



Cofinancé par l'Union Européenne

pasa
Programme d'Appui au Secteur
de l'Agriculture en Algérie



**PÔLE
SUD**

Analyse environnementale de la chaîne de valeur « Dattes et Pi- ment » à Biskra et « Pomme de terre » à El Oued

18 03 2021 – 15 06 2022

RAPPORT SUR LE THEME ENVIRONNEMENTAL « FERTILISATION ORGANIQUE ET MINERALE »

Mai 2022

AT de  et  pour le compte de la GIZ



Sommaire

1	Introduction et Termes de Références.....	1
2	Répartition et lieu des enquêtes de terrain	2
3	Le thème environnemental « fertilisation organique »	3
3.1	Le thème « fertilisation organique » chez les producteurs de palmiers-dattiers	3
3.1.1	Niveau d'épandage de matière organique.....	3
3.1.2	Investissement financier des producteurs en matière organique.....	4
3.1.3	Perception des producteurs sur les avantages et inconvénients de la matière organique pour la culture de palmiers-dattiers	4
3.1.4	Impacts de l'utilisation de la matière organique sur le milieu naturel comme perçus par les producteurs.....	6
3.2	Le thème « fertilisation organique » chez les producteurs de piments	7
3.2.1	Stratégie des producteurs en matière de fertilisation avec la matière organique	7
3.2.2	Quantités de matière organique épandues par les producteurs de piments	9
3.2.3	Investissement financier des producteurs en matière organique.....	10
3.2.4	Perception des producteurs sur les avantages et inconvénients de la matière organique pour la culture de piments	10
3.2.5	Impacts de l'utilisation de la matière organique sur le milieu naturel comme perçus par les producteurs.....	11
3.3	Le thème « fertilisation organique » chez les producteurs de pommes de terre.....	13
3.3.1	Stratégie des producteurs en matière de fertilisation avec la matière organique	13
3.3.2	Investissement financier des producteurs en matière organique.....	15
3.3.3	Quantités de matière organique épandues par les producteurs de pommes de terre	15
3.3.4	Période et façon d'épandage.....	16
3.3.5	Perception des producteurs sur les avantages et inconvénients de la matière organique pour la culture de pomme de terre	17
3.3.6	Impacts de l'utilisation de la matière organique sur le milieu naturel comme perçus par les producteurs.....	18
4	Le thème environnemental « fertilisation minérale ».....	20
4.1	Le thème « fertilisation minérale » chez les producteurs de dattes	20
4.1.1	Types d'engrais minéral utilisés.....	20
4.1.2	Gestion de la fertilisation minérale.....	22
4.1.3	Avantages et inconvénients des engrais minéraux perçus par les producteurs de dattes	24
4.2	Le thème « fertilisation minérale » chez les producteurs de piments	26
4.2.1	Types d'engrais minéral utilisés.....	26
4.2.2	Prix des engrais.....	29
4.2.3	Gestion de la fertilisation minérale.....	29
4.2.4	Avantages et inconvénients des engrais minéraux perçus par les producteurs de piments.....	33
4.3	Le thème « fertilisation minérale » chez les producteurs de pommes de terre.....	37
4.3.1	Types d'engrais minéral utilisés.....	37

4.3.2	Gestion de la fertilisation minérale.....	38
4.3.3	Avantages et inconvénients des engrais minéraux perçus par les producteurs de pommes de terre	41
5	Conclusions et recommandations.....	45
5.1	La fertilisation organique et minérale sur palmiers-dattiers	45
5.1.1	Matière organique - conclusions.....	45
5.1.2	Recommandations.....	45
5.1.3	Engrais minéral - conclusions.....	46
5.1.4	Recommandations.....	46
5.2	La fertilisation organique et minérale sur piments	47
5.2.1	Matière organique - conclusions.....	47
5.2.2	Recommandations en culture d'arrière-saison	47
5.2.3	Engrais minéral - conclusions.....	48
5.2.4	Recommandations.....	49
5.3	La fertilisation organique et minérale sur pommes de terre.....	49
5.3.1	Matière organique - conclusions.....	49
5.3.2	Recommandations.....	50

Liste des tableaux

Tableau 1	: Plan d'échantillonnage pour les enquêtes de terrain	2
Tableau 2	: Valeur fertilisante des différents fumiers	3
Tableau 3	: Equivalence des unités de matière organique entre camion, brouette et palmier	3
Tableau 4	: Prix de la matière organique	4
Tableau 5	: Dose de matière organique estimée (en tonnes)	9
Tableau 6	: Prix de la matière organique	10
Tableau 7	: Prix de la matière organique	15
Tableau 8	: Récapitulatif sur la matière organique utilisée par les producteurs de pomme de terre.....	19
Tableau 9	: Caractéristiques des principaux engrais utilisés	21
Tableau 10	: Doses moyenne d'engrais par palmier/an appliquées par les producteurs.....	22
Tableau 11	: Doses d'engrais par palmier et par an pour les palmiers jeunes et palmiers en production	22
Tableau 12	: Avantages des engrais minéraux perçus par les producteurs de dattes.....	25
Tableau 13	: Caractéristiques des principaux engrais utilisés	28
Tableau 14	: Prix des engrais minéraux (2021)	29
Tableau 15	: Doses moyenne d'engrais par serre 400m2/première saison appliquées par les producteurs.....	29
Tableau 16	: Doses moyenne d'engrais par serre 400m2/deuxième saison appliquées par les producteurs.....	30
Tableau 17	: Nombre de formules de fertilisation minérale et cout moyen de chaque formule par serre et par saison	31
Tableau 18	: Période d'épandage des engrais minéraux sur piment.....	32
Tableau 19	: Avantages des différents engrais minéraux perçus par les producteurs.....	34
Tableau 20	: Inconvénients de l'utilisation des différents engrais minéraux perçus par les producteurs	35
Tableau 21	: Caractéristiques des principaux engrais utilisés	38
Tableau 22	: Prix des engrais minéraux (Juin - Septembre 2021)	39
Tableau 23	: Avantages des engrais minéraux perçus par les producteurs de pomme de terre	42

Liste des graphes

Graphe 1 : Avantages perçus de l'apport de fumier d'ovin	5
Graphe 2 : Inconvénients de la matière organique perçus par les producteurs	6
Graphe 3 : Impacts de la matière organique sur le milieu naturel perçus par les producteurs	6
Graphe 4 : Intentions futures des producteurs en matière d'utilisation de la matière organique pour la culture de palmiers.	7
Graphe 5 : Niveau d'utilisation de la matière organique pour la culture de piment	8
Graphe 6 : Avantages perçus de la matière organique pour le piment	8
Graphe 7 : Avantages perçus de l'apport de fumier d'ovin	10
Graphe 8 : Inconvénients de la matière organique perçus par les producteurs	11
Graphe 9 : Impacts de la matière organique sur le milieu naturel perçus par les producteurs	12
Graphe 10 : Niveau d'utilisation de la matière organique pour la culture de pomme de terre.....	13
Graphe 11 a, b, c: Pourcentage de type de matière organique appliqué sur pomme de terre.....	13
Graphe 12 : Avantages de chaque type de matière organique perçus par les producteurs	14
Graphe 13 : Nombre de camions de matière organique par pivot et par an acheté par les producteurs	16
Graphe 14 : Nombre de camions de MO par catégorie de MO en première et deuxième année de culture irriguée par pivot.....	16
Graphe 15 : Avantages des fientes de volailles perçus par les producteurs.....	17
Graphe 16 : Avantages du fumier d'ovins perçus par les producteurs.....	17
Graphe 17 : Inconvénients de la fiente de volaille perçus par les producteurs	18
Graphe 18 : Inconvénients du fumier d'ovins perçus par les producteurs.....	18
Graphe 19 : Impacts de la matière organique sur le milieu naturel perçus par les producteurs	19
Graphe 20 : Engrais chimiques utilisés par les producteurs de dattes	20
Graphe 21 : Avantages perçus pour l'urée 46%	21
Graphe 22 : Avantages perçus pour le 15.15.15.....	21
Graphe 23 : Niveau de connaissance des précautions d'emploi et de stockage des engrais pour la santé humaine.	23
Graphe 24 : Niveau de connaissance des précautions d'emploi et de gestion des engrais minéraux vis-à-vis de l'environnement.....	24
Graphe 25 : Niveau d'application des précautions d'usage chez les producteurs	24
Graphe 26 : Inconvénients de l'utilisation des engrais minéraux perçus par les producteurs	25
Graphe 27 : Impacts perçus de l'utilisation des engrais minéraux sur l'environnement.....	26
Graphe 28 : Engrais chimiques utilisés par les producteurs de piments.....	27
Graphe 29 : Avantages perçus pour l'urée 46%	27
Graphe 30 : Avantages perçus pour le 20.20.20.....	27
Graphe 31 : Niveau de connaissance des précautions d'emploi et de stockage des engrais pour la santé humaine.	32
Graphe 32 : Niveau de connaissance des précautions d'emploi et de gestion des engrais minéraux vis-à-vis de l'environnement.....	32
Graphe 33 : Niveau d'application des précautions d'usage chez les producteurs	33
Graphe 34 : Impacts perçus de l'utilisation des engrais minéraux sur l'environnement pendant la culture du piment	36
Graphe 35 : Impacts perçus de l'utilisation des engrais minéraux sur l'environnement après la culture du piment	36
Graphe 36 : Engrais et oligo éléments chimiques utilisés par les producteurs de pomme de terre	37
Graphe 37 : Avantages perçus pour le MAP 12.52.0 et le 15.15.15	37
Graphe 38 : Niveau de respect des précautions d'emploi d'engrais par les producteurs.	38
Graphe 39 : Quantités d'engrais appliquées par pivot en première année de culture	39
Graphe 40 : Quantités d'engrais appliquées par pivot en deuxième année de culture	40
Graphe 41 : Périodes d'épandage des engrais organiques	41
Graphe 42 : Avantages généraux des engrais minéraux perçus par les producteurs de pommes de terre.....	42
Graphe 43 : Inconvénients des engrais minéraux constatés par les producteurs.....	43
Graphe 44 : Inconvénients des engrais minéraux perçus par les producteurs de pomme de terre	43
Graphe 45 : Impacts des engrais minéraux sur l'environnement pendant la culture de pomme de terre	44

1 INTRODUCTION ET TERMES DE REFERENCES

L'étude environnementale de terrain des productions de dattes, piments et pomme de terre s'est déroulée entre mai et octobre 2021 dans différentes communes réparties dans les différentes zones de Biskra et d'El Oued. Les 83 enquêtes de terrain (25 pour les dattes, 25 pour les piments et 33 pour la pomme de terre) furent réalisées auprès des producteurs selon la méthode des moyens d'existence durable (MED, appelé aussi méthode Livelihood en anglais) adaptée au contexte de la production de dattes et de piments à Biskra et de la pomme de terre à El Oued.

Projet :	PASA Algérie
Composante :	Amélioration des filières agricoles « dattes », « piment » et « pomme de terre » à Biskra et à El Oued
Activités de la mission :	Processus 1 : Analyses et études <ul style="list-style-type: none">• 1.6 Réaliser une étude de conservation des variétés autochtones piment et datte• 1.7 Élaborer un diagnostic sur l'utilisation et la gestion des ressources en eau• 1.9a Etudier l'impact environnemental de l'application des pesticides• 1.9b Etudier l'impact environnemental de la fertilisation organique et minérale• 1.10 Etudier les techniques de la protection / réhabilitation des sols <u>Contribution :</u> Processus 4 : Appui à la planification des projets collaboratifs Processus 5 : Appui à la mise en œuvre des projets collaboratifs
Poste :	Expert international court-terme et experts nationaux court-terme
Mission :	Expert international : Encadrement, accompagnement, renforcement des capacités des experts nationaux courts termes pour la réalisation des études d'Analyses environnementales dans les Wilayas de Biskra et El Oued, contrôle qualité, analyse et rapportage. Experts nationaux : Etudes de terrain et étude méso, saisie des données et participation à l'analyse et au rapportage des études terrain.
Date :	Prévision : du 18.03.2021 au 15.06.2022
Lieu :	Algérie / Wilaya de Biskra et El Oued

Expert international :

- Laurent Chazée

2 REPARTITION ET LIEU DES ENQUETES DE TERRAIN

Les études environnementales de terrain se sont déroulées entre mai et octobre 2021. Celle de la production de la datte auprès de 25 producteurs fut conduite 12 communes réparties dans deux zones de Biskra. Celle de la production de piment fut réalisée auprès de 25 producteurs dans 12 communes réparties dans trois zones de Biskra. L'étude de la production de pomme de terre s'est déroulée dans 12 communes réparties dans trois zones d'El Oued. Les 83 enquêtes de terrain furent réalisées selon la méthode des moyens d'existence durable adaptée au contexte de la production de piment à Biskra et comprenaient une série de questions relatives au thème de la fertilisation organique et minérale (Activité 1.9b des TdR).

Tableau 1 : Plan d'échantillonnage pour les enquêtes de terrain

Zones	Communes	Nombre d'enquêtes		
		Dattes	Piment	Pomme de terre
Biskra Ziban Ouest et centre	Bordj Ben Azouz	2		
	Ouled Djelal	3		
	Tolga	1		
	Oumèche	1	2	
	Bouchagroune	2		
	Lioua	2	3	
	Doucen	1	2	
	Foughala	2		
	Lichana	1		
	Sidi Khaled	1		
	El Ghrous	2	2	
	Chaiba		2	
	Ourlal		2	
Biskra Ziban Est	Sidi Okba	4	3	
	El Haouch	3		
	Ain Naga		2	
	Mziraa		3	
	Zeribet el Oued		4	
El Oued Zone nord	Reguiba			3
	Hassi Khalifa			3
	El Magran			1
	Tagzout			3
El Oued Zone sud	Oued Alalenda			3
	Robah			3
	Mih ouanssa			3
	El Ogla			3
	El Nekhla			3
El Oued Zone centre	Ouarmes			3
	Trefaoui			2
	Kouinine			3
Total	30 communes	25 enquêtes	25 enquêtes	33 enquêtes

3 LE THEME ENVIRONNEMENTAL « FERTILISATION ORGANIQUE »

Selon le type de production, les producteurs utilisent préférentiellement la matière organique d'ovin, de volaille ou de bovin. Nous avons indiqué ci-dessous les valeurs moyennes de teneur en NPK des différentes matières organiques (Tableau 2).

Tableau 2 : Valeur fertilisante des différents fumiers¹

Type de matière organique	Azote total (Kg/tonne) ²	Azote minérale directement assimilable	Azote organique	Phosphore P ₂ O ₅ (Kg/tonne) ³	Potassium (K ₂ O) (Kg/tonne) ⁴
Fiente de volailles sèche avec MS entre 35 et 55%	24-30	16-22	8-10	20-26	14-16
Fumier d'ovin	11			5	14
Fumier de bovin	5,9			3,8	5

3.1 Le thème « fertilisation organique » chez les producteurs de palmiers-dattiers

3.1.1 Niveau d'épandage de matière organique

Les données de quantités de fumiers apportées par les producteurs sont trop imprécises au niveau des exploitations et des hectares, en raison des volumes non précisés des camions, et des différentes catégories de camions. Toutefois, certains ayant donné l'équivalent en nombre de brouettes ou kilogrammes apportées par palmier ou rejet, c'est ce que nous avons de plus précis (Tableau 3).

Les producteurs apportent entre 2 à 12 brouettes de fumier tous les deux ou trois ans par palmier adulte, ce qui fait une moyenne de 6-7 brouettes de matière organique⁵ ou 90-120 kilogrammes par palmier adulte en moyenne. Les extrêmes varient de 80 à 140 kg par palmier tous les 2-3 ans, ce qui fait une estimation de 30-40 kg par an⁶. Pour les rejets et les jeunes palmiers, les doses apportées tous les 2-3 ans ne dépassent pas 10 kilogrammes, soit 4 kilogrammes par an en moyenne. La matière organique est épandue uniquement en hiver, entre décembre et janvier.

La pratique d'utilisation de matière organique est donc relativement standardisée et en accord avec les besoins du palmier, même si certains apportent des doses plus excessives de plus de 130 kilogrammes tous les deux ans.

Tableau 3 : Equivalence des unités de matière organique entre camion, brouette et palmier

Camion/Brouette/type de matière organique	Ovin	Bovin	Volaille
K120 (10T)	54 brouettes Moins rempli	54 brouettes Moins rempli	120 brouettes Bien rempli
K66 Bien rempli (7T)	26 brouettes	26 brouettes	35 brouettes
Chack man (16 T) Chack man = 3 K120 Bien rempli	360 brouettes	360 brouettes	420 brouettes

¹ https://protecteau.be/resources/shared/publications/fiches-techniques/Epandage/PE_5.3_Valeur_fertilisant_Engrais_Ferme_1812.pdf
<https://www.google.co.ma/webhp?tab=mw&authuser=1>

² L'azote contenu dans la matière organique se présente sous forme minérale directement assimilable (surtout forme ammoniacale mais aussi sous forme nitrate) et sous forme organique non directement assimilable avant sa minéralisation progressive. La proportion d'azote est la plus forte dans les fientes de volaille (5 à 7 fois plus par tonne par rapport aux fumiers d'ovin et de bovin).

³ Le phosphore des fumiers est principalement organique se minéralise en général rapidement pour être assimilable par la plante dans la saison de culture.

⁴ Le potassium du fumier est principalement minéral et immédiatement assimilable par les plantes.

⁵ Le poids de MO par brouette varie de 15 à 25 kg selon le type de MO, sa teneur en eau et selon son niveau de remplissage. On retiendra une moyenne de 21 kg par brouette pour ovin et bovin et 18 kg pour fientes de volaille.

⁶ Si on se réfère à la moyenne la quantité varie de 45-60Kg de MO par palmier et par an. Cette dose est au-dessous du seuil de fertilité biologique estimé à 210 Kg de MO par palmier pour une densité de plantation de 8x8.

Camion/Brouette/type de matière organique	Ovin	Bovin	Volaille
Nbr de brouettes moyens par palmier chaque 2 à 3 ans	4-6	4-6	2 notamment pour les jeunes rejets
Nbr de kg par palmier chaque 2 à 3 ans	80-120Kg	. 80-120Kg	40Kg
Remarques	Une brouette = 18 à 20 petites pelles		

L'épandage se fait manuellement à l'aide des brouettes ou par des rétro-chargeurs ou par un outil traditionnel nommé localement "Gherbal" (outil de mesure l'équivalent à 2 à 3 brouettes). Certains agriculteurs réalisent un épandage de la MO à la surface du sol et d'autres l'incorporent au sol tous les 2-3 ans avec un le rétro-chargeur de manière à améliorer les propriétés physiques du sol.

L'incorporation de la MO dans le sol favorise la bio décomposition grâce aux microorganismes du sol responsables de sa minéralisation qui permet l'absorption des minéraux par les racines du palmier. L'incorporation limite aussi la déperdition de l'azote volatil et donc rend plus efficace la fertilisation. Toutefois, l'incorporation de la MO ne permet pas, ou moins, l'effet mulch humique ou l'effet « litière » utilisée en permaculture, qui favorise la structuration progressive du sol de surface (Topsoil) par l'action des microorganismes, évite les phénomènes de compaction et tamponne les effets du climat (pluies, écarts de température). A l'inverse, la MO épandue en surface nécessite plus de temps pour leur décomposition. D'autre part, elle est en partie emportée par les vents forts et les ruissellements lors des irrigations par submersion, en particulier à la rangée, diminuant ainsi l'homogénéité de la fertilisation.

Les doses de fumure organiques appliquées dans les palmeraies restent identiques pour les différents systèmes d'irrigation (cuvette, localisé, goutte à goutte). Certains agriculteurs apportent des doses supplémentaires de MO le long des rangées et entre les palmiers pour fertiliser de manière plus large leur palmeraie.

3.1.2 Investissement financier des producteurs en matière organique

Les prix de la matière organique sont par camion. En raison des différents volumes des différents camions K120, K66, Chack Man, etc.) qui ne sont pas connus, nous avons converti les prix en équivalent brouettes sortie camion (Tableau 4).

