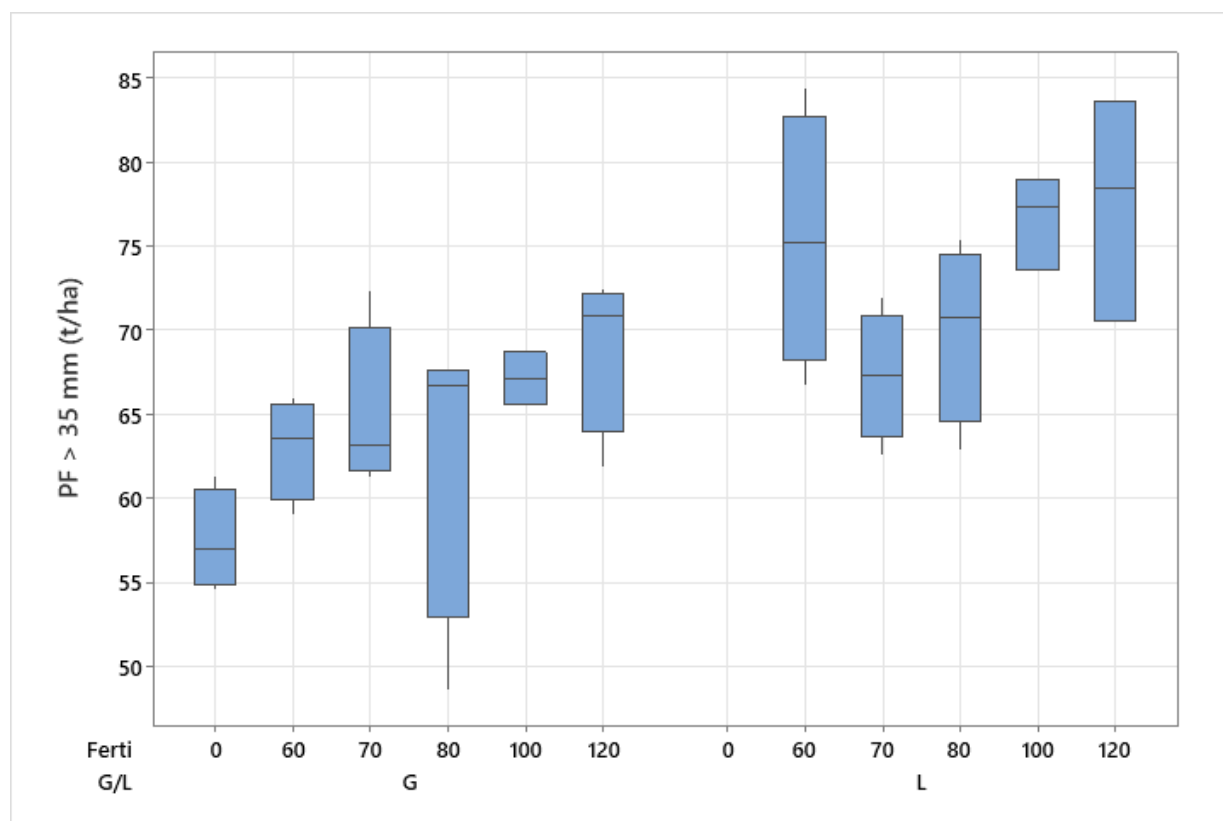


Figure 6. Impact de la fertilisation et de son mode d'application sur le rendement (2023).

Les résultats de l'objet « L 60% » (rendement supérieur aux objets « L 70% et L 80% ») ne sont pas expliqués.

4. Conclusions

Depuis quelques années, les progrès de la mécanisation permettent de proposer des équipements qui appliquent l'azote dans la butte de pomme de terre au moment de la plantation. Ce faisant, l'engrais se trouve à 20 cm de profondeur (donc plus difficilement entraînable par ruissellement en cas d'orage), au plus près du plant de pomme de terre.

Une expérimentation a été menée durant trois ans (2021 à 2023) pour évaluer l'intérêt agronomique et environnemental d'une localisation de la fertilisation dans la butte lors de la plantation.

La première année, des doses croissantes de fertilisation (de 60% à 120 % du conseil de fertilisation) ont été testées en apport localisé et comparé à un « 100% » en apport généralisé. En deuxième et troisième année, ces doses croissantes ont également été testées en apport généralisé.

Les conclusions de ces trois années d'expérimentation sont les suivantes :

- Sur le volet « agronomique » :
 1. en apport localisé, une fertilisation de 120 % n'engendre jamais (pour les trois années d'expérimentation) de gain financier ;
 2. en apport localisé, une réduction de 40% de la fertilisation a été idéale la première année, une réduction de 20% de la fertilisation a engendré une faible perte la deuxième année et une perte plus conséquente la troisième année. ;
 3. en apport généralisé, à fertilisation équivalente à l'apport localisé, le rendement a été inférieur deux années sur trois ;
 4. en apport généralisé, au cours des deux années d'expérimentation en dose croissante, il apparaît que le conseil de fertilisation n'était pas exagéré (l'objet « 120% » a présenté un rendement légèrement supérieur à l'objet « 100% »).
- Sur le volet « environnemental » :
 1. en apport généralisé, le reliquat azoté médian mesuré en 2022 et 2023 dans l'objet « 120% » est supérieur à celui observé dans l'objet « 100% ». Le gain de rendement (en 120% ») mentionné ci-dessous a donc un « coût » environnemental ;
 2. à fertilisation équivalente, il n'y a pas de tendance nette du reliquat azoté médian entre l'apport localisé et l'apport généralisé (ni l'un ni l'autre ne sont systématiquement inférieurs à leur « homologue ») ;

En conclusion, un apport localisé d'azote dans la butte lors de la plantation permet régulièrement des rendements plus élevés qu'en apport généralisé. La technique a donc un intérêt pour l'agriculteur.

En fertilisation localisée, une réduction de 20% de la fertilisation (non gagnante systématiquement en termes de rendement) permet un gain environnemental (réduction de reliquat azoté dans le sol à la récolte).

Enfin, ces trois années d'expérimentation mettent bien en évidence l'impact du climat tant d'un point de vue environnemental qu'agronomique :

1. en 2022, les conditions météorologiques (sécheresse estivale) ont été défavorables au fractionnement de la fertilisation à l'aide du chlorophyllomètre : la seconde fraction n'a pas été assimilée par la culture et le rendement est moindre que lors d'un seul apport avant la plantation ;
2. en apport localisé, le reliquat azoté mesuré en 2021 (la médiane maximale est de 50 kg N-NO₃/ha) est très nettement inférieur aux observations de 2022 et 2023 (la médiane maximale est supérieure à 150 kg N-NO₃/ha) en raison de l'importante pluviométrie observée lors de l'été 2021 ;
3. les rendements les plus élevés ont été observés en 2023, année où le conseil de fertilisation était pourtant le plus faible (150 kg N/ha).

Ces observations rappellent l'humilité que nous devons avoir quand nous proposons un conseil de fertilisation : certes, il s'appuie sur les résultats d'une recherche scientifique mais, à posteriori, sa qualité reste très dépendante des conditions météorologiques qui suivront la mise en place de la culture.