En prenant une moyenne de 6,5 brouettes de matière organique épandues par palmier, et en tenant compte des proportions de matière organique (ovin, bovin et volaille) utilisées par les producteurs, on obtient une estimation de 2360 Dinars/palmier et par épandage. **En considérant un épandage moyen tous les 2,5 ans, le cout moyen annuel de matière organique est d'environ 950 dinars par palmier adulte en production.**

Tableau 4 : Prix de la matière organique

Prix équivalent en unité brouette (2021)			
	Volaille	Bovin	Ovin
Prix moyen	225	340	410
Prix max	250	350	465
Prix min	208	320	330

Le cours dinars/euro : 158 dinars/euro

3.1.3 Perception des producteurs sur les avantages et inconvénients de la matière organique pour la culture de palmiers-dattiers

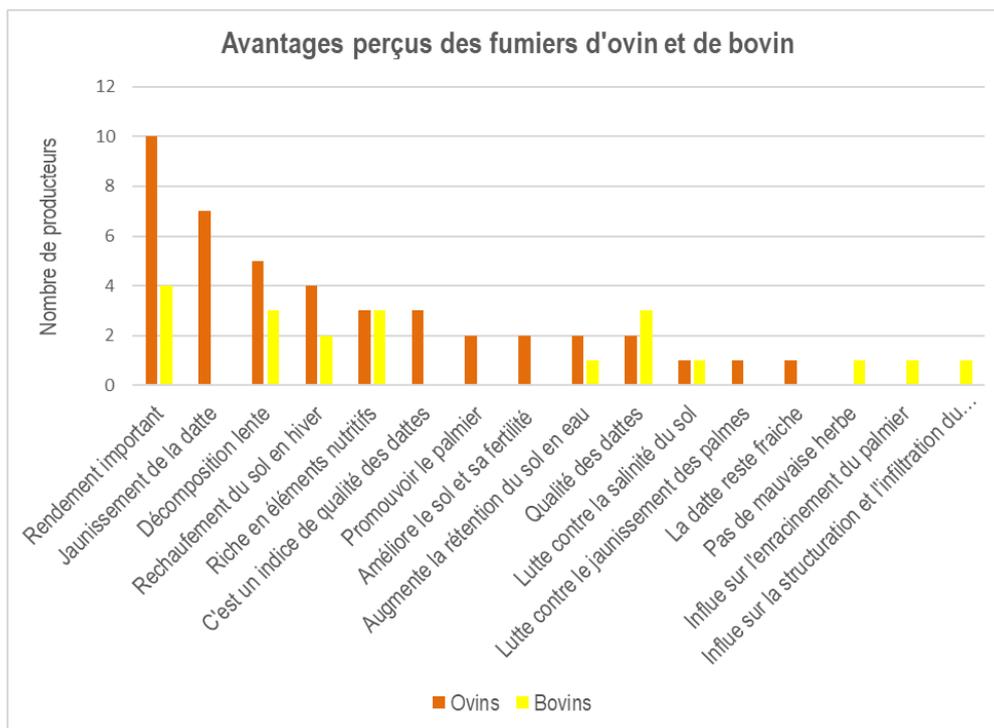
- Perception des producteurs sur les avantages de la matière organique pour la culture de palmiers-dattiers

Les producteurs de dattes mentionnent 13 différents avantages du fumier d'ovin et 10 avantages du fumier de bovin, en particulier l'accroissement de rendement, le jaunissement de la datte appréciée par les consommateurs et sa décomposition lente qui permet de l'épandre seulement une fois tous les 2 ou 3 ans. (Graphe 1).

Certains indiquent le fait que la matière organique maintien un sol plus chaud en hiver ce qui est favorable pour le palmier. Si l'on prend les résultats sous l'angle environnemental, cette dimension reste secondaire derrière les considérations économiques des avantages perçus (rendement, qualité des dattes, décomposition lente et réchauffement du sol pour le

palmier). Les deux seules mentions environnementales sont l'amélioration du sol et de sa fertilité (2 producteurs) et la lutte contre la salinité du sol (1 producteur). Les producteurs utilisant la fiente de volailles mentionnent uniquement une meilleure croissance du palmier.

Graphe 1 : Avantages perçus de l'apport de fumier d'ovin

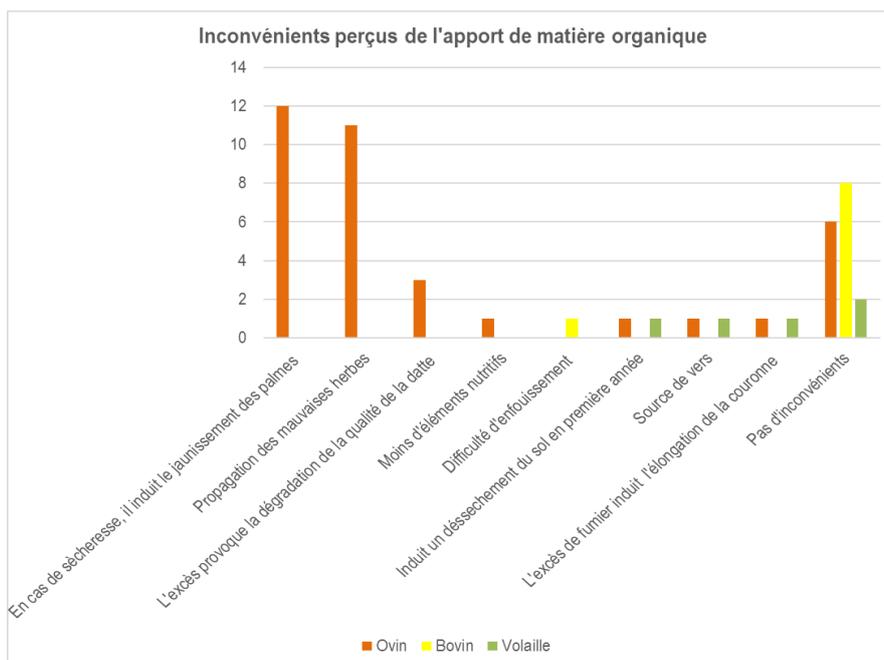


- Perception des producteurs sur les inconvénients de la matière organique pour la culture de palmiers-dattiers

Les utilisateurs de fumier d'ovins sont relativement unanimes pour dire qu'en cas de sécheresse, le fumier d'ovin favorise le jaunissement des palmes. La propagation des adventices apportées par le fumier est également constatée par plus de la moitié de ceux-ci (Graphe 2). La majorité des utilisateurs du fumier de bovin et de fientes de volailles ne perçoit pas d'inconvénients de ces matières organiques. Ces résultats sont à prendre pour information qualitative uniquement en raison du faible nombre de producteurs utilisant le fumier de bovins et la fiente de volaille.

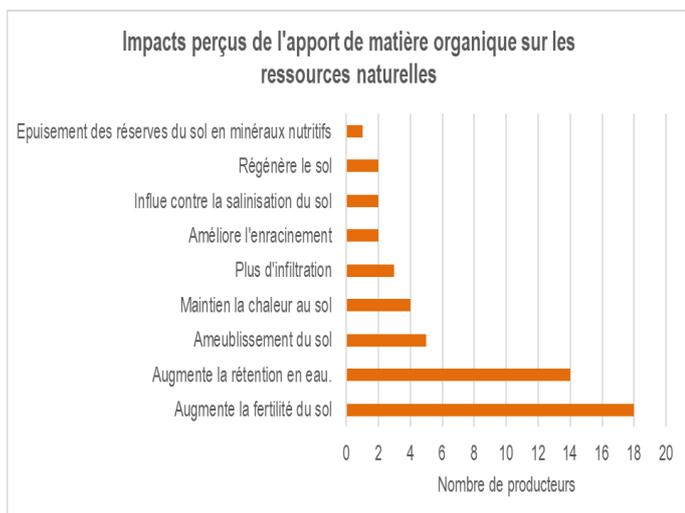
Pour le fumier de bovin, un producteur indique la difficulté d'enfouissement lorsque le fumier vient de litière compactée d'étable. Ce problème est également évoqué par les producteurs de pommes de terre d'El Oued. Pour ceux qui utilisent la fiente de volaille, une minorité indique l'apport de vers avec la fiente, le dessèchement du sol en première année ou l'élongation de la nouvelle couronne du palmier en cas d'excès de fiente, sans doute en raison de la forte teneur en azote ammoniacal que contient la fiente de volaille.

Graphe 2 : Inconvénients de la matière organique perçus par les producteurs



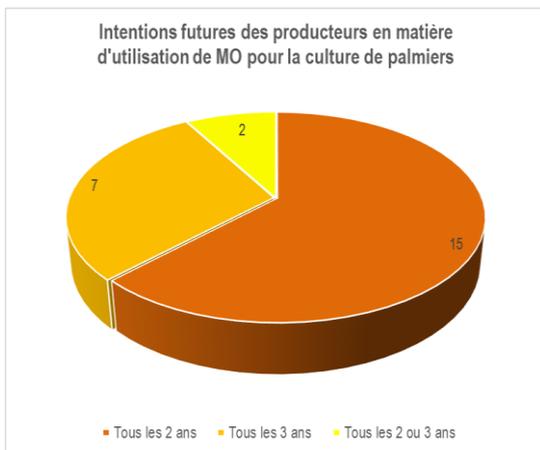
3.1.4 Impacts de l'utilisation de la matière organique sur le milieu naturel comme perçus par les producteurs

Comme indiqué plus haut, une minorité des producteurs de dattes se soucie spontanément de l'environnement et ne fait donc pas vraiment attention aux impacts environnementaux. A la question semi-fermée sur les impacts de la matière organique que les producteurs perçoivent sur les ressources naturelles, aucun d'eux ne donne de réponse et d'analyse pour les ressources naturelles elles-mêmes (eau, sol, biodiversité). En effet, leurs réponses sont toutes liées aux impacts utiles ou néfastes à la culture de palmiers-dattiers : fertilité du sol, rétention d'eau, ameublissement du sol, réchauffement du sol en particulier (Graphe 3).



Graphe 3 : Impacts de la matière organique sur le milieu naturel perçus par les producteurs

Si l'on analyse ces résultats dans un cadre des écosystèmes oasiens (écosystèmes modifiés par l'homme), l'apport de matière organique est en effet favorable à sa fertilité et au maintien de la structure du sol et de sa vie microbienne. L'augmentation de capacité de rétention d'eau agit indirectement sur l'efficacité de l'irrigation et donc sur les quantités d'eau à fournir.



A l'avenir, tous les producteurs souhaitent maintenir leur pratique d'épandage de matière organique, tous les 2 ou 3 ans selon les producteurs (Grphe 4).

Grphe 4 : Intentions futures des producteurs en matière d'utilisation de la matière organique pour la culture de palmiers.

En conclusion, en termes quantitatifs, les pratiques de fertilisation en matière organique sont globalement appropriées et correspondent aux doses préconisées.

Ceux qui utilisent le fumier d'ovin uniquement, bénéficient, suite à l'épandage d'hiver, d'azote et de phosphore favorables au démarrage du cycle de palmier. Il n'y a pas besoin d'apport d'engrais minéraux en début de cycle, mais d'un peu de phosphore à la floraison et de potassium à la fructification. Avec la bio décomposition lente de la MO, le potassium suffit en partie au moment de la fructification. Toutefois, l'effet azote et phosphore est amoindri en deuxième année sans épandage.

Les quatre producteurs qui utilisent la fiente de volaille mélangée à du fumier d'ovin ont sans doute des excès d'azote et de phosphore en début de cycle, ces deux matières organiques étant riches pour ces deux éléments. En sol sableux filtrant le cas des Ziban Ouest, cet excès peut provoquer des déséquilibres chimiques passagers et des migrations verticales par lixiviation avec éventuellement des pollutions de nappes peu profondes. Toutefois, le risque reste faible car les sols de la zone est sont plutôt limoneux sur les bordures de l'Ouest Biskra (Sidi Okba) ou les zones de Ain Naga et Mziraa, ou argileux comme dans la palmeraie de El Haouch.

En zone ouest, le risque de pollution des nappes en nitrate et phosphore par l'apport de matière organique est également possible sur les sols à texture sableuse, en particulier pour ceux qui irriguent en submersion et en pompant dans des nappes alluviales peu profondes. Cette situation existe chez deux producteurs pompant dans des nappes à niveau piézométrique inférieur à 37 mètres et irrigant en submersion dans les communes d'Ouled Djelal et de Sidi Khaled.

En conclusion, si les quantités de matière organique apportées sont globalement correctes, le mélange de MO ovin et fiente de volaille est déconseillée en sol sableux, lorsque l'irrigation est en submersion et que le niveau piézométrique de la nappe alluviale est peu profond. Dans ces conditions, le fumier d'ovin ou de bovin seul, ou les 2/3 bovines 1/3 volailles est conseillé pour éviter les risques de pollutions en nitrate et phosphore lors des années d'épandage de la matière organique. Dans les mêmes conditions, l'apport fragmenté de fiente de volaille chaque année pour les jeunes rejets est conseillé pour éviter les surdosages d'azote et de phosphore et pour que les rejets bénéficient plus régulièrement des effets azote et phosphore pour le début de croissance.

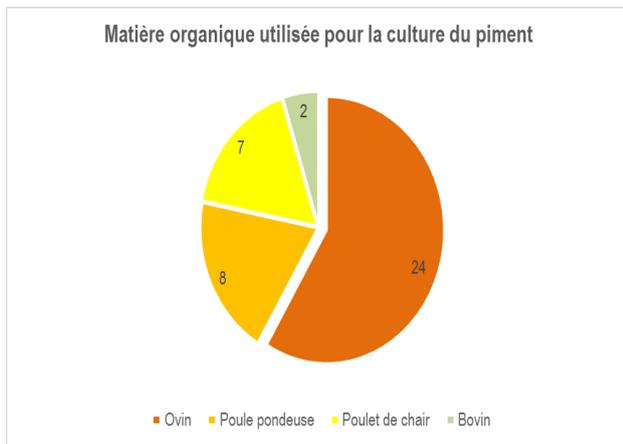
3.2 Le thème « fertilisation organique » chez les producteurs de piments

3.2.1 Stratégie des producteurs en matière de fertilisation avec la matière organique

Les producteurs de piments donnent priorité à la fumure de fond organique issue des ovins et des volailles. La région des Ziban dispose de plusieurs marchés de vente de ces matières organiques, transportées par les camions dans des points de vente des communes de Tolga, Laghrou, Borj Ben Azouz et Sidi Okba. Ces matières organiques viennent des wilayates du nord du pays notamment de l'est (Sétif, Bordj Bou Arreridj, Batna, M'sila ...) ou du sud de la wilaya de Biskra, particulièrement d'origine ovine.

D'après les producteurs de notre échantillon, tous les producteurs de piment de la région utilisent de la matière organique. Les 25 producteurs de notre échantillon utilisent de la matière organique pour la culture de piment en plasticulture ou en plein champ (Grphe 5). On note que 96% d'entre eux utilisent le fumier d'ovin et 60% des fientes de volailles⁷ avec une répartition relativement équitable entre fientes de poule pondeuse et fiente de poulet de chair. Le fumier de bovin est peu populaire sur piment, uniquement deux producteurs l'utilisant.

⁷ La fiente de volaille est riche en azote totale et en phosphore, ce qui est favorable à la croissance racinaire et végétative des plants. L'effet acidifiant de l'azote ammoniacal favorise l'absorption des minéraux par les racines.



On constate plusieurs cas de figures entre ceux qui n'utilisent que le fumier d'ovins (11), ceux qui utilisent ovin-fiente de poule pondeuse (6), ovin-fiente de poulet de chair (5), Ovin, fientes de poule pondeuse et poulet de chair (1)⁸, bovin – fiente de poulet de chair (1) et bovin – fiente de poule pondeuse (1). C'est donc globalement le fumier d'ovin le plus populaire chez les producteurs de piment.

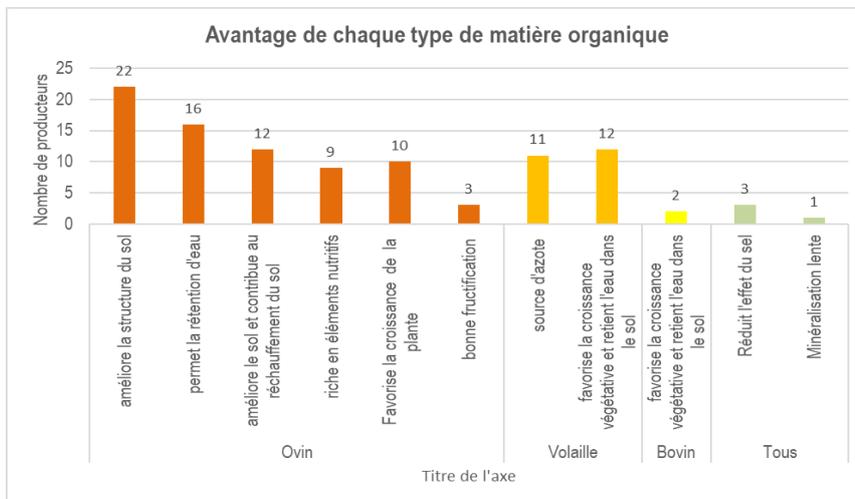
Graphe 5 : Niveau d'utilisation de la matière organique pour la culture de piment

Pour les agriculteurs qui effectuent des mélanges, les formules les plus courantes sont :

- 2/3 ovin + 1/3 volailles (pondeuse ou chair) (7 producteurs) ;
- 80% ovin +20% volaille pour deux producteurs ;
- 2/3 volaille + 1/3 ovin pour deux producteurs ;
- 2/3 bovin + 1/3 volaille.

Le fumier d'ovin domine donc largement, avec une estimation de 75% à 80% du volume de matière organique apporté sur piment.

Tous les producteurs sont satisfaits de leur choix de formule organique. Les réponses qualitatives de leur choix indiquent qu'ils donnent une série diversifiée de 11 avantages cumulés de la matière organique (Graphe 6).



Graphe 6 : Avantages perçus de la matière organique pour le piment

En moyenne, chaque producteur exprime quatre avantages de la matière organique pour le piment, en particulier en ce qui concerne le fumier d'ovin. Le principal avantage partagé par plus des trois quarts des producteurs est le fait que, selon eux, le fumier d'ovin améliore la structure du sol. Près des deux tiers indiquent aussi l'avantage du fumier d'ovin pour la rétention d'eau dans le sol et la moitié apprécie sa capacité à réchauffer le sol. Les avantages clés de la fiente de volaille sont l'apport d'azote qui favorise la croissance végétative, ainsi que sa capacité à retenir l'eau dans le sol.

Si l'on fait des regroupements, 42% des avantages indiquent des actions directement bénéfiques pour la croissance et le développement du piment, 32% pour la structure et qualité du sol 26% pour la capacité de la matière organique de retenir l'eau. **L'apport de matière organique apporterait des actions bénéfiques sur la ressource sol** (fertilité, capacité à diminuer l'effet du sel), **sur la ressource eau** (capacité de la matière organique à retenir l'eau et donc en principe de permettre la réduction de l'irrigation). **On ne note pas de lien perçus entre l'apport de matière organique et la biodiversité.**

⁸ Les agriculteurs considèrent que la fiente de poulet de chair a une rapide minéralisation (bio-décomposition) suite à l'épandage. Ce type de fumure n'augmente pas le stock humique du sol mais permet une action rapide de mise à disposition des nutriments pour la plante. En revanche, la minéralisation de la fiente de poule pondeuse est graduelle, ce qui réduit les pertes et permet une alimentation dans la durée de la plante en éléments nutritifs. La minéralisation progressive est expliquée par la présence des copeaux de bois, qui sert de litière dans les bâtiments d'élevage.

3.2.2 Quantités de matière organique épandues par les producteurs de piments

La matière organique est apportée essentiellement en fumure de fond avant la mise en culture. Toutefois, une minorité (moins de 15%) apporte aussi de la matière organique lors de la culture, en particulier en hiver pour profiter de l'effet réchauffant de la MO, apprécié par le piment.

La matière organique est apportée par camion près des serres. Elle est ensuite introduite sous serre manuellement dans des bidons, puis enfouie le long des lignes de plantation. L'enfouissement dans le sol s'effectue également par des mono-rotavateurs avant l'opération de transplantation.

Les données de quantités de fumiers apportées par les producteurs sont souvent imprécises au niveau des exploitations et des hectares, en raison des volumes non précisés des camions, et des différentes catégories de camions (Sonacome, Fiat, Renault, etc.). De plus, les capacités de transport de la matière organique sont exprimées en poids (total poids en charge), ce qui ne permet pas de conversion précise pour les quantités de fumier.

Pour les camions de 7 tonnes les plus courants, ils comprennent en moyenne 120 à 140 brouettes; avec 20kg de MO ovin par brouette (15 kilogrammes pour les fientes de volaille). Basé sur cette estimation, un camion de 7 tonnes contient 2,4 à 3 tonnes de fumier d'ovins (on retiendra une moyenne de 2,7 tonnes) ou 2 tonnes de fientes de volaille.

Les données les plus précises indiquent qu'en moyenne, les producteurs n'utilisant que le fumier d'ovin apportent entre 0,5 et 2 camions de 7 tonnes par serre de 400 m². Ceux qui effectuent des mélanges 2/3 ovin et 1/3 fiente de volaille apportent entre 0,20 et 2 camions de 7 tonnes d'ovin et 0,15 à 0,8 camion de 7 tonnes de fiente. Ceux qui apportent une majorité de fiente de volaille apportent jusqu'à 2 camions par serre.

Globalement, la majorité apporte entre 0,5 et 3 camions de 7 tonnes par serre tunnel toute matière organique confondues mais certains apportent jusqu'à 5 camions de 7 tonnes. On ne note pas de standardisation de la pratique de fertilisation organique. Chacun semble avoir sa formule et se satisfaire des résultats.

Si l'on croise le nombre de camions apportés par serre et le poids estimé par camion pour les deux formules les plus courantes, on obtient les taux d'épandage suivant (Tableau 5):

Tableau 5 : Dose de matière organique estimée (en tonnes)

	Fumier d'ovin		2/3 ovin & 1/3 volaille	
	Par serre	Equivalent par ha	Par serre	Equivalent par ha
Moyenne	2,16	54	1,95	49
Minimum	1,35	34	1,22	30,5
Maximum	13,5	337	12,1	303

Avec une moyenne de 54 tonnes/ha de fumier d'ovin ou de 49 tonnes/ha de mélange 2/3 ovin et 1/3 volaille, les producteurs sont environ à 50% au-dessus des normes hautes préconisées (35 tonnes/ha). Cette surutilisation en sol sableux très pauvre en matière organique n'est pas très grave en tant que tel. Ce qui est plus inquiétant, c'est que ces doses sont en général incorporées le long des lignes de plantation, ce qui double ou triple les dosages au niveau des plants, ce qui revient à un épandage très excessif. Cet excès est encore accentué par environ la moitié des producteurs qui épandent des doses au-dessus de la moyenne, jusqu'à des doses/ha dix fois supérieure aux doses préconisées et 20 fois au niveau des plants.

Globalement, on estime qu'en épandant et enfouissant le long des lignes de plantation, une fumure de fond de 0,3 – 0,4 camion de matière organique (950 kg de fumier d'ovin ou 854 kg de mélange ovin- volaille) aurait la même efficacité de fertilisation par rapport aux pratiques actuelle. Cela veut dire que l'on pourrait diviser le volume global de matière organique par 2,2. En plus de diminuer les coûts, cela éviterait aussi les phénomènes de brulure observés par les producteurs et de perte d'efficacité de la fertilisation par perte de minéraux, surtout en début de cycle. Côté environnemental, cela réduirait considérablement les pertes de minéraux, en particulier les nitrates et le phosphore en début de cycle.

- La pratique d'épandage

L'enfouissement permet de mettre la MO plus proche des racines, de limiter son lessivage par ruissellement lors des irrigations, d'accroître sa bio-décomposition et de limiter les pertes ammoniacales aériennes. Cela permet aussi d'accroître le phénomène acidifiant qui facilite l'absorption des minéraux par la plante. L'incorporation de la MO dans le sol favorise

la décomposition grâce aux microorganismes du sol responsables de sa minéralisation qui permet l'absorption des minéraux par les racines du piment. L'incorporation limite aussi la déperdition de l'azote volatil et donc rend plus efficace la fertilisation.

Toutes ces actions peuvent être positives si l'apport de la matière organique est bien géré, mais elles peuvent devenir négatives dans le cas contraire. En effet, si les doses enfouies dépassent les doses recommandées, que le fumier et frais et/ou que l'épandage se passe moins de trois semaines avant le repiquage, les effets acidifiants sont trop forts, l'équilibre écologique n'est pas stabilisé dans le sol et les racines risquent de « brûler ». Dans ces conditions, une bonne partie des minéraux peuvent être perdus par lixiviation. De plus, l'enfouissement accélère la bio-décomposition et limite l'effet fertilisant dans la durée, contrairement à l'épandage de surface dont la minéralisation est plus progressive et apporte un mulch humique ou l'effet « litière » utilisée en permaculture, qui favorise la structuration progressive du sol de surface (Topsoil) par l'action des microorganismes, évite les phénomènes de compaction et tamponne les effets du climat (pluies, écarts de température). A l'inverse, la MO épandue en surface nécessite plus de temps pour leur décomposition. D'autre part, elle est en partie emportée par les vents forts et les ruissellements lors des irrigations par submersion, en particulier à la rangée, diminuant ainsi l'homogénéité de la fertilisation.

La matière organique est épandue en moyenne 15 jours avant la plantation des plants de piment, les extrêmes variant de 7 à 30 jours. En général, avant la plantation de piment, une à deux irrigations préliminaires sont effectuées pour éviter les brûlures des plants par les dégagements d'azote.

3.2.3 Investissement financier des producteurs en matière organique

Les prix de la MO (Tableau 6) sont par camion, en général des camions de 7 tonnes.

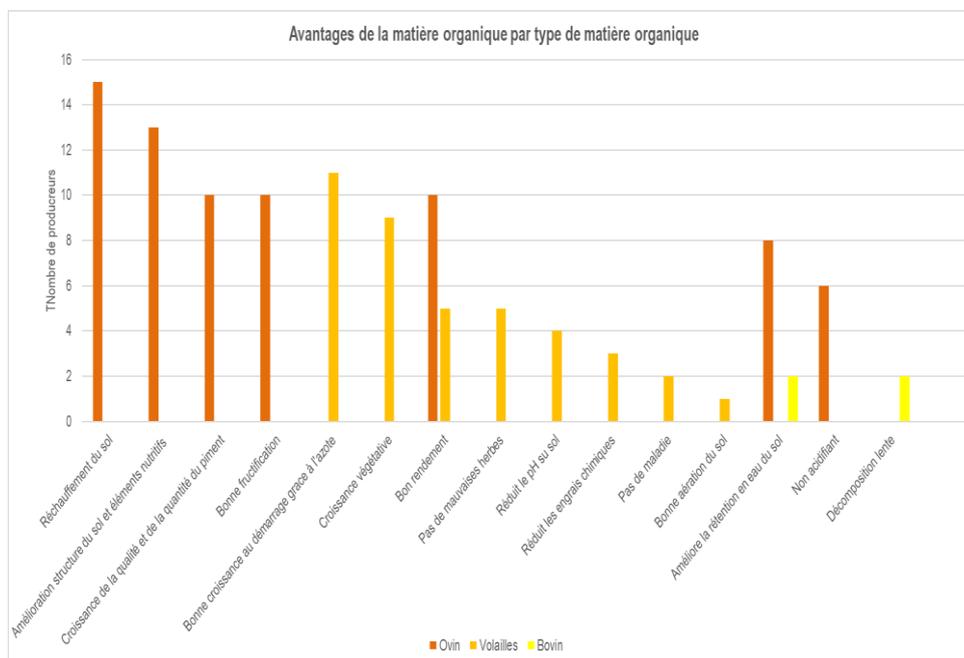
Tableau 6 : Prix de la matière organique

Prix de la matière organique (en DA pour un camion de 7 tonnes) – année 2021				
Prix de la matière organique	Fumier d'Ovin	Fiente Poule ponduse	Fiente Poulet de chair	Fumier de bovin
Moyen	13 000	42 500	25 000	13 000
Minimum	12 000	40 000	17 000	
Maximum	15 000	45 000	30 000	

Le cours dinars/euro : 158 dinars/euro

3.2.4 Perception des producteurs sur les avantages et inconvénients de la matière organique pour la culture de piments

- Perception des producteurs sur les avantages de la matière organique pour la culture de piments



Les producteurs de piments mentionnent 7 différents avantages du fumier d'ovin, 8 avantages des fientes de volailles et 2 avantages du fumier de bovin. (Graphe 7) Pour l'ovin, représentant au moins les trois quarts du volume de MO épandue, l'effet sur le réchauffement du sol et sur la structure et fertilité du sol sont ceux les plus appréciés.

Grappe 7 : Avantages perçus de l'apport de fumier d'ovin

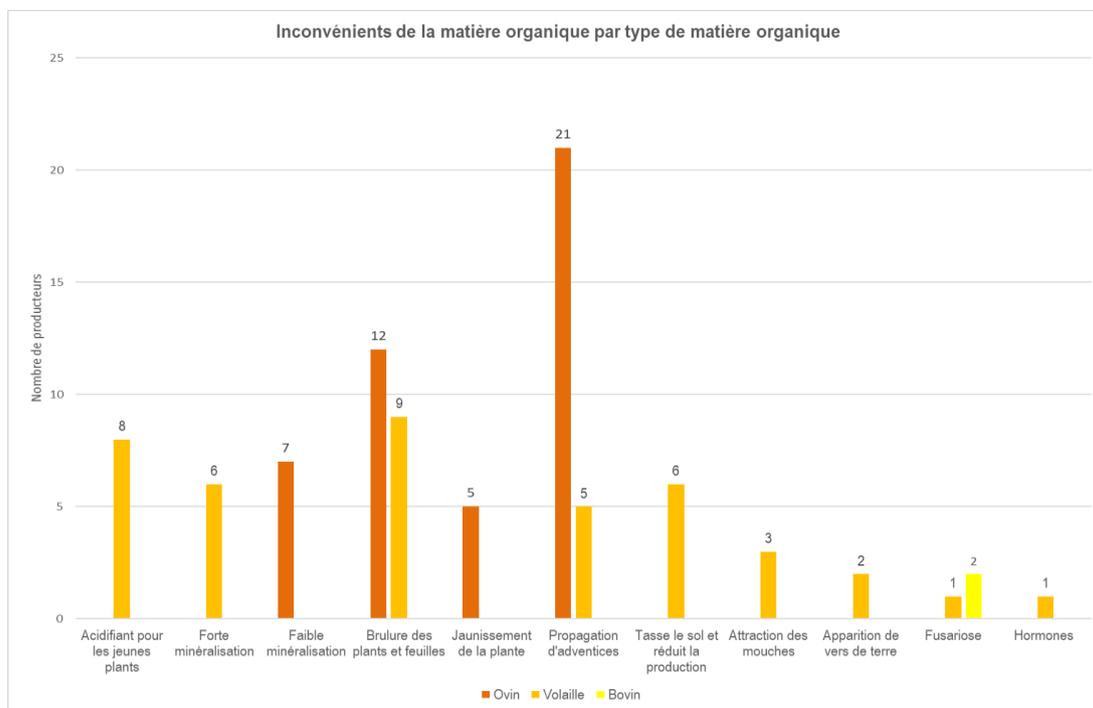
Les producteurs apprécient également son action sur la croissance et la fructification du piment, son action sur le rendement, la rétention d'eau dans le sol et son action non acidifiante.

Pour la fiente de volaille, c'est surtout l'aide au démarrage et la croissance végétative qui sont appréciées, en raison du taux d'azote (parties aériennes) et de phosphore (développement racinaire). Les autres avantages évoqués par près de la moitié des producteurs utilisant la fiente de volaille sont le faible apport d'adventices, l'aide au bon rendement et son action pour équilibrer le PH du sol.

- Perception des producteurs sur les inconvénients de la matière organique pour la culture de piments

Clairement, c'est l'importation d'adventices venues avec le fumier d'ovin qui constitue l'inconvénient majeur chez les producteurs. Viennent ensuite les situations de brûlure de plants, liées sans doute à l'apport trop tardif de fumier d'ovin et de fientes de volailles, trop conséquents ou trop jeune (Graphe 8). Pour le fumier d'ovin, certains regrettent la minéralisation lente par rapport à celle des fientes de poulet. Pour les fientes de volailles, deux inconvénients partagés par environ la moitié des utilisateurs sont son effet trop acidifiant pour les jeunes plants et compactant pour le sol. En termes de biodiversité, certains observent la prolifération de mouches et de vers de terre avec l'apport de fiente de volaille.

Graphe 8 : Inconvénients de la matière organique perçus par les producteurs



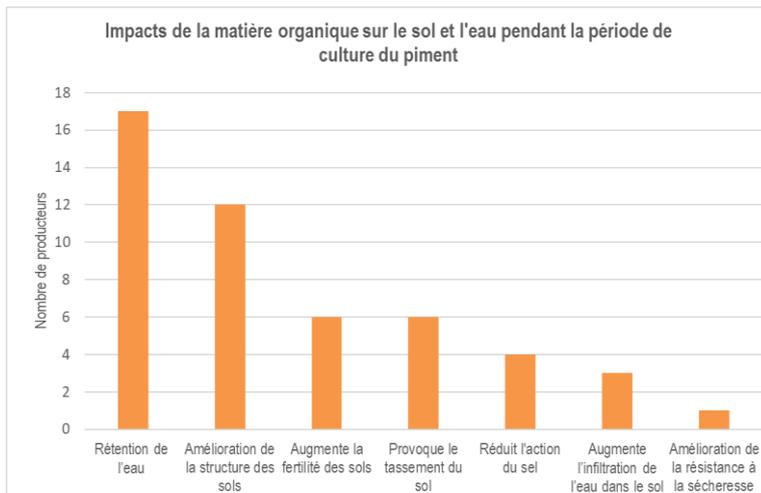
3.2.5 Impacts de l'utilisation de la matière organique sur le milieu naturel comme perçus par les producteurs

Comme indiqué plus haut, une minorité des producteurs de piments se soucie spontanément de l'environnement et ne fait donc pas vraiment attention aux impacts environnementaux. A la question semi-fermée sur les impacts de la matière organique que les producteurs perçoivent sur les ressources naturelles, ils mentionnent en moyenne 2 impacts environnementaux.

Leurs réponses sont surtout liées aux impacts utiles ou néfastes à la culture de piments : rétention d'eau, amélioration de la structure et de la fertilité du sol ou au contraire tassement du sol, réduction de l'effet du sel (Graphe 9).

L'amélioration de la structure du sol, en particulier avec l'apport de fumier d'ovin, est plus un effet permettant de rectifier partiellement la dégradation du sol par les engrais minéraux et les écoulements de pesticides qu'un impact environnemental recherché.

Parmi les huit catégories d'impacts recensés, sept sont perçus comme des impacts positifs pour l'environnement. Seul l'effet compactant du sol observé suite à l'épandage de fientes de volaille est vu négativement.



Graphe 9 : Impacts de la matière organique sur le milieu naturel perçus par les producteurs

Si l'on analyse ces résultats dans une optique de réduction des pressions sur l'environnement pendant la période de culture du piment, l'apport de matière organique est positif sur plusieurs points : 1) la rétention d'eau dans le sol réduit les volumes d'irrigation et donc la pression sur les eaux souterraines ; 2) l'amélioration de la structure du sol et de sa vie microbienne contrecarre en partie les toxicités et déséquilibres liées au sel, aux engrais minéraux et aux pesticides ; 3) la fertilité organique

est préférable que celle minérale pour le sol.

Après la culture du piment, 44% des producteurs ne constatent pas d'impact sur les terres anciennement cultivées et laissées à l'abandon ou en jachère. En revanche, 40% ont observé la persistance de certaines adventices apportées par le fumier et 16% indiquent une amélioration de la structure du sol. En système aride et saharien, il est vraisemblable que ces impacts disparaissent en quelques années en raison des conditions climatiques extrêmes chaudes.

A l'avenir, tous les producteurs de piments souhaitent maintenir leur pratique d'épandage de matière organique selon les mêmes dosages.

En conclusion, l'apport de matière organique apporte, en matière environnementale, que des bénéfices pendant la période de culture, en dehors du compactage du sol attribué par les producteurs à l'épandage de fiente de volaille. La matière organique permet par son mulch humique et sa rétention dans le sol une moindre pression d'irrigation. Elle permet de restructurer le sol et contrecarrer en partie les effets de salinisation par l'irrigation et l'apport d'engrais minéraux. Elle favorise sans doute la microfaune du sol et un certain équilibre écologique que les apports chimiques ne pourraient pas fournir. Enfin, c'est une fertilisation organique naturelle peu agressive sur le sol, même si elle contient sans doute des résidus de traitements vétérinaires et d'hormone de croissance (pas d'études à ce sujet).

Toutefois, on note un surdosage général de matière organique en fumure de fonds, que l'on estime entre 40% et 300% supérieur aux doses recommandées. Ce surdosage provoque des brûlures, des jaunissements de feuille et des déséquilibres nutritionnels sur piment. Du côté environnemental, le surdosage favorise les déperditions horizontales et verticales dans le sol et éventuellement dans la nappe, en particulier en nitrate et phosphore en début de cycle.

On note aussi qu'entre un tiers et la moitié des producteurs apportent la matière organique trop tard avant le repiquage des plants, ce qui crée des effets chimiques et acidifiants défavorable au démarrage. Un minimum de trois semaines devrait être respecté avec de la matière organique semi-fraîche, et 15 jours pour de la matière organique sèche.

Ceux qui utilisent le fumier d'ovin uniquement, bénéficient, suite à l'épandage d'hiver, d'azote et de phosphore favorables au démarrage du cycle du piment. Il n'y a pas besoin d'apport d'engrais minéraux en début de cycle, mais d'un peu de phosphore à la floraison et de potassium à la fructification. Avec la désagrégation lente, le potassium suffit en partie au moment de la fructification.

Les producteurs qui utilisent la fiente de volaille mélangée à du fumier d'ovin ont sans doute des excès d'azote et de phosphore en début de cycle, ces deux matières organiques étant riches pour ces deux éléments. En sol sableux filtrant, cet excès peut provoquer des déséquilibres chimiques passagers et des migrations verticales par lixiviation avec éventuellement des pollutions de nappes alluviales peu profondes, surtout dans la zone Est. Toutefois, le risque reste faible car les sols de la zone est sont plutôt limoneux sur les bordures de l'Ouest Biskra (Sidi Okba) ou les zones de Mziraa.

En zone ouest, le risque de pollution des nappes en nitrate et phosphore par l'apport de matière organique est également possible sur les sols à texture sableuse, en particulier pour ceux qui irriguent de manière excessive en pompant dans des nappes alluviales peu profondes.

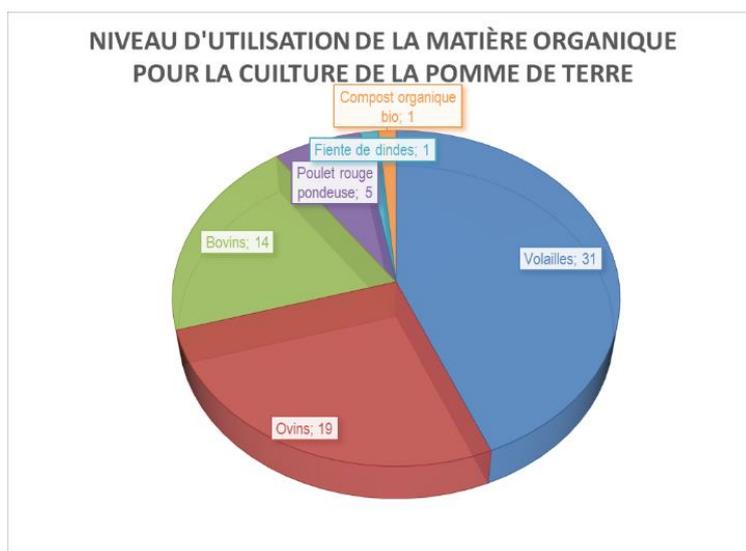
En conclusion, il est important de réduire les apports de matière organique à un maximum de 35-40 tonnes/ha et de ne pas utiliser le mélange de MO ovin et fiente de volaille en sol sableux, lorsque l'irrigation est importante et que le niveau piézométrique de la nappe alluviale est peu profond. Dans ces conditions, le fumier d'ovin ou d'ovin/bovin, est conseillé pour éviter les pollutions en nitrate et phosphore en début de cycle du piment.

3.3 Le thème « fertilisation organique » chez les producteurs de pommes de terre

3.3.1 Stratégie des producteurs en matière de fertilisation avec la matière organique

Les 33 producteurs de notre échantillon utilisent de la matière organique pour la culture de pomme de terre (Graphe 10). C'est la fiente de volaille qui est la plus populaire (31 producteurs), suivi par le fumier d'ovin (19 producteurs) et le fumier de bovin (14 producteurs)⁹. Certains producteurs différencient les qualités entre la fiente de poule pondeuse, poulet de chair et fientes de dinde. Enfin, un producteur teste un compost bio en prévision de la culture d'exportation.

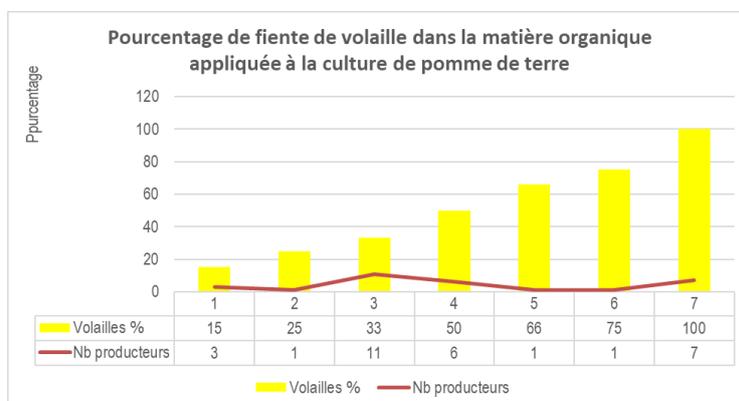
Graphe 10 : Niveau d'utilisation de la matière organique pour la culture de pomme de terre



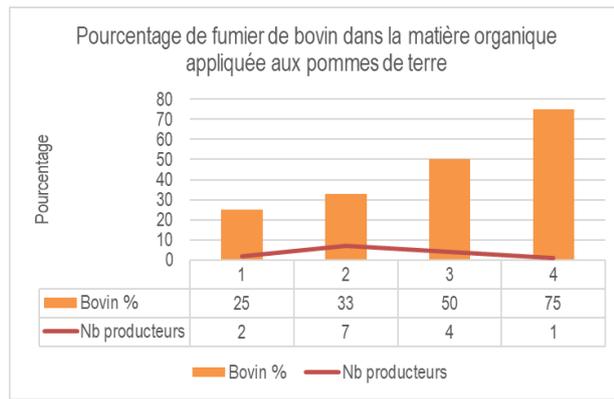
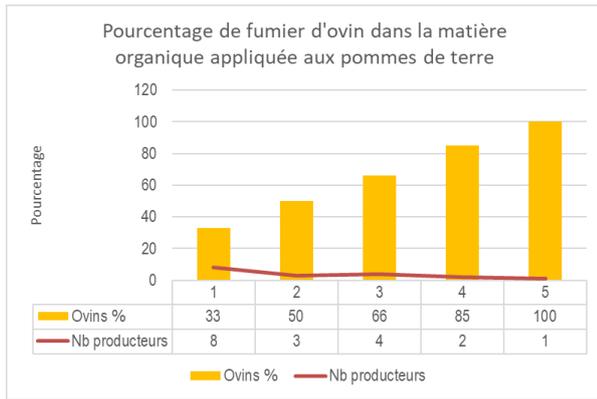
On note 23 producteurs qui mélangent deux (volaille – Ovin ou Volaille -Bovin) ou trois (Volaille – Ovin – Bovin) matières organiques selon des formules qu'ils ont testées. Chacun se déclare satisfait de son choix de formule de matière organique, sans qu'ils aient vraiment de moyen de comparaison en l'absence de tests comparatifs scientifiques.

Pour les producteurs utilisant les 3 différentes matières organiques, ils appliquent un tiers de chaque. On note 7 producteurs qui appliquent uniquement de la fiente de volaille alors que les autres producteurs utilisant deux types de matière organique appliquent entre 15% et 75% de matière organique de volaille selon la formule qu'ils ont choisi. (Graphes 11 a, b, c). Cette formule est aussi influencée par les prix de la matière organique. Ceux qui élèvent des ovins ou bovins privilégient leur production de matière organique.

Graphe 11 a, b, c: Pourcentage de type de matière organique appliqué sur pomme de terre



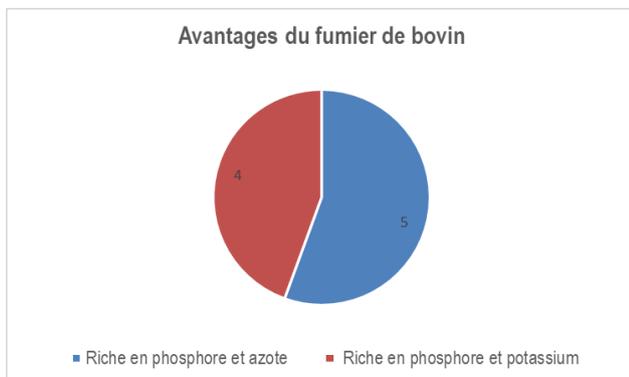
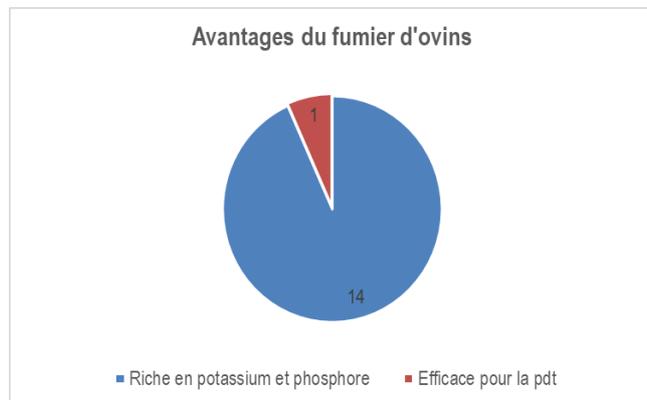
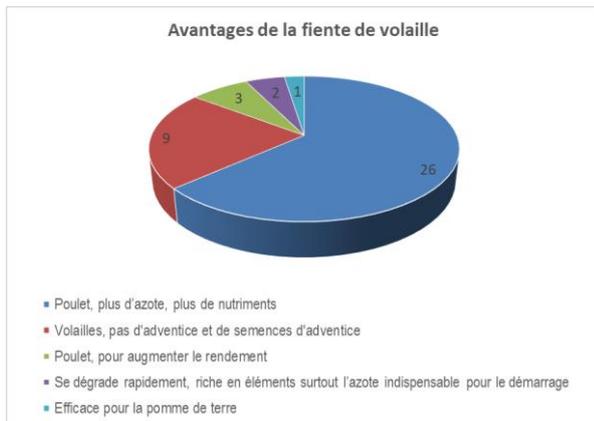
⁹ Dans les années 90 et début des années 2000, la matière organique était peu couteuse et les agriculteurs fertilisaient uniquement avec la MO, en particulier les fientes de volaille.



D'une manière générale, les producteurs indiquent que le sol est très pauvre, et la pomme de terre, avec un cycle court, a besoin d'un engrais organique riche et qui se dégrade vite. D'autres affirment que la matière organique est indispensable pour le démarrage et la vigueur du plant. D'autres enfin mentionnent que le mélange des 3 fumiers a pour but d'obtenir un équilibre des éléments majeurs en plus des oligo-éléments et le tout est naturel.

Ceux qui utilisent la fiente de volaille justifient leur choix par cinq types d'avantages, et en particulier l'apport d'azote et le fait que la fiente n'apporte pas d'adventices (sans semences d'adventices), contrairement au fumier d'ovin et de bovin. (Graphe 12). Ceux qui utilisent le fumier d'ovin apprécient la teneur en potassium et phosphore utile au début et milieu de cycle (phosphore) et en fin de cycle (potassium) de la pomme de terre. Les quelques producteurs utilisant le fumier de bovin mentionnent la composition intéressante en phosphore, potassium et azote.

Graphe 12 : Avantages de chaque type de matière organique perçus par les producteurs



Pour l'arrière-saison 2021, le recensement d'achat de matière organique auprès de 28 producteurs donne un total de 1023 camions de 20 m³ de matière organique achetée, ce qui fait une moyenne de 36,5 camions par producteur et une moyenne d'environ 1,8 à 2,2 camions par pivot. Les extrêmes varient de 2 à 165 camions par producteur selon la taille de l'exploitation. Cela donne une estimation moyenne d'environ 50 m³ par ha ou 35 tonnes équivalent fumier de bovin, ou 27 tonnes équivalent fumier d'ovin et 25 tonnes de fientes de volailles.

3.3.2 Investissement financier des producteurs en matière organique

Basé sur les résultats de 33 producteurs de pomme de terre, la fiente de volaille, venant principalement des élevages du nord¹⁰, est le plus cher (120 000 dinars par camion de 20 m³) en comparaison du fumier d'ovin et de bovin. (Tableau 7).

Tableau 7 : Prix de la matière organique

Prix du camion de matière organique par camion de 12 m (20 m ³) en milliers de dinars (2021)			
	Volaille	Ovin	Bovin
Prix moyen	120	70	70
Prix max	160	80	80
Prix min	80	60	50

Le cours dinars/euro : 158 dinars/euro

En prenant une moyenne de 2 camions de matière organique appliqués par pivot de 0,8 ha, le prix de la matière organique par saison/pivot revient à 240 000 dinars (300 000 dinars/ha ou 1900 euros/ha) avec uniquement de la fiente de volaille, et 140 000 dinars (175 000 dinars/ha ou 1100 euros/ha) avec fumier de bovin ou ovin. Pour eux, qui font des mélanges, le prix varie entre ces deux coûts.

En reprenant les proportions respectives de chaque type de matière organique appliquées par les producteurs, on obtient donc **un volume moyen de 40 m³ de matière organique par pivot et par saison et un coût moyen de matière organique par pivot et par saison de 190 000 dinars.**

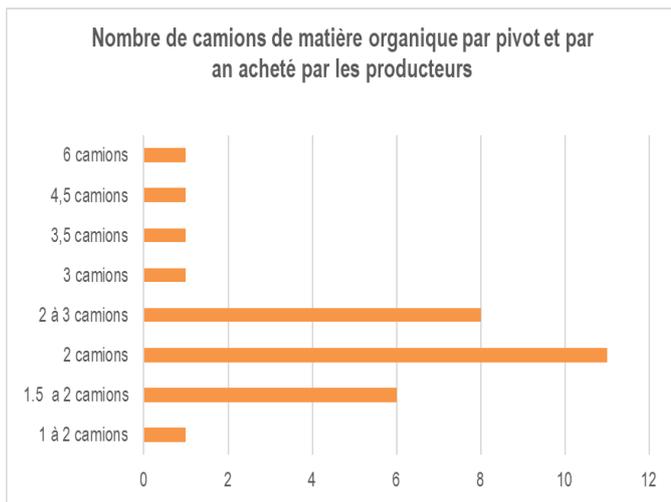
Si l'on prend la répartition des quantités et des prix par catégorie de matière organique, on note que :

- Les producteurs utilisant les fientes de volaille ont acheté une moyenne de 20 camions chacun pour l'arrière-saison de 2021, avec des extrêmes de 1 à 100 camions selon la taille de l'exploitation. Cela fait un coût moyen de 2 400 000 dinars par exploitation, avec un maximum de 12 000 000 dinars pour le plus gros acheteur.
- Les producteurs utilisant le fumier d'ovins ont acheté une moyenne de 20,5 camions chacun pour l'arrière-saison de 2021, avec des extrêmes de 1 à 50 camions selon la taille de l'exploitation. Cela fait un coût moyen de 1 435 000 dinars par exploitation, avec un maximum de 3 500 000 dinars pour le plus gros acheteur. On note aussi que 4 producteurs de pomme de terre également éleveurs d'ovin ont utilisé leur propre fumier.
- Les producteurs utilisant le fumier de bovins ont acheté une moyenne de 23,5 camions chacun pour l'arrière-saison de 2021, avec des extrêmes de 1 à 110 camions selon la taille de l'exploitation. Cela fait un coût moyen de 1 645 000 dinars par exploitation, avec un maximum de 7 700 000 dinars pour le plus gros acheteur. On note aussi qu'un producteur de pomme de terre également éleveurs de bovins a utilisé leur propre fumier.

3.3.3 Quantités de matière organique épandues par les producteurs de pommes de terre

Les résultats d'achat de matière organique pour une année (les deux saisons de production) montrent qu'en moyenne, les producteurs ont acheté 46 camions chacun, avec des extrêmes entre 2 et 192 camions selon la taille de l'exploitation.

¹⁰ Le marché de la matière organique animale a explosé durant ces deux dernières décennies depuis l'accroissement de la demande en agriculture saharienne commerciale. Le prix moyen par m³ est en 2021 de 22 euros/m³ rendu parcelle pour le fumier de bovin et ovin et de 38 euros pour la fiente de volaille. Ces prix fluctuent selon la saison et certains tentent de l'acheter quand les prix sont bas. Au contraire, au pic de la demande, certains camions de fiente de volaille se négocient à 200 000 dinars. En arrière-saison 2021, un rapide calcul indique qu'un producteur moyen de 23 pivots épandant 2 camions par pivot d'un mélange 1/3 fiente volaille et 2/3 fumier de bovin/ovin a investi en moyenne 4 millions de dinars (25 000 euros) en engrais organique. Les matières organiques qui arrivent à El Oued viennent de toutes les wilayas de la frange nord du pays, en particulier des wilayas de Souk Ahras, Setif, Msila et Boumerdès.



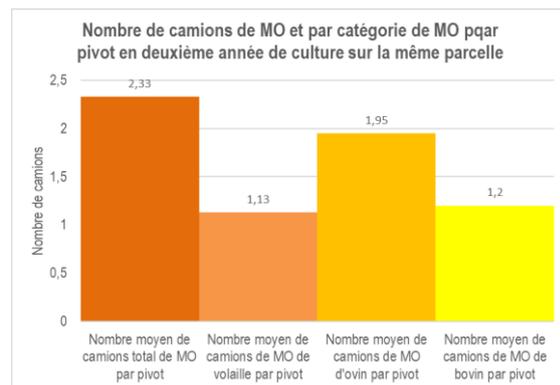
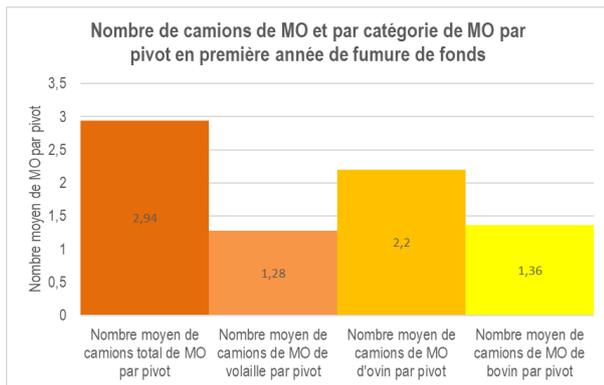
Sur l'année, la moyenne de nombre de camions de MO par pivot est estimée à 2,4, avec des fluctuations de 1 à 6 camions selon les pratiques du producteur et s'il cultive une ou deux saisons de la pomme de terre (Graphe 13). Les proportions de matière organique entre volaille, ovin et bovin sont similaires quelle que soit la saison.

Graphe 13 : Nombre de camions de matière organique par pivot et par an acheté par les producteurs

L'analyse de l'application de matière organique entre la première année de fumure de fonds et la deuxième année de fumure sur la même parcelle donne les résultats suivants. En première année, les producteurs épandent

une moyenne de près de 3 camions par pivot, avec des fluctuations de 1 à 7 camions selon le producteur et s'il cultive 1 ou 2 saisons. (Graphes 14). En proportion globale, c'est le fumier d'ovin qui domine devant le bovin et de volaille. Toutefois, les proportions varient entre producteurs selon leur choix de mélange. En deuxième année, le volume de fumure est moins élevé de 20% (2,33 camions par pivot en moyenne), avec les mêmes proportions qu'en première année entre la MO volaille, ovin et bovin.

Graphe 14 : Nombre de camions de MO par catégorie de MO en première et deuxième année de culture irriguée par pivot



A l'avenir, 29 producteurs sur les 33 (88%) déclarent vouloir continuer à pratiquer les mêmes apports de matière organique. Deux des quatre autres producteurs souhaitent augmenter les volumes de matière organique par pivot, un autre veut les répartir différemment alors qu'un seul aimerait s'orienter vers le compost, en lien avec son orientation vers l'exportation.

3.3.4 Période et façon d'épandage

L'épandage se fait en moyenne 6,3 jours avant la plantation (6,3 pour la volaille, 5,8 jours pour l'ovin et 7 jours pour le bovin), avec des variations de 1 à 15 jours selon les producteurs. On note que 4 producteurs épandent la première matière organique sous forme de fientes de volailles quelques semaines après la plantation, alors qu'un quart (8) des producteurs apporte une deuxième dose de matière organique en surface, entre un demi et un camion de fientes de volailles par pivot 30 à 50 jours après la plantation.

Il existe quelques différences de pratique de l'application du fumier entre les zones. Au niveau de la zone nord et centre, le fumier est souvent appliqué avant plantation, soit en mélange ou en séparé. Il est incorporé dans le sol au tracteur. Dans la zone sud surtout les deux nouvelles localités prises en compte dans l'étude (Elogla et Elnekhla), les pratiques diffèrent. Les producteurs appliquent et enfouissent le fumier ovin ou bovin avant la plantation, puis appliquent les fientes de volaille en surface 30 à 40 jours après la plantation de manière manuelle.

Selon les normes internationales, il est conseillé d'appliquer la matière organique 120 jours avant la récolte des produits en contact avec le sol, c'est-à-dire comme la pomme de terre. Dans le cas d'El Oued, cette norme n'est pas toujours

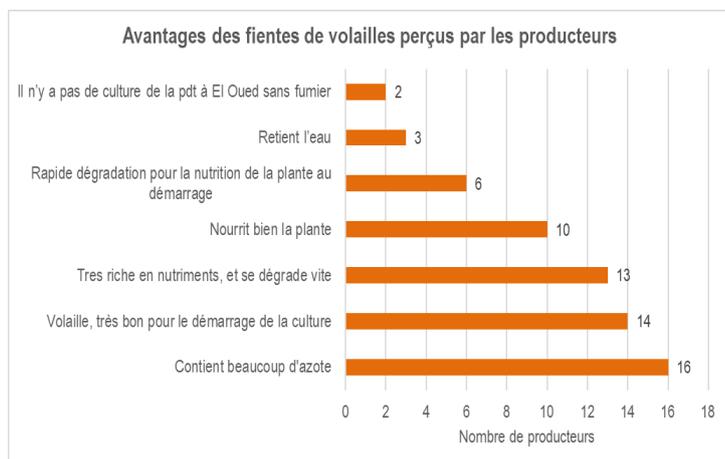
respectée puisque l'épandage du fumier se passe en moyenne 6 jours avant la plantation, c'est-à-dire 95 à 105 jours avant la récolte des variétés précoces. Elle est encore moins respectée par ceux qui épandent après plantation ou qui apporte un deuxième amendement organique 30 à 50 jours après plantation. Toutefois, la période moyenne d'épandage avant plantation est correcte pour les variétés semi-précoces et tardives et elle l'est pour toutes les variétés pour les producteurs qui épandent au moins 12 jours avant la plantation. Nous rappelons que si cette norme n'est pas stricte en culture intensive commerciale, elle l'est en culture biologique.

3.3.5 Perception des producteurs sur les avantages et inconvénients de la matière organique pour la culture de pomme de terre

• Avantages

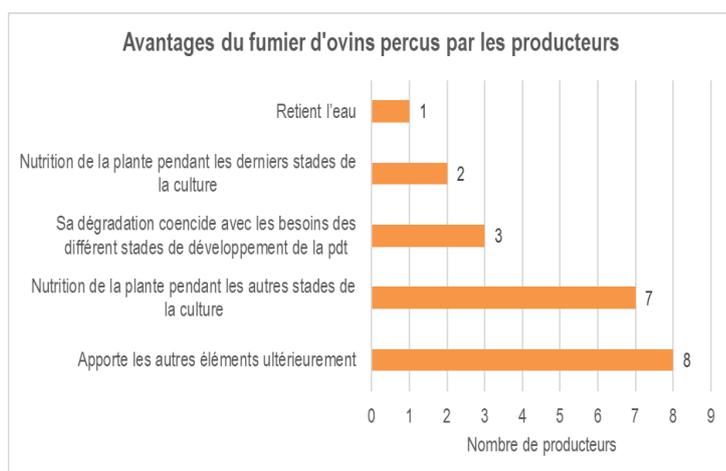
Les producteurs mentionnent différents avantages de la fiente de volaille, en particulier la forte teneur en azote et autres nutriments, son effet choc pour le démarrage des plants et sa dégradation rapide (Graphe 15).

Ces perceptions sont en effet des caractéristiques de la fiente de volaille très riche en azote (mais aussi en phosphore) avec l'azote ammoniacale et les nitrates rapidement assimilables par la plante. Toutefois, il est probable que dans les sols naturellement filtrants et pauvres en matière organique de la zone et avec la surirrigation pratiquée, une bonne partie des nitrates et du phosphore ne soient pas retenus par le sol et la plante et descendent dans le sol, voir dans les nappes phréatiques.



Graphe 15 : Avantages des fientes de volailles perçus par les producteurs

Les producteurs mentionnent différents avantages du fumier d'ovins, en particulier sa composition qui correspond aux besoins de la plante en milieu et fin de cycle (Graphe 16). Si ces perceptions sont relativement exactes pour le potassium pour la phase tubérisation, le fumier d'ovin n'est pas très riche en phosphore au moment du stade floraison.



Graphe 16 : Avantages du fumier d'ovins perçus par les producteurs

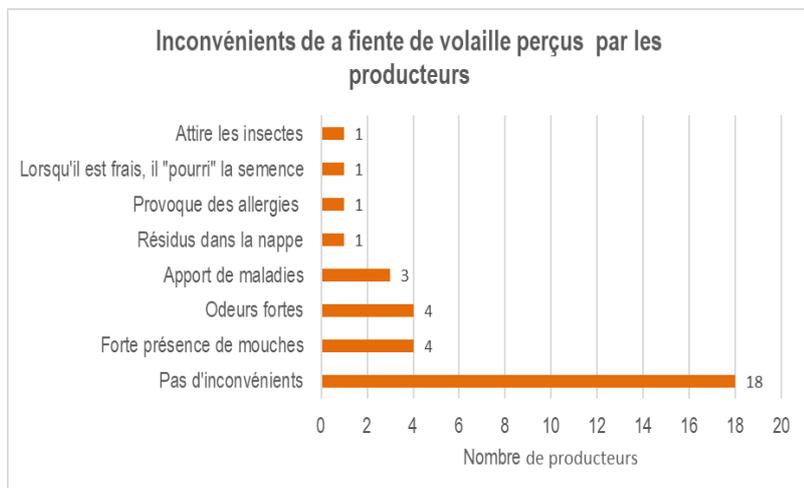
Les producteurs mentionnent un avantage du fumier de bovins sa composition qui correspond aux besoins de la plante en milieu et fin de cycle de culture. Il se dégrade moins vite que la matière organique de volaille et d'ovins, en particulier pour le fumier d'étable compacté en plaques.

• Perception des producteurs sur les inconvénients de la matière organique pour la culture de pomme de terre

Moins de la moitié (15 producteurs sur 33) mentionne un inconvénient de la fiente de volaille pour la culture de pommes de terre (Graphe 17). Les autres producteurs indiquent plutôt des gênes pour les humains, comme la présence de mouches et autres insectes, l'odeur désagréable et les allergies.

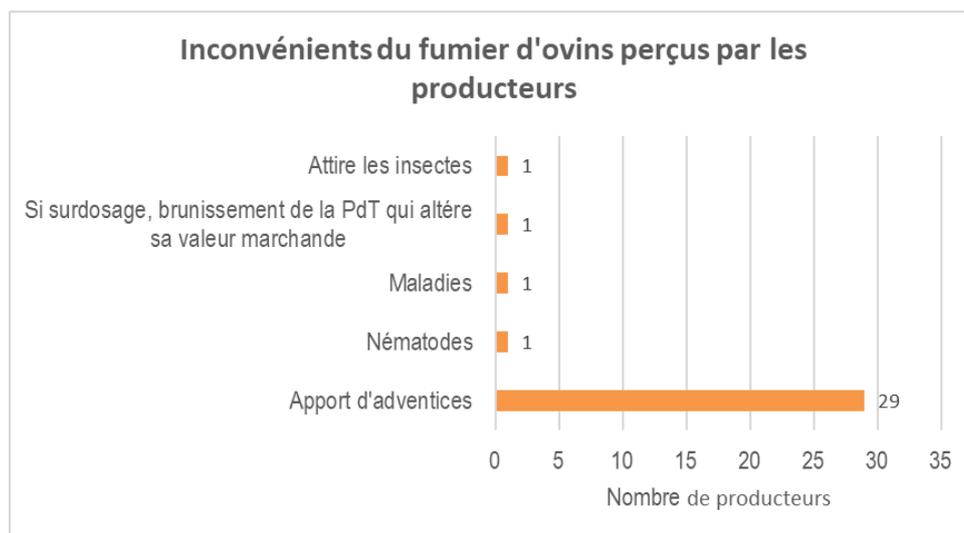
Moins de 10% des agriculteurs mentionne l'apport de maladies pour la plante, la pollution de la nappe et son effet néfaste sur les semences (sans doute la brûlure lors d'une application récente de fientes fraîches). Globalement, la fiente de volaille est bien perçue.

Graphe 17 : Inconvénients de la fiente de volaille perçus par les producteurs



L'inconvénient majeur du fumier d'ovin non composté reconnu par tous les utilisateurs consiste en la présence de semences et débris d'adventices qui germent avec l'irrigation (Graphe 18). Cet inconvénient est important car elle engendre un besoin de désherbage manuel ou chimique et donc un coût supplémentaire de production. Cet inconvénient est également rapporté par tous les utilisateurs du fumier de bovins.

Graphe 18 : Inconvénients du fumier d'ovins perçus par les producteurs



3.3.6 Impacts de l'utilisation de la matière organique sur le milieu naturel comme perçus par les producteurs

Comme indiqué plus haut, une minorité des producteurs de pomme de terre se soucie vraiment de l'environnement et ne font donc pas vraiment attention aux impacts environnementaux. Cela est d'autant plus vrai que ceux qui s'en soucient observent, dans des conditions similaires, 3 ou 4 impacts. Ainsi, les trois quarts des producteurs ne déclarent aucun impact de la matière organique pendant la saison de culture et tous les producteurs indiquent l'absence d'impact après la culture (Graphe 19). Les autres producteurs mentionnent la gêne occasionnée aux humains (présence de mouches et allergies), la pollution probable ou avenir des nappes d'eau et l'augmentation de l'activité microbienne du sol. En résumé, l'utilisation de matière organique n'est pas considérée par les producteurs comme un facteur d'impact environnemental du milieu.

Graphe 19 : Impacts de la matière organique sur le milieu naturel perçus par les producteurs

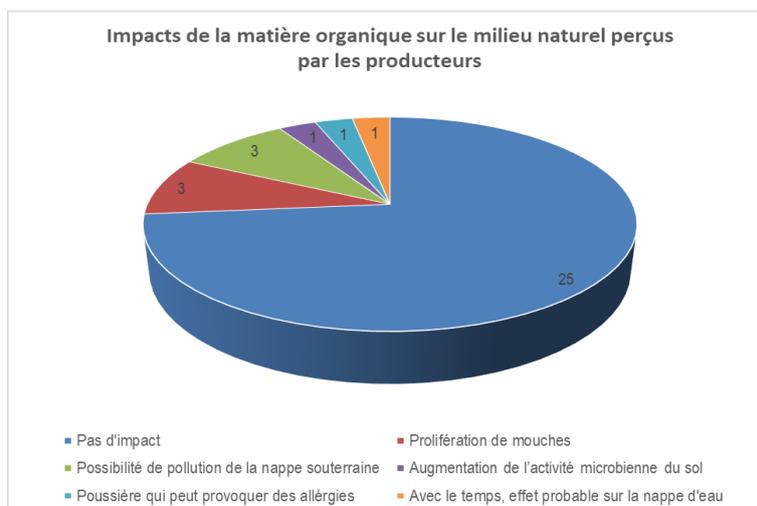


Tableau 8 : Récapitulatif sur la matière organique utilisée par les producteurs de pomme de terre

MO/période	Arrière-saison 2021	Année 2021 (deux saisons de culture)
Nombre moyen de camions de MO acheté par producteur	36,5	46
Nombre minimum de camion de MO acheté par producteur	2	2
Nombre maximum de camion de MO acheté par producteur	165	192
Nombre moyen de camions de fientes de volailles acheté par producteur utilisant la fiente de volaille	20	25
Nombre moyen de camions de fumier d'ovin acheté par producteur utilisant le fumier d'ovin	20,5	36
Nombre moyen de camions de fumier de bovin acheté par producteur utilisant le fumier de bovin	23,5	31
Nombre moyen de m ³ de MO utilisé par pivot cultivé	40	80
Nombre moyen de tonnes de MO utilisées par pivot cultivé	29	58
Nombre moyen de m ³ de Mo utilisé effectivement par pivot sur la zone d'El Oued	40	48
Nombre de tonnes de MO utilisées effectivement par pivot sur la zone d'El Oued	29	34,8
Coût moyen de la MO par pivot (dinar)	190 000	380 000
Coût moyen de MO par producteur (dinar)	3 470 000	4 370 000
Coût minimum de MO pour le plus petit producteur	190 000	190 000
Coût maximum de MO pour le plus gros producteur	15 670 000	18 240 000

La fiente de volaille est en moyenne cinq à six fois plus riche que le fumier de bovin, en particulier en azote et phosphore. Il est deux à trois fois plus riche en azote et 4-5 fois plus riche en phosphore que le fumier d'ovin. Globalement, les fientes de volailles sont riches en azote et en phosphore, le fumier d'ovin en azote et en potassium et le fumier de bovin, moins riche globalement, est le plus équilibré.

4 LE THEME ENVIRONNEMENTAL « FERTILISATION MINERALE »

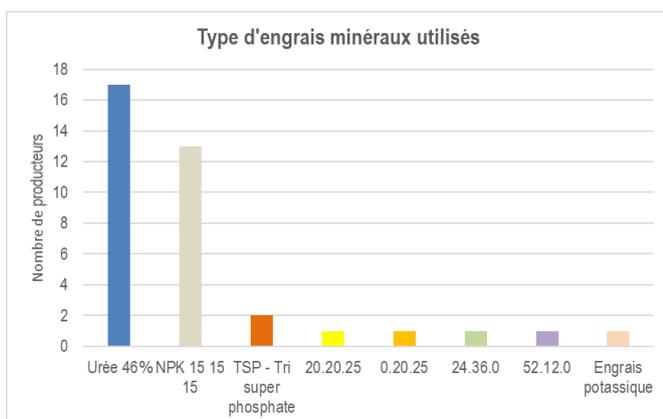
4.1 Le thème « fertilisation minérale » chez les producteurs de dattes

4.1.1 Types d'engrais minéral utilisés

Les 25 producteurs de notre échantillon estiment en moyenne que les trois quarts des phoeniculteurs des zones est et ouest des Ziban utilisent des engrais minéraux. D'après eux, ceux qui ne les utilisent pas veulent garder des palmeraies naturelles en utilisant uniquement la matière organique. Pour d'autres producteurs, ce choix vient de difficultés financières.

En dehors de trois producteurs (Foughala, Ziban Ouest et Sidi Okba, Ziban Est), tous les producteurs de notre échantillon utilisent des engrais ou des fertilisants minéraux selon 8 formules. Près d'un quart d'entre-eux se fait conseiller par un grainetier (5 producteurs) ou dans une moindre mesure par un fils agronome (1 producteur). Les autres producteurs choisissent leurs engrais par expérience.

En moyenne, chaque producteur gère sa fertilisation minérale avec 1,5 type d'engrais (0 à 3 engrais selon les producteurs). Les deux engrais les plus utilisés sont l'urée¹¹ (68% des producteurs de notre échantillon) et l'engrais composé 15.15.15 (52% des producteurs). Les autres formules sont plutôt rares¹², utilisés par moins de 10% des producteurs (Graphe 20).



Graphe 20 : Engrais chimiques utilisés par les producteurs de dattes

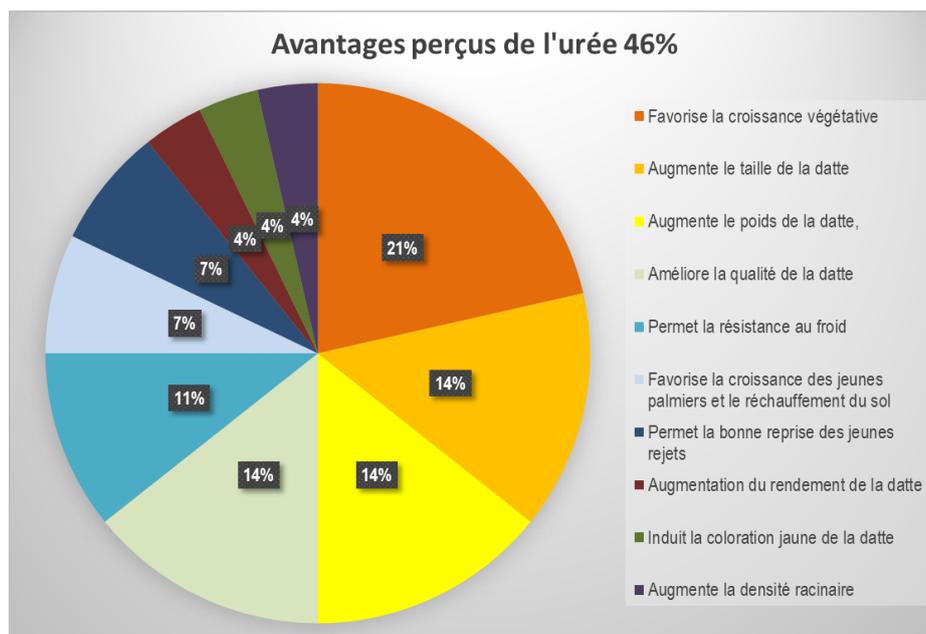
Tous sans exception sont satisfaits des engrais qu'ils utilisent. Pour chaque engrais, ils justifient leurs choix par une série d'observations. Par exemple, pour l'urée 46%, les producteurs indiquent un cumul de 10 avantages (Graphe 21), en particulier l'effet de l'azote qui favorise la croissance végétative, la taille, le poids et la qualité des dattes, la résistance du palmier au froid ainsi que la reprise et la croissance des jeunes palmiers.

Pour le 15.15.15, les producteurs qui l'utilisent le perçoivent comme un engrais équilibré nécessaire au palmier, à la taille et qualité requise du fruit (Graphe 22).

¹¹ Urée 46% : surtout en début de cycle pour croissance végétative. La forme uréique s'accompagne de volatilité ammoniacale, surtout en surface, diminuant l'efficacité du produit en comparaison des ammonitrates (ions ammonium et ions nitrate) moins volatils.

¹² Le superphosphate triple (TSP) est obtenu par attaque chimique acide d'une roche phosphatée par de l'acide phosphorique. Il s'agit de la forme de superphosphate la plus efficace. Sa teneur en P_2O_5 est de l'ordre de 46 %. Sa teneur élevée en phosphate et sa très grande solubilité en font un engrais très populaire. Le phosphate qu'il contient est rapidement mis à la disposition des plantes. Le 20.20.25 est équilibré, 0.20.25 pour la période de floraison -fructification, le 24.36.0 pour le début et milieu de cycle et le 50.12.0 très riche en azote.

Graphe 21 : Avantages perçus pour l'urée 46%



Graphe 22 : Avantages perçus pour le 15.15.15

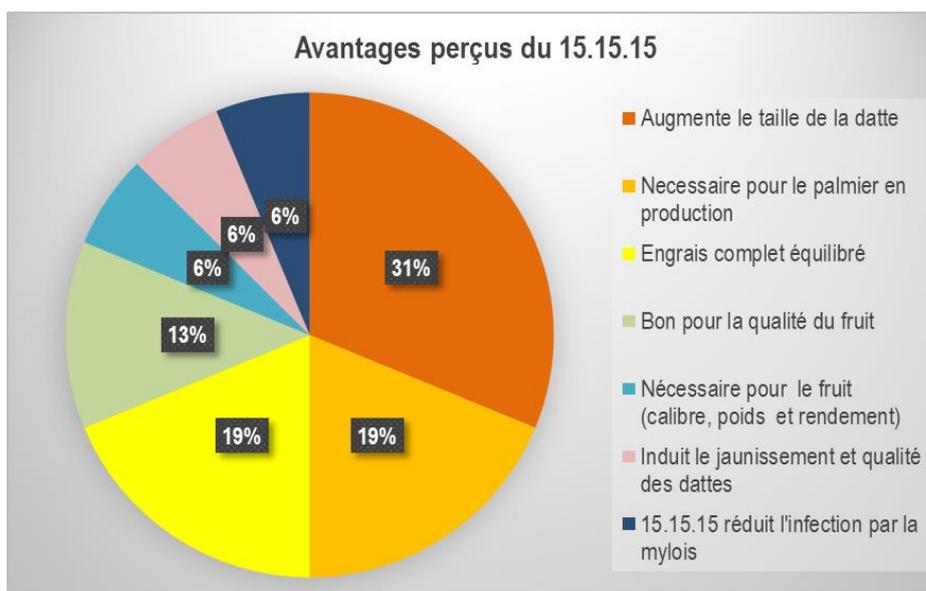


Tableau 9 : Caractéristiques des principaux engrais utilisés

Produit	Formule	Composants	Cibles premières et actions	Période d'épandage
15 15 15 (Timac Agro, Asmidal)	Solide, granulé	Azote nitrique, anhydride phosphorique et oxyde de potassium	Tous types de culture, formule équilibrée Développement des parties aériennes, racinaires et fleur-tubérisation	Engrais complet de fonds. Ensemble du cycle des plantes. Surtout en début et fin de cycle. 6-10 qx/ha
Urée 46% (Nutagra)	Granulé	Urée sous forme uréique, se dégrade en azote ammoniacale puis azote nitrique	Plantes exigeantes en azote, plantes à feuille Démarrage des plants	Début de cycle pour développement des parties aériennes. A la volée ou enfouissement
20.20.25	Cristaux solubles	Azote (ammoniacale, uréique et nitrique), anhydride phosphorique et oxyde de potassium + oligo-éléments : fer, zinc, manganèse, cuivre, bore	Cultures maraichères. Développement des parties aériennes, racinaires et fleur-tubérisation + correcteur de carence par les oligo-éléments.	Engrais complet Par pulvérisation foliaire ou fertigation. A tous les stades de la culture mais surtout au début de cycle 200-250 gr/hl

Produit	Formule	Composants	Cibles premières et actions	Période d'épandage
0.20.25 (Nutagra)	Solide, granulé	Anhydride phosphorique, oxyde de potassium (Sulfate)	Arbres fruitiers. Action du phosphore sur le développement racinaire, fécondation et multiplication cellulaire. Potasse pour photosynthèse et fructification	Engrais de fond PK,
24.36.0	poudre	Engrais binaire azote et phosphore	Maraichage tomate et piment Cet engrais est appliqué pour le développement de la partie racinaire et secondairement la foliation	Engrais pour le démarrage des cultures
50.12.0	Poudre	Engrais binaire azote et phosphore	Maraichage tomate et piment Il est utilisé pour le développement de la partie aérienne particulièrement	Engrais de démarrage pour le démarrage des cultures
TSP Tri super-phosphate	Solide	46% Phosphore (P2O5)	Tous types de cultures	Fumure de fonds pour développement racinaire ou reprise racinaire. Peut-être combiné avec fumure organique

4.1.2 Gestion de la fertilisation minérale

- Quantités d'engrais utilisées pour le palmier dattier

La fertilisation minérale est relativement bien standardisée pour la culture de palmiers dattiers (Tableau 10). Les producteurs appliquent 1 à 2 kg d'urée et 2 à 3 kg de 15.15.15 par palmier et par an. Ceux qui utilisent les autres engrais apportent des doses en accord avec les normes (1,5 kg de TSP, 2 kg de 24.36.0, 1 kg de 0.20.25 et 0,15 kg de 50.12.0 par palmier et par an.

Sur les 23 producteurs utilisant les engrais minéraux, 7 n'utilisent que l'urée, 5 n'utilisent que le 15.15.15, 5 utilisent à la fois l'urée et le 15.15.15. Les autres utilisent l'urée et/ou le 15.15.15 avec un autre engrais (24.36.0, 50.12.0, 0.20.25 ou TSP). Seuls trois producteurs utilisent 3 engrais minéraux. A Bouchagroune (Ziban Ouest), le propriétaire de 250 palmiers utilise l'urée, le 15.15.15 et le TSP. A Lioua (Ziban ouest), le propriétaire de 300 palmiers utilise l'urée, le 15.15.15 et le 20.20.15. A El Haouch (Ziban Est), le propriétaire de 800 palmiers utilise l'urée, le 15.15.15 et le 50.12.0.

Tableau 10 : Doses moyenne d'engrais par palmier/an appliquées par les producteurs

Doses d'engrais par palmier et par an (en kilogramme)	
Urée 46%	1 – 2
15.15.15	2 – 3
TSP	1,5
24.36.0	2
50.12.0	0,15
0.20.25	1

L'analyse de détail de l'épandage d'engrais par type d'engrais et selon l'âge des palmiers (Tableau 11) indique que les épandages par palmier vont du simple au double entre les producteurs pour l'urée, le 15.15.15 et le 20.20.25.

Tableau 11 : Doses d'engrais par palmier et par an pour les palmiers jeunes et palmiers en production

Doses d'engrais par palmier et par an (en kilogramme)		
	Jeunes palmiers	Palmiers en production
Urée		
Moyenne	1	1,3
Max	2	2
Min	0,5	1
15.15.15		

Doses d'engrais par palmier et par an (en kilogramme)		
	Jeunes palmiers	Palmiers en production
Moyenne	2,25	1,9
Max	2,5	4
Min	2	1
0.20.25		
Moyenne	2	3
Max	4	4
Min	1	2
24.36.0		
Moyenne	0,5	2,5
Max		3
Min		2
TSP		
Moyenne		1,5

- Période d'épandage de l'engrais minéral

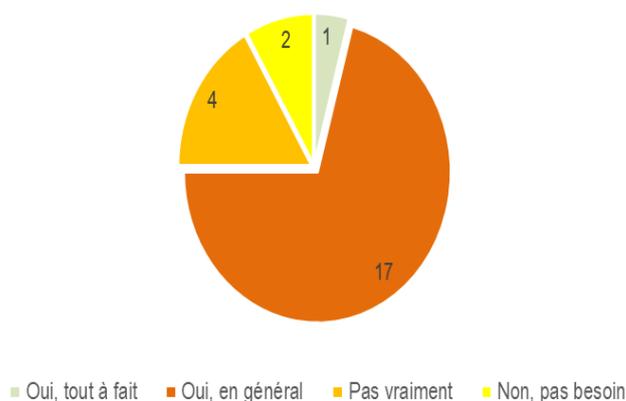
L'urée est appliquée en période fraîche, entre décembre et mars et le plus souvent en janvier. L'engrais aide donc à la reprise du cycle du palmier après l'hiver, en particulier pour le développement végétatif des jeunes palmiers et des palmiers en production. Certains producteurs affirment que l'azote à cette période aide le palmier à résister à des périodes de froid.

Le 15.15.15 est appliqué en début du cycle du palmier, entre avril et mai, au stade de nouaison « Loulou ». Son utilisation à cette période est considérée nécessaire par les producteurs pour permettre une taille et qualité de dattes appréciables.

Le 24.36.0 est appliqué au même moment que l'urée en janvier-février alors que le 52.12.0 est épandus avant la pollinisation pour apporter de l'azote et du phosphore supplémentaire.

Si l'on compare la gestion globale des fertilisants entre engrais organique et engrais minéral, on constate que sur les 8 producteurs qui n'utilisent pas d'urée en début de cycle, 4 font un mélange organique de fond comprenant de la fiente de volaille pour l'apport d'azote. Un seul producteur de notre échantillon apporte en même temps de la fiente de volaille et de l'urée en début de cycle du palmier (Commune de Lioua, Ziban Ouest).

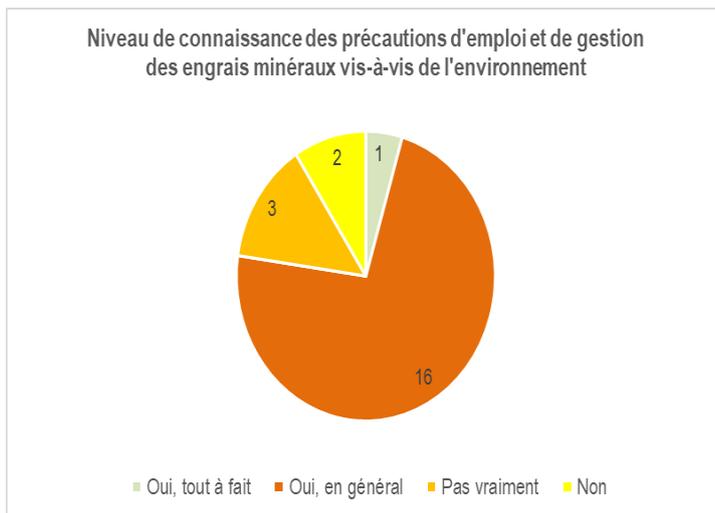
Niveau de connaissance des précautions d'emploi et de gestion des engrais minéraux



Graphique 23 : Niveau de connaissance des précautions d'emploi et de stockage des engrais pour la santé humaine.

Seul 1 des producteurs (4%) déclare connaître parfaitement les précautions de gestion des engrais minéraux pour la santé humaine et la majorité (68%) ont une connaissance générale de ces précautions (Graphique 23). On note que quatre producteurs (16%) ne sont pas vraiment au courant. Deux producteurs disent ne pas avoir besoin de les connaître dans le sens où ils le savent déjà. Une nouvelle campagne de sensibilisation à ces précautions d'usage et de stockage serait sans doute utile pour

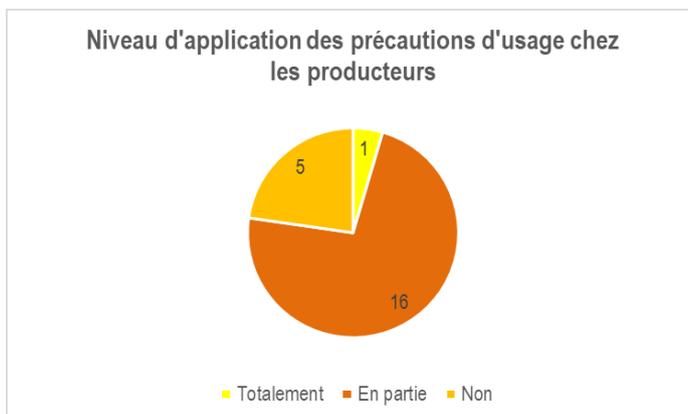
les trois-quarts des producteurs.



Aux vues des résultats, le niveau de connaissance des précautions d'emploi et de gestion des engrais minéraux vis-à-vis de l'environnement semble identique à celui pour la santé humaine (Graphe 24). Cette question comprenait l'épandage, les précautions d'usage, le stockage et également la gestion des déchets par rapport aux impacts possibles sur le sol, l'eau et la biodiversité.

Grappe 24 : Niveau de connaissance des précautions d'emploi et de gestion des engrais minéraux vis-à-vis de l'environnement

Toutefois, les résultats précédents ont montré une faible sensibilité des producteurs aux dimensions environnementales, en particulier pour la biodiversité. Il est vraisemblable que les producteurs aient interprété la question plus en lien avec la santé des palmiers qu'avec l'environnement naturel en général.



Un seul producteur respecte totalement les précautions d'usage qu'il connaît. La majorité les respectent en partie alors que cinq autres (20%) ne les respectent pas (Graphe 25).

Grappe 25 : Niveau d'application des précautions d'usage chez les producteurs

Si l'on croise les niveaux de connaissance relatifs aux précautions et les niveaux de respects des précautions, le niveau de déperdition des bonnes pratiques

touche plus de 90% des producteurs, avec des conséquences possibles sur la santé humaine et sur l'environnement, comme le prouvent les études réalisées au niveau international (irritations cutanées et par inhalation, pollution aux nitrates et phosphore, déséquilibre écologique des sols, etc.)

- Intention de gestion de la fertilisation minérale dans le futur

Globalement, les producteurs de dattes ne remettent pas en cause leurs pratiques actuelles. Plus de la moitié d'entre-eux pensent continuer les mêmes pratiques, les autres ne savent pas.

4.1.3 Avantages et inconvénients des engrais minéraux perçus par les producteurs de dattes

Nous avons voulu connaître les perceptions des producteurs sur les avantages et les inconvénients à deux niveaux, en questionnement ouvert puis en semi-fermé. Le premier niveau visait à savoir si la dimension environnementale apparaît ou non spontanément, et sur quel segment environnemental. Le deuxième niveau focalise plus spécifiquement la question sur le thème environnemental, de manière à approfondir les réponses du premier niveau et éventuellement faire émerger d'autres dimensions environnementales. Les deux niveaux n'influençaient pas les sous thèmes comme l'écosystème, la biodiversité, la dégradation des sols, etc. de manière à suivre au plus près les observations, les priorités et les analyses des producteurs.

- Questions ouvertes en termes d'avantages et d'inconvénients des engrais minéraux

Au premier niveau de questions, les productions n'évoquent aucun avantage des engrais minéraux pour l'environnement. L'essentiel des réponses (Tableau 12) tourne principalement autour des avantages pour la culture de palmiers, ce qui est

d'ailleurs l'objectif principal de l'apport d'engrais. Toutefois, on remarque qu'il n'est pas mention d'impact positif sur le sol, celui-ci étant plutôt comme un support à engrais pour la culture du palmier.

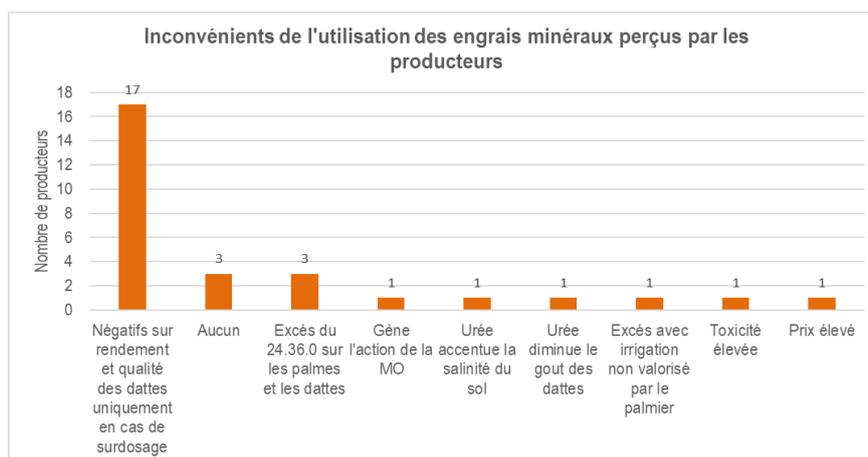
Si l'on fait des regroupements de résultats relatifs aux avantages de l'apport d'engrais, le rendement des dattes cumule 14 réponses, la qualité des dattes 11 réponses, la croissance et le développement foliaire 7 réponses, le combat contre le froid 5 réponses, le jaunissement des dattes, l'émergence des spathes et l'enracinement 3 réponses.

Tableau 12 : Avantages des engrais minéraux perçus par les producteurs de dattes

Avantages des engrais minéraux perçus par les producteurs de dattes		
Type d'engrais	Type d'avantages	Nb de producteurs ayant donné la même perception
15.15.15	Améliore le poids et la qualité des dattes	9
	Facilite le jaunissement des dattes	3
	Permet un meilleur rendement	4
	Améliore la longueur et le diamètre des dattes	1
	Réduit l'infection de la myeloïs	1
	Bon pour la fructification	1
Urée	Permet le verdissement des palmes	3
	Aide le palmier à combattre le froid	3
	Favorise l'émergence des spathes	3
	Favorise le développement des palmes en situation de froid	2
	Favorise la reprise des jeunes palmiers	2
	Permet le bon calibre et la qualité des dattes	1
24.36.0	Favorise la foliation et l'enracinement	1
50.12.0	Enracinement et croissance du palmier	1
TSP	Améliore le système racinaire	1

Globalement, plus des trois quarts des producteurs ne constatent pas de côtés négatifs des engrais minéraux si les doses sont respectées (Graphe 26).

Graphe 26 : Inconvénients de l'utilisation des engrais minéraux perçus par les producteurs



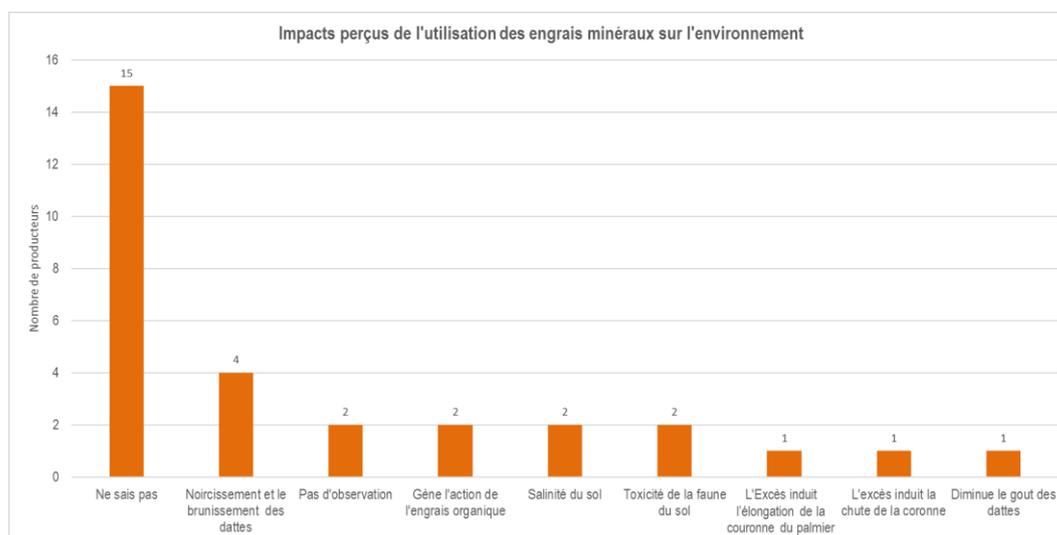
Un surdosage agit sur la qualité des dattes (brunissement ou noircissement), sur la taille et la couleur des palmes et sur le rendement. Un seul producteur indique la salinisation du sol provoquée par l'urée alors qu'un autre note le problème de toxicité pour la santé humaine. Les producteurs n'attribuent pas d'inconvénients de l'utilisation des engrais minéraux pour les ressources naturelles, à part, de manière anecdotique, pour la salinisation du sol par l'urée.

En conclusion, les producteurs n'attribuent pas d'impacts positifs ou négatifs de l'utilisation des engrais organiques sur l'environnement (sol, eau et biodiversité en particulier). Leur intérêt majeur reste de produire des dattes en quantité et en qualité.

- Questions semi-fermées de l'impact des engrais minéraux sur l'environnement

Même en passant par le questionnaire semi-fermé, 68% des producteurs ne savent pas ou n'ont globalement observé aucun impact des engrais minéraux sur l'environnement. Cela confirme les constats précédents de la faible considération environnementale de la majorité des producteurs. Parmi ceux qui indiquent des impacts, neuf réponses d'impacts sont attribuables aux palmiers et aux dattes et 4 uniquement sont attribuables à l'environnement (salinité du sol et toxicité pour la faune du sol) (Graphe 27).

Graphe 27 : Impacts perçus de l'utilisation des engrais minéraux sur l'environnement



4.2 Le thème « fertilisation minérale » chez les producteurs de piments

4.2.1 Types d'engrais minéral utilisés

Les 25 producteurs de notre échantillon estiment en moyenne que 96% des producteurs des zones est, ouest et centre des Ziban utilisent des engrais minéraux.

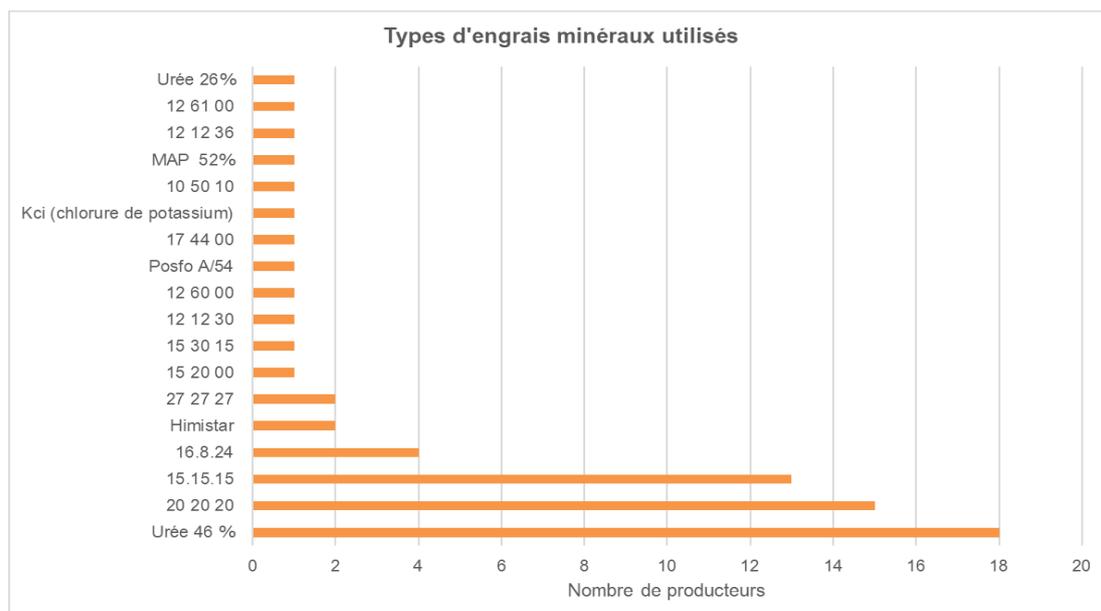
Tous les producteurs de notre échantillon utilisent des engrais minéraux selon 18 formules.

Un peu plus d'un tiers d'entre eux se fait conseiller par un grainetier (9 producteurs). Les autres producteurs choisissent leurs engrais par expérience.

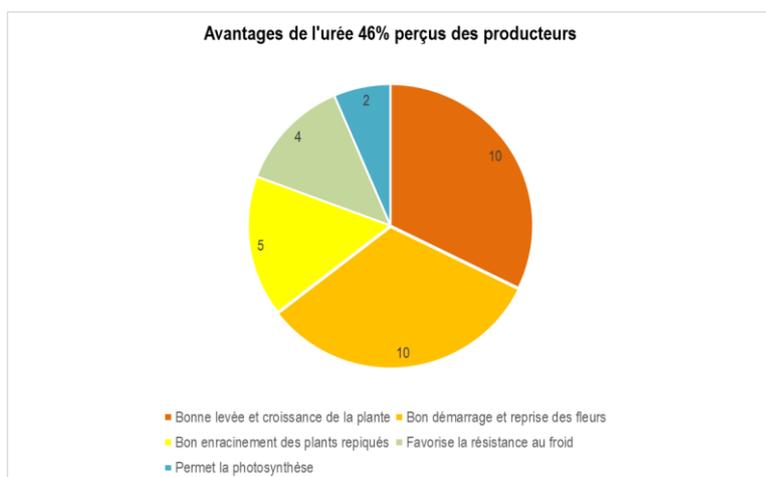
En moyenne, chaque producteur gère sa fertilisation minérale avec 2,6 types d'engrais (1 à 4 engrais selon les producteurs). On note 3 producteurs utilisant un engrais, 9 avec 2 engrais, 3 avec 3 engrais et 4 avec 4 engrais. Les trois engrais les plus utilisés sont l'urée 46%¹³ (72% des producteurs de notre échantillon) et les engrais composés 20.20.20 et 15.15.15 (56% et 52% des producteurs respectivement). En dehors de la formule composée 16.8.24, de l'Humistar et du 27.27.27 utilisés chaque par au moins deux producteurs, les autres formules sont utilisées chacun par un seul producteur et donc plutôt anecdotiques (Graphe 28).

¹³ Urée 46% : surtout en début de cycle pour croissance végétative. La forme uréique s'accompagne de volatilité ammoniacale, surtout en surface, diminuant l'efficacité du produit en comparaison des ammonitrates (lons ammonium et ions nitrate) moins volatils.

Graphe 28 : Engrais chimiques utilisés par les producteurs de piments

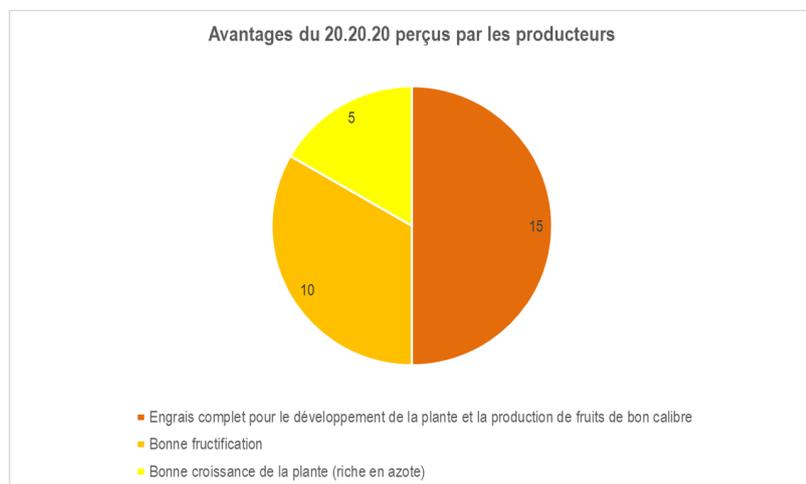


Tous, sans exception, sont satisfaits des engrais qu'ils utilisent. Pour chaque engrais, ils justifient leurs choix par une série d'observations. Par exemple, pour l'urée 46%, les producteurs indiquent un cumul de 5 avantages (Graphe 29), en particulier la bonne levée et croissance des plants en début de cycle (56% des utilisateurs d'urée), le bon démarrage et reprise des fleurs qui vont permettre une fructification conséquente (56% des utilisateurs), l'effet favorable sur l'enracinement (28% des utilisateurs) et sur la résistance des plantes au froid (22% des utilisateurs).



Graphe 29 : Avantages perçus pour l'urée 46%

Le 20.20.20 est surtout apprécié par tous les utilisateurs de cette formule pour favoriser la fructification et l'obtention du calibre voulu. Sa teneur en azote est aussi reconnue pour la croissance des parties aériennes de la plante. (Graphe 30).



Graphe 30 : Avantages perçus pour le 20.20.20

Plus des trois quarts des utilisateurs de la formule composée 15.15.15 reconnaissent son effet bénéfique sur la croissance du piment. Le 16.8.24 s'utilise en fertigation ou épandage au sol en fin de cycle sous serre lors de la période de récolte ou en plein champ, stade croissance et fin de cycle fructification. L'engrais liquide Humistar de

la société Profert permet de booster l'efficacité de la fertilisation par l'acidification (acide humique et fulvique) qui favorise l'absorption des minéraux par les racines¹⁴.

Pour les autres engrais, l'échantillon d'utilisateurs est trop faible pour en tirer les avantages précis perçus par les utilisateurs de ces produits.

Tableau 13 : Caractéristiques des principaux engrais utilisés

Produit	Formule	Composants	Cibles premières et actions	Période d'épandage
Urée 46% (Nutagra)	Granulé	Urée sous forme uréique, se dégrade en azote ammoniacale puis azote nitrique	Plantes exigeantes en azote, plantes à feuille Démarrage des plants	Début de cycle pour développement des parties aériennes. A la volée ou enfouissement
20 20 20 (Nutagra)	Cristaux solubles	Azote (ammoniacale, uréique et nitrique), anhydride phosphorique et oxyde de potassium + oligo-éléments : fer, zinc, manganèse, cuivre, bore	Cultures maraichères. Développement des parties aériennes, racinaires et fleur-tubérisation + correcteur de carence par les oligo-éléments.	Engrais complet Par pulvérisation foliaire ou fertigation. A tous les stades de la culture mais surtout au début de cycle 200-250 gr/hl
15 15 15 (Timac Agro, Asmidal, Profert)	Solide, granulé	Azote total 15%, anhydride phosphorique (15%), oxyde de potassium (15%), anhydride sulfurique 20%. Fort pouvoir acidifiant	Tous types de culture, formule équilibrée tout au long du cycle	Peut être utilisé le long du cycle, au semis, plantation, en couverture. Dose préconisée ; 14 quintaux/ha.
16.8.24 (Profert)	Solide cristaux	Engrais soluble ternaire riche en potassium. Azote total 16% (8,5% ammoniacal et 7,7% nitrique), anhydride phosphorique 8%, oxyde de potassium 24% et anhydride sulfurique 18%. Fort pouvoir acidifiant	Du stade croissance à fin grossissement. Agit sur la croissance végétative en début de cycle surtout et pour la fructification suite à la floraison.	En fertigation ou épandage au sol Sous serre : fin de cycle lors de la période de récolte, en plusieurs applications (1500 kg/ha) Plein champ ; stade croissance et fin de cycle fructification.
Humistar	Liquide	Concentré soluble Extrait humique 15%, acide humique 12%, acide fulvique 3%	Acidifie le sol, permet une meilleure fixation des actions sur le complexe argilo-humique, facilite le développement racinaire et l'absorption des minéraux par les racines	A épandre au début de cycle
27.27.27	Gel	Engrais en gel équilibré et riche en NPK	Action rapide en foliaire ou fertigation mais de faible durée	Engrais en pulvérisation foliaire ou en fertigation tout le long du cycle. En foliaire ; 2-3 applications par cycle, 3 g/l. En fertigation, 0,25 à 0,5 g/l.
MAP 12 52 00 (Nutagra, Timac Agro)	Solide, granulé	Acide phosphorique et azote ammoniacal	Céréales, maïs, cultures maraichères Développement racinaire	Fertilisation de fonds ou au semis

¹⁴ L'effet acidifiant d'Humistar, si les dosages sont adaptés au type de sol, a aussi d'autres caractéristiques comme la stimulation de la vie microbienne, l'aération et la structure du sol, son action sur le complexe argilo-humique favorisant la rétention des minéraux et de l'eau et donc limitant les pertes. Un effet similaire est également produit par la matière organique, en particulier les fientes de volailles.

4.2.2 Prix des engrais

Tableau 14 : Prix des engrais minéraux (2021)

Prix en DA des engrais minéraux par quintal (Juin-Août 2021)			
	Prix moyen	Minimum	Maximum
Urée 46%	5 510	4 000	9 000
20.20.20	11 500	10 000	18 000
15.15.15	10 420	5 500	11 000
16.8.24	42 500	40 000	45 000
27.27.27	13 500	12 000	15 000
15.20.0	12 000		
15.30.15	12 000		
12.12.30	45 000		
MAP 12.52.0	12 400		
17.44.0	8 000		
Urée 26%	5 000		
12.12.36	12 000		

4.2.3 Gestion de la fertilisation minérale

- Quantités d'engrais utilisées pour le piment

La fertilisation minérale est peu standardisée pour la culture de piments, on recense de grandes variations de doses d'épandages par type d'engrais selon les producteurs en première et seconde culture de piments sur la même parcelle (Tableaux 15 et 16). Comme pour l'irrigation, chaque producteur utilise une formule qu'il pense bonne, sans connaissance formelle des doses à appliquer selon le cycle du piment. Ainsi, pour les trois engrais les plus courants utilisés par les producteurs, on trouve des variations de 1 à 30 pour l'urée, de 1 à 10 pour le 20.20.20 et de 1 à 50 pour le 15.15.15. De telles variations ne peuvent pas être du fait des grainetiers, qui connaissent les doses d'épandage et donnent les conseils en conséquence.

Si on s'en tient aux moyennes de doses d'épandage obtenues en première saison, les producteurs appliquent l'urée 46% à raison d'une moyenne de 4,8 kg par saison et par serre de 400 m² (120 qx/ha), le mélange 20.20.20 à raison de 8,9 kg en moyenne par serre (225 kg/ha) et le mélange 15.15.15 à raison de 13,5 kg par serre (340 kg/ha). Pour les quatre producteurs utilisant le 16.08.24, on trouve une moyenne de 27 kg/serre avec une forte variation de doses entre les producteurs.

Nous donnons de manière indicative dans le tableau 15 les doses épandues pour les autres engrais, qui ne sont utilisés chacun que par moins de 10% des producteurs.

Tableau 15 : Doses moyenne d'engrais par serre 400m²/première saison appliquées par les producteurs

Doses d'engrais par serre de 400 m ² /saison en première saison de culture			
	Moyenne	Minimum	Maximum
Urée 46%	4,8 kg	0,3 kg	10 kg
20.20.20	8,9 kg	2,5 kg	25 kg
15.15.15	13,5kg	1 kg	50 kg
16.08.24	27 kg	4 kg	50 kg
27.27.27	25 kg		
Humistar	6 litres		
12.61.0	6,4 kg	2,5	12,8
MAP	12,5 kg		
12.12.36	20 kg		

Doses d'engrais par serre de 400 m2/saison en première saison de culture			
	Moyenne	Minimum	Maximum
Urée 26%	20 kg		
KCl	2 kg		
10.50.10	2,3 litres	2	3
15.20.0	10 kg		
15.30.15	2,5 kg		
Posfo A54	0,5 litre		
17.44.00	25		

En deuxième saison de culture de piments sur la même parcelle, les producteurs épandent à peu près les mêmes dosages qu'en première saison, avec les mêmes variations entre producteurs (Tableau 16).

Les producteurs apportent en général l'urée 46% en deux à quatre fois, avant le repiquage des plants, avec la matière organique, puis après le repiquage pendant la période de croissance végétative du piment (début de cycle).

Pour le 20.20.20, certains le fractionnent en petite dose toutes les semaines sur l'ensemble du cycle du piment. D'autres qui épandent peu de cet engrais (2,5 kg par serre) l'apportent en une ou deux fois seulement. Cette formule équilibrée est vue comme le pilier fertilisant du piment, qui permet d'équilibrer les minéraux en fonction des besoins. Pourtant, la revue de détail par producteur indique qu'environ un tiers ne fait pas le lien entre l'épandage de cet engrais et les autres fertilisants organiques et minéraux qu'ils apportent, avec pour conséquence un effet doublon, une inefficacité de gestion de la fertilisation, un coût supplémentaire de production et des pertes par lessivage dans le sol et éventuellement les eaux phréatiques.

Le 15.15.15 est apporté en général en une seule fois comme fumure de fond avec la matière organique pour ceux qui utilisent peu d'engrais (1 à 3 kg/serre). D'autres épandent une deuxième fois en phase de croissance.

Tableau 16 : Doses moyenne d'engrais par serre 400m2/deuxième saison appliquées par les producteurs

Doses d'engrais par serre de 400 m2/saison en deuxième saison de culture			
	Moyenne	Minimum	Maximum
Urée 46%	3,6 kg	0,3 kg	10 kg
20.20.20	8,9 kg	2,5 kg	25 kg
15.15.15	10,8kg	1 kg	50 kg
16.08.24	27 kg	4 kg	50 kg
27.27.27	25 kg		
Humistar	6 litres		
12.61.0	6,4 kg	2,5	12,8
MAP	12,5 kg		
12.12.36	20 kg		
Urée 26%	20 kg		
KCl	2 kg		
10.50.10	3 l	2	3
15.20.0	10 kg		
15.30.15	0		
Posfo A54	0,5 litre		
17.44.00	25		

- Le 15.30.15 est apporté en une seule fois ou de manière fractionnée en période de floraison et de fructification.
- L'Humistar est apporté au long du cycle, toutes les deux semaines.
- Le 27.27.27 est apporté par fertigation ou pulvérisation le long du cycle, chaque semaine

- Le 17.44.0 est épandu de manière fractionnée.

Non seulement la culture du piment n'est pas standardisée au niveau des doses apportées pour chaque produit, mais elle n'est pas non plus standardisée en termes de gestion des formules d'engrais minéral. En effet, on trouve 14 différentes formules pour 25 producteurs (Tableau 17). Les quatre formules les plus courantes cumulent les deux tiers des producteurs, avec des coûts moyens globaux par serre variant de 264 DA (Urée seul) à 2412 DA (Urée + 15.15.15 + 20.20.20). Les autres formules ne sont utilisées chacune que par un producteur, avec des coûts allant jusqu'à 12 864 DA/serre et par saison.

Tableau 17 : Nombre de formules de fertilisation minérale et cout moyen de chaque formule par serre et par saison

Formule de fertilisation minérale	Nombre de producteurs	Coût moyen des engrais minéraux par saison de culture (DA)
Urée + 20.20.20 + 15.15.15	6	2412
Urée + 20.20.20	4	1287
Urée	2	264
Urée + 15.15.15	2	1389
15.15.15 + 20.20.20	2	2148
Urée + Humistar + 27.27.27	1	5439
Urée + 15.30.15 + 12.12.30	1	9564
Urée + 16.8.24	1	11739
Urée + 15.15.15 + Humistar + 27.27.27	1	6564
Urée + 15.15.15 + 16.8.24	1	12864
Urée + 20.20.20 + 12.60.0	1	
15.15.15 + 16.8.24	1	12 600
16.8.24 + 15.20.0	1	12 675
20.20.20 + Posto + 15.44.00	1	

Certaines formules semblent double emploi, comme l'utilisation du 20.20.20 + 15.15.15, deux mélanges équilibrés qui ne se complètent pas sur le cycle du piment (8 producteurs). A priori, en tenant compte du fait de l'utilisation de matière organique par tous les producteurs, les formules Urée + 15.15.15 et Urée + 20.20.20 devraient suffire pour ceux qui apportent uniquement du fumier ovin et le 20.20.20 ou 15.15.15 devrait suffire pour ceux qui apportent de la fiente de volaille. Le 16.8.24 coûte cher dans toutes les formules (42 500 DA/qx) et pourrait être remplacé par d'autres engrais moins chers selon l'objectif recherché (par exemple le 12.12.36 à 12 000 DA/qx).

• Période d'épandage de l'engrais minéral

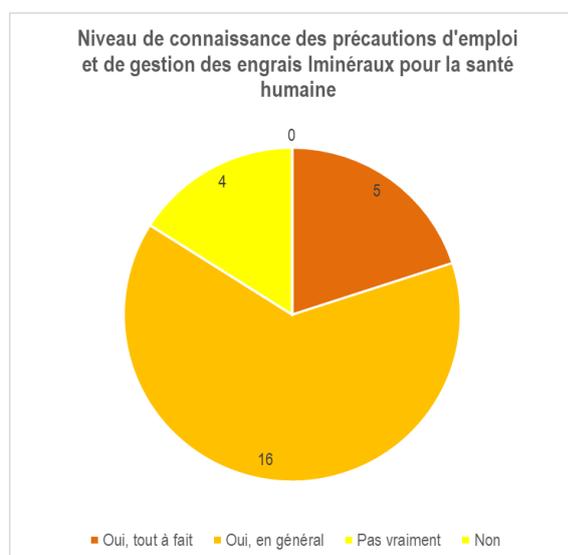
Chaque engrais a sa période privilégiée d'épandage, même si les formules équilibrées (15.15.15, 20.20.20 et 27.27.27) peuvent convenir tout le long du cycle de production. L'urée arrive en premier pour le démarrage et la croissance des jeunes plants. Toutefois, certains l'enfouissent avec la matière organique avant la plantation, ce qui ne semble pas nécessaire vu l'apport très conséquent de matière organique, et ne sert à rien pour ceux qui apportent de la fiente de volaille en fumure de fond (très riche en azote). Le MAP riche en phosphore arrive également en fumure de fond pour favoriser l'enracinement, ce qui ne semble non plus nécessaire pour ceux utilisant les fientes de volaille en fumure de fond (riche en phosphore) et sans doute pas non plus nécessaire pour ceux utilisant le fumier d'ovin uniquement, vu les surdosages épandues (voir chapitre sur la matière organique). Les mélanges à fort taux de potassium comme le 16.08.24, le 12.12.36 et le KCl arrivent eux en fin de cycle pour la fin de la floraison et lors de la fructification. Ils peuvent apporter un plus en rendement, si d'autres engrais ne sont pas déjà appliqués comme le 15.15.15 et le 20.20.20 que de nombreux producteurs appliquent déjà de manière fractionnée tout au long du cycle du piment.

Quelques producteurs utilisent des engrais riches en phosphore en milieu (floraison) et fin (fructification) de cycle, comme le 11.44.0, 10.50.10 et 15.30.15. Cela peut se concevoir pour ceux qui n'apportent que du fumier d'ovins et qui n'utilisent pas d'autres engrais minéraux équilibrés pendant la même période. Or, dans les formules de fertilisation adoptées (Tableau 18), ces engrais sont le plus souvent associés aux mêmes périodes avec des engrais équilibrés, d'où sans doute une perte d'efficacité.

Tableau 18 : Période d'épandage des engrais minéraux sur piment

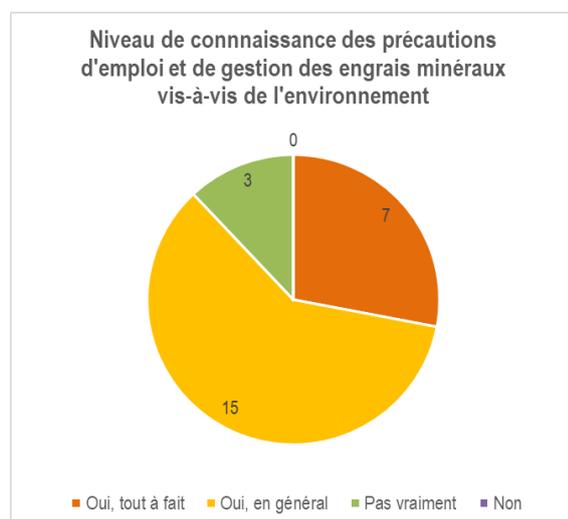
Période d'épandage des engrais minéraux						
	Fumure de fond avant plantation	Avant plantation et phase de croissance	Au démarrage des plants	Au cours de croissance	Au cours du cycle de la floraison	En phase de fructification
Urée 46%		3	16			
20.20.20			4		9	9
15.15.15	4	7			2	
16.08.24						4
27.27.27			1		1	1
Humistar				2	2	2
12.61.0			2			1
MAP	1					
12.12.36						1
Urée 26%		1	1	1		
KCI						1
10.50.10				1		
15.20.0		1				
15.30.15					1	1
Posfo A54			1			
17.44.00				1		

- Niveau de connaissance et de mise en œuvre des connaissances des producteurs en matière de précaution d'emploi des engrais minéraux



20% des producteurs déclarent connaître parfaitement les précautions de gestion des engrais minéraux pour la santé humaine et la majorité (64%) ont une connaissance générale de ces précautions (Graphe 31). On note que quatre producteurs (16%) ne sont pas vraiment au courant des précautions d'emploi.

Graph 31 : Niveau de connaissance des précautions d'emploi et de stockage des engrais pour la santé humaine.



Aux vues des résultats, le niveau de connaissance des précautions d'emploi et de gestion des engrais minéraux vis-à-vis de l'environnement est relativement similaire à celui pour la santé humaine (Graphe 32). Cette question comprenait l'épandage, les précautions d'usage, le stockage et également la gestion des déchets par rapport aux impacts possibles sur le sol, l'eau et la biodiversité.

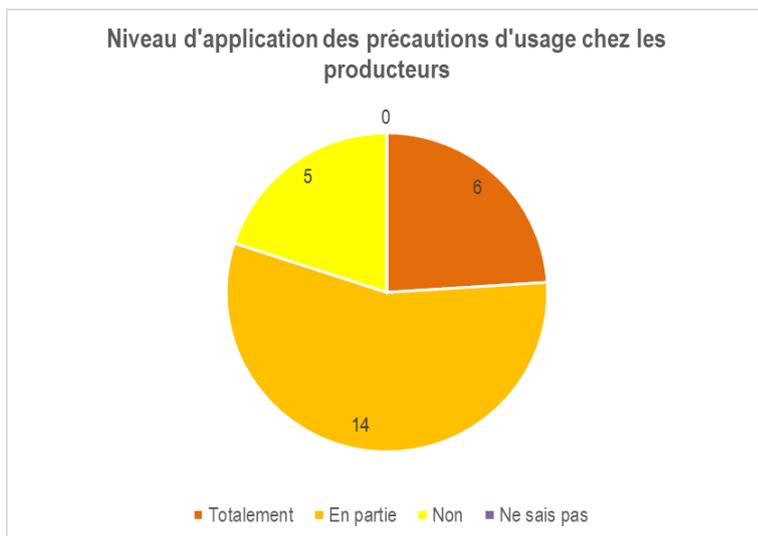
Graph 32 : Niveau de connaissance des précautions d'emploi et de gestion des engrais minéraux vis-à-vis de l'environnement

Toutefois, les résultats précédents ont montré une faible sensibilité des producteurs de piment aux dimensions environnementales, en particulier pour la biodiversité. Avec une stratégie minière et financière de la production, il est vraisemblable qu'une partie des producteurs aient interprété la question plus

en lien avec la santé du piment qu'avec l'environnement naturel en général, ou que leur référentiel environnemental soit relativement étroit.

Les résultats sur les niveaux d'application des précautions d'usage sont en accord avec les niveaux de connaissance des producteurs (Graphe 33).

Si l'on croise les niveaux de connaissance relatifs aux précautions et les niveaux de respects des précautions, le niveau de déperdition des bonnes pratiques touche les trois quarts des producteurs, avec des conséquences possibles sur la santé humaine et sur l'environnement, comme le prouvent les études réalisées au niveau international (irritations (irrigation cutanée et par inhalation, pollution aux nitrates et phosphore, déséquilibre écologique des sols, etc.)



Grappe 33 : Niveau d'application des précautions d'usage chez les producteurs

- Intention de gestion de la fertilisation minérale dans le futur

Environ les trois quarts des producteurs de piments indiquent vouloir poursuivre leurs formules de fertilisation minérale, mais bon nombre d'entre eux précisent le besoin de pratiques mieux raisonnées et basées sur des études de sol. Les autres ne savent pas encore s'ils poursuivront les mêmes formules à l'avenir. Ces résultats suggèrent que si globalement les producteurs sont satisfaits de leur choix, ils restent souvent incertains sur le bien-

fondé de leurs pratiques.

4.2.4 Avantages et inconvénients des engrais minéraux perçus par les producteurs de piments

Nous avons voulu savoir les perceptions des producteurs sur les avantages et les inconvénients à deux niveaux, en questionnement ouvert puis en semi-fermé. Le premier niveau visait à savoir si la dimension environnementale apparaît ou non spontanément, et sur quel segment environnemental. Le deuxième niveau focalise plus spécifiquement la question sur le thème environnemental, de manière à approfondir les réponses du premier niveau et éventuellement faire émerger d'autres dimensions environnementales. Les deux niveaux n'influençaient pas les sous thèmes comme l'écosystème, la biodiversité, la dégradation des sols, etc. de manière à suivre au plus près les observations, les priorités et les analyses des producteurs.

- Questions ouvertes en termes d'avantages et d'inconvénients des engrais minéraux

Au premier niveau de questions, les productions n'évoquent aucun avantage des engrais minéraux pour l'environnement. L'essentiel des réponses (Tableau 19) tourne principalement autour des 14 avantages pour la culture de piments, ce qui est d'ailleurs l'objectif principal de l'apport d'engrais. Toutefois, en dehors d'un quart des producteurs indiquant la meilleure fertilité du sol pour la plante, on remarque qu'il n'est pas mention d'impact environnemental positif sur le sol, celui-ci étant plutôt comme un support à engrais pour la culture du piment.

Si l'on fait des regroupements de résultats relatifs aux 14 avantages de l'apport d'engrais, le bon démarrage et la bonne croissance des plants arrive en tête avec 52 réponses, suivi par la meilleure résistance des plantes aux maladies (26 réponses), la meilleure production (14 réponses), la meilleure résistance des plantes au froid (10 réponses) et le bon enracinement (9 réponses). Il est intéressant de constater que la bonne croissance au départ des plantes et les actions des engrais facilitant leur résistance aux maladies arrivent en tête devant l'augmentation de production, qui est l'objectif premier de l'engrais minéral. Pour les maladies, cela confirme le souci phytosanitaire majeur des producteurs, identifié dans les moyens d'existence des producteurs. Les résultats indiquent aussi que pour les producteurs, les engrais participent à la lutte contre les maladies au même titre que les produits phytosanitaires. La relation que les producteurs font entre l'apport d'engrais et la résistance des plants au froid va dans le même sens de la capacité des plants mieux nourris à se défendre.

Tableau 19 : Avantages des différents engrais minéraux perçus par les producteurs

Avantages des différents engrais minéraux perçus par les producteurs															
	Urée 46%	20.20.20	15.15.15	16.08.24	15.20.00	15.30.15	12.12.30	27.27.27	12.61.0	17.44.0	10.50.10	12.12.36	KCI	MAP	Urée 26%
Assure la croissance de la plante et des feuilles	16	21											1		1
Favorise un bon démarrage de la plante	11									1	1				
Bon enracinement	7					1								1	
Présence équilibré en NPK			7												
Augmente le taux de fertilité du sol en fumure de fond			6												
Augmente la résistance aux maladies	10	9	6		1										
Augmente la résistance au froid	4		6												
Favorise la décomposition de la MO			5		1										
Augmente le poids du piment				4			1								
Augmente la longueur du fruit				2			1	1	1					1	
Augmente le diamètre et la longueur du piment				1		1				1					
Bonne production de fruits		11						2					1		
Bonne floraison											1				
Riche en azote	2							1							
Riche en phosphore								1	1						

Globalement, plus des trois quarts des producteurs constatent des côtés négatifs des engrais minéraux, en particulier en cas de mauvais dosage des doses épandues (Tableau 20). Ces impacts négatifs sont surtout attribuables à l'urée, au 15.15.15 et au 16.08.24 et dans une moindre mesure au KCI et 15.20.00 qui sont peu utilisés. Ces résultats confirment les tendances de surdosage identifiées plus haut, en particulier en début de cycle avec de l'urée enfoui en fumure de fonds avec la matière organique, provoquant un niveau d'acidifiant trop important pour les jeunes plants. Certains impacts négatifs sont imputés à des épandages fractionnés excessif d'urée pendant la période de croissance, ou de 15.15.15 qui peut nuire à la fructification. En hiver, suite au repiquage, les producteurs attribuent des endommagements racinaires liés aux surdosages d'urée, de 15.15.15, de 16.08 et de 15.20.00.

Tableau 20 : Inconvénients de l'utilisation des différents engrais minéraux perçus par les producteurs

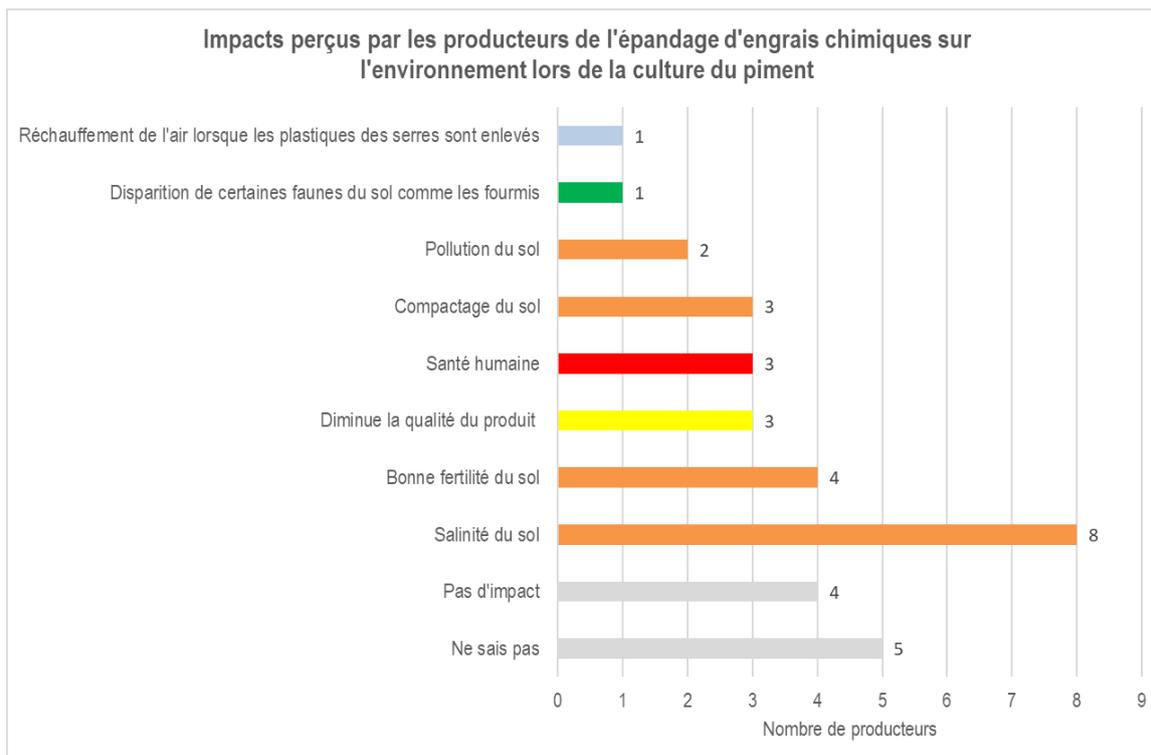
Inconvénients des différents engrais minéraux perçus par les producteurs																	
	Urée 46%	20.20.20	15.15.15	16.08.24	15.20.00	15.30.15	12.12.30	27.27.27	12.61.0	17.44.0	10.50.10	12.12.36	KCl	MAP	Urée 26%	Total	
Brulure des plants si excès de dosage	13													1		1	15
Mort et jaunissement des plants si excès de dosage	8																8
Réduction de la fructification et altération racinaire si excès de dosage	6																6
Chute de fleurs si excès de dosage	5															1	6
Elongation des plants si excès de dosage	2																2
Fort développement de la surface foliaire	1																1
Réduction de la floraison avec excès de dosage			10														10
Endommagement racinaire l'hiver avec le contact direct de l'engrais			4	1	1												6
Réduction de la production en cas d'excès ou sous dosage					3												3
Aucun							1	1	1	1	1	1	1	1			8

En conclusion, les producteurs ne mentionnent aucun impact environnemental négatif lié à l'utilisation des engrais organiques et 88% des impacts sont liés à un surdosage de ces engrais qui affecte la croissance, le développement et la fructification des piments. Ces résultats confirment les doses excessives et mal gérées de l'utilisation des engrais minéraux par près des deux-tiers des producteurs. Ce haut niveau d'impact négatif sur les cultures suggère donc d'analyser la gestion globale de la fertilisation (organique et minérale), sa gestion le long du cycle et les techniques d'épandage.

- Questions semi-fermées de l'impact des engrais minéraux sur l'environnement

Même en passant par le questionnaire semi-fermé, plus d'un tiers des producteurs ne savent pas ou n'ont globalement observé aucun impact des engrais minéraux sur l'environnement lors de la période de culture du piment. En moyenne, sur l'ensemble de l'échantillon, chaque producteur mentionne un seul impact (Graphe 34). Cela confirme les constats précédents de la faible considération environnementale de la majorité des producteurs. Les autres producteurs mentionnent un cumul de huit catégories d'impacts, dont sept sont négatifs : salinisation du sol par l'effet de l'irrigation (32% des producteurs), diminution de la qualité du piment (12%), santé humaine (12%), compactage du sol (12%), pollution du sol (8%), disparition de la faune du sol (4%) et réchauffement de l'air par les serres (4%). Le seul impact perçu positivement est la meilleure fertilité du sol (16% des producteurs).

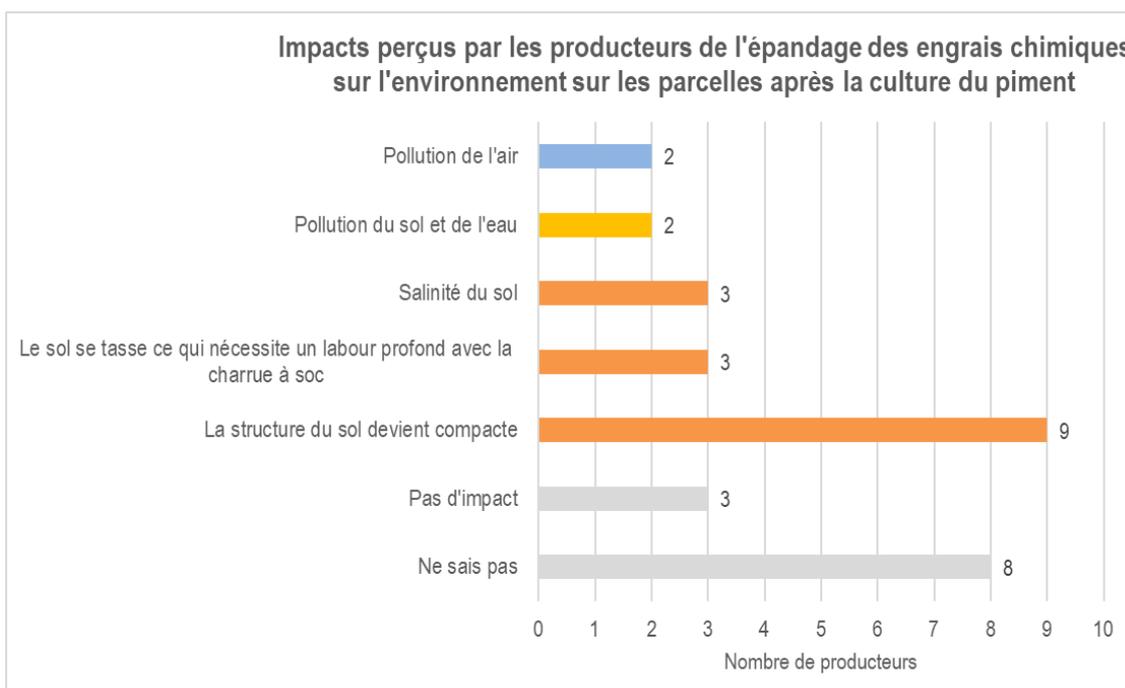
Graphe 34 : Impacts perçus de l'utilisation des engrais minéraux sur l'environnement pendant la culture du piment



Si l'on fait des regroupements, les principaux impacts de l'utilisation des engrais minéraux sont observés sur le sol (50% des types d'impacts et 68% des réponses), suivis par la qualité du produit et la santé humaine. L'impact perçu sur la biodiversité reste marginal.

Sur les parcelles abandonnées après les cultures ou laissées en jachères après deux ou trois années de culture, 44% n'observent pas d'impact particulier ou ne savent pas. En revanche, 48% des producteurs constatent que le sol reste compacté, ce qui nécessite pour certains le passage de la sous-soleuse avant de reprendre la culture sur ces parcelles. Quelques agriculteurs indiquent que le sol reste salé ou pollué. Pour moins de 10%, l'impact après culture touche la pollution de l'eau ou de l'air (Graphe 35).

Graphe 35 : Impacts perçus de l'utilisation des engrais minéraux sur l'environnement après la culture du piment



4.3 Le thème « fertilisation minérale » chez les producteurs de pommes de terre

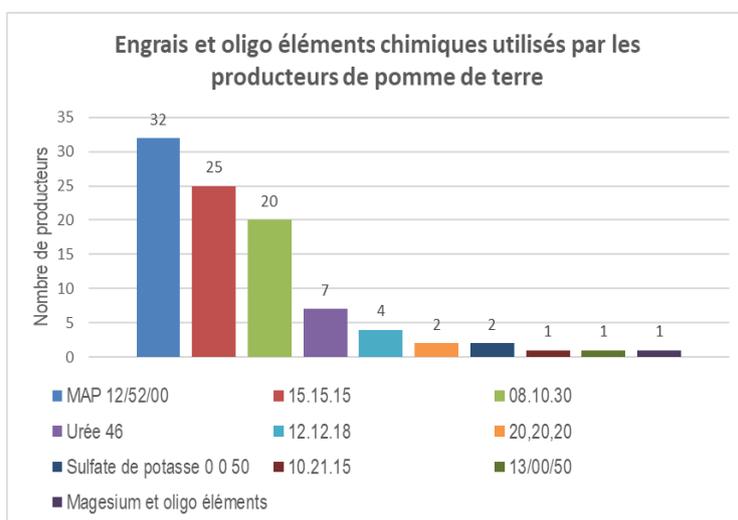
4.3.1 Types d'engrais minéral utilisés

Tous les producteurs de notre échantillon utilisent des engrais ou amendements minéraux selon 11 formules. Près de la moitié d'entre eux se fait conseiller par un grainetier (14 producteurs) ou dans une moindre mesure par un représentant d'engrais (2 producteurs).

En moyenne, chaque producteur gère sa fertilisation minérale avec trois engrais (1 à 5 engrais selon les producteurs). Plus de 60% de ceux-ci ont adopté les trois formules composées MAP 12.52.0 et 15.15.15 et 8.10.30. 12 à 20% des producteurs utilisent aussi l'urée 46%, la formule composée 20.20.20 et le sulfate de potasse alors que les autres formules restent plutôt anecdotiques¹⁵ (Graphe 36).

Tous sans exception sont satisfaits des engrais qu'ils utilisent mais comme pour la matière organique, les producteurs n'ont pas fait de vrais tests comparatifs avec d'autres formules. Pour chaque engrais, ils justifient leurs choix par une série d'observations. Par exemple, pour le MAP 12.52.0, les producteurs perçoivent quatre avantages avec surtout le bénéfice du développement racinaire. Pour le 15.15.15, c'est surtout le développement équilibré de la plante et la tubérisation qui sont perçus (Graphes 37). L'urée est appréciée par son effet sur la croissance végétative des parties aériennes. Le 8.10.30 favorise la tubérisation et le calibre appréciable des tubercules.

Graph 36 : Engrais et oligo éléments chimiques utilisés par les producteurs de pomme de terre



Graph 37 : Avantages perçus pour le MAP 12.52.0 et le 15.15.15



¹⁵ Urée 46% : surtout en début de cycle pour croissance végétative. La forme uréique s'accompagne de volatilité ammoniacale, surtout en surface, diminuant l'efficacité du produit en comparaison des ammonitrates (ions ammonium et ions nitrate) moins volatils.
12.52.0 : engrais solide riche en phosphore et doté d'un pouvoir acidifiant important grâce aux éléments qui le composent (acide phosphorique, azote ammoniacal). Engrais recommandé pour les cultures comme les céréales et en particulier le maïs exigeant en phosphore. Phosphore utile pour le développement racinaire en début de cycle.

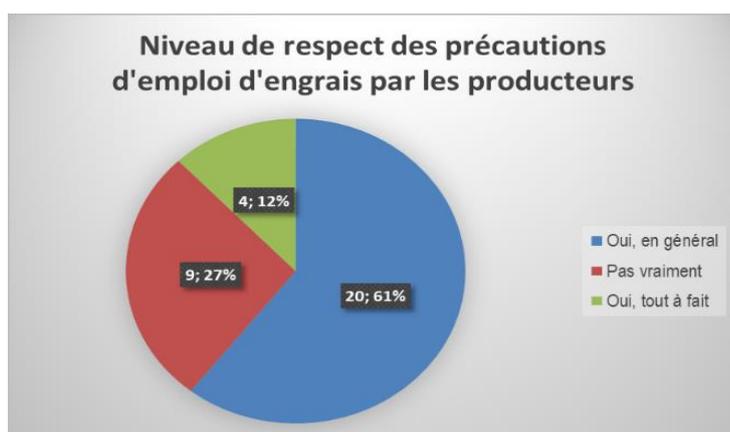
Tableau 21 : Caractéristiques des principaux engrais utilisés

Produit	Formule	Composants	Cibles premières et actions	Période d'épandage
MAP 12 52 00 (Nutagra, Timac Agro)	Solide, granulé	Acide phosphorique et azote ammoniacal	Céréales, maïs. Développement racinaire	Fertilisation de fonds ou au semis
15 15 15 (Timac Agro, Asmidal)	Solide, granulé	Azote nitrique, anhydride phosphorique et oxyde de potassium	Tous types de culture, formule équilibrée Développement des parties aériennes, racinaires et fleur-tubérisation	Engrais complet de fonds. Ensemble du cycle des plantes. Surtout en début et fin de cycle. 6-10 qx/ha
08 10 30 (Asmidal)	Solide, granulé	Azote ammoniacal, anhydride phosphorique, oxyde de potassium (Sulfate)	Pomme de terre Engrais complet. Action du phosphore de début-milieu de cycle, potassium surtout en fin de cycle	Engrais complet de fond, surtout 2-3 semaines avant ou pendant plantation, enfoui au niveau des racines. 9-10 qx/ha
Urée 46% (Nutagra)	Granulé	Urée sous forme uréique, se dégrade en azote ammoniacal puis azote nitrique	Plantes exigeantes en azote, plantes à feuille Démarrage des plants	Début de cycle pour développement des parties aériennes. A la volée ou enfouissement
12 12 18 (Profert, Nutagra, Agroservices)	Solide Granulé	Azote (ammoniacal et uréique), anhydride phosphorique, Oxyde de potassium (Sulfate) + composants selon formule (Soufre Profert, Nutagra)	Pomme de terre, pastèque, melon, piment, poivron, tomate. Développement des parties aériennes, racinaires et fleur-tubérisation	Engrais complet Peut être utilisé au semis et en couverture. 20 qx/ha Profert 12-15 qx/ha Nutagra
20 20 20 (Nutagra)	Cristaux solubles	Azote (ammoniacal, uréique et nitrique), anhydride phosphorique et oxyde de potassium + oligo-éléments : fer, zinc, manganèse, cuivre, bore	Cultures maraichères. Développement des parties aériennes, racinaires et fleur-tubérisation + correcteur de carence par les oligo-éléments.	Engrais complet Par pulvérisation foliaire ou fertigation. A tous les stades de la culture mais surtout au début de cycle 200-250 gr/ha

4.3.2 Gestion de la fertilisation minérale

Le MAP 12.52.0 est de loin le plus populaire, utilisé par la quasi-totalité des producteurs (32 sur 33). Cet engrais très riche en phosphore et épandu sur toute la parcelle est sans doute en partie perdu dans les sols le plus souvent filtrants et sableux, surtout lorsqu'il est épandu à la volée et donc en partie loin des racines. Le phosphore est sans doute excédentaire chez les 7 producteurs utilisant uniquement les fientes de volaille déjà riches en phosphore. Le phosphore excédentaire peut alors migrer rapidement dans les nappes phréatiques, surtout en irrigation excédentaire par pivot.

Seul 12% des producteurs respectent tout à fait les précautions d'usage (stockage, épandage et gestion des déchets) des engrais. La majorité déclare ne respecter que les consignes générales (Graphe 38). En ce qui concerne le devenir des emballages, 70% ne respectent qu'en partie les consignes, 27% ne les respectent pas et un seul producteur les respecte totalement.



Ces résultats ne sont pas favorables pour la santé humaine (effets des poussières, effets cutanés et des réactions chimiques volatiles) et pour l'environnement (plastique et résidus d'engrais).

Grappe 38 : Niveau de respect des précautions d'emploi d'engrais par les producteurs.

Le prix de l'engrais par quintal (Tableau 13) varie de 6500 dinars (Urée) à 13500 dinars (MAP 12.52.0). On note des différences de prix significatives pour la même composition, sans doute liée aux différentes formules commerciales entre les

firmes (Profert, Nutagra, Agroservices, Asmidal) et les marges pratiquées par les différents revendeurs.

Tableau 22 : Prix des engrais minéraux (Juin - Septembre 2021)

Prix des engrais par quintal en dinars			
Engrais	Prix moyen	Prix max	Prix min
MAP 12.52.0	13500	16 000	9500
15.15.15	10170	7000	13500
8.10.30	12600	16 000	10500
Urée	6500	7000	6000
12.12.18	12000	12500	11500
20.20.20	10000		

• Quantités d'engrais consommées en arrière-saison 2021

En moyenne, chaque producteur a épandu 120 quintaux d'engrais solides tout confondu, les extrêmes variant de 48 à 500 quintaux selon la surface irriguée de l'exploitation. Certains utilisaient aussi l'engrais liquide ou soluble en pulvérisation foliaire ou fertigation avec le 20.20.20, le potassium liquide, le 12.61.0, le 13.0.46, l'acide humique et le nitrate de calcium.

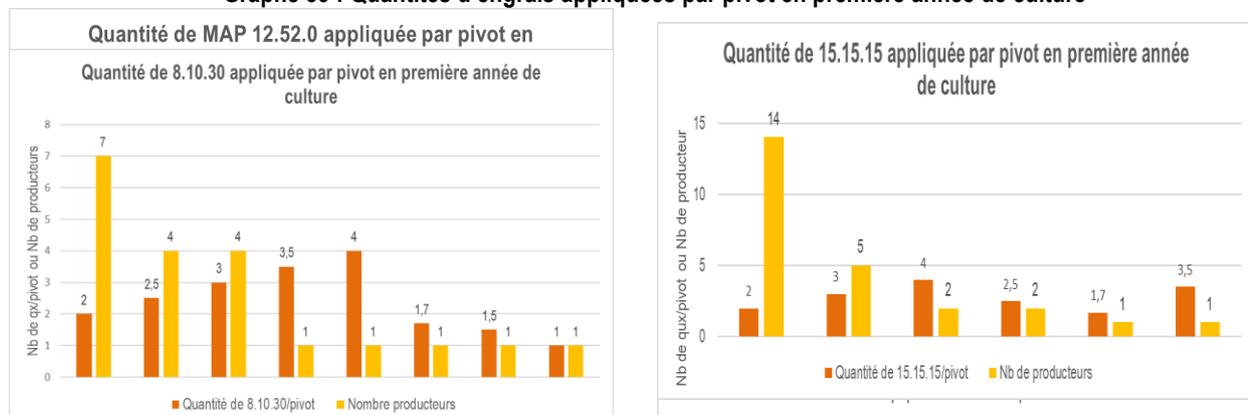
Les résultats indiquent donc une moyenne de 5,2 quintaux d'engrais minéral solide par pivot (6,5 qx/ha), dont 90% est composé de MAP 12.52.00, 15.15.15, 8.10.30 et urée. Si l'on s'en tient au pourcentage de produits actifs des formules commerciales utilisées, ces quantités d'engrais minéraux sont inférieures aux quantités théoriques pour la pomme de terre à l'hectare : 50 à 100 Kg d'azote ; 100 à 200 Kg d'acide phosphorique ; 100 à 250 Kg de potasse. Toutefois, avec l'apport de MO apportée en amendement de fond, les besoins sont largement couverts.

Les données qualitatives par type d'engrais montrent des grandes différences de pratiques entre les producteurs. Les différences de quantité par pivot et par type d'engrais viennent de différents facteurs : utilisation d'un ou de plusieurs engrais minéraux, nouvelles parcelles fertiles ou parcelles de deuxième ou troisième année, monoculture ou rotation, etc.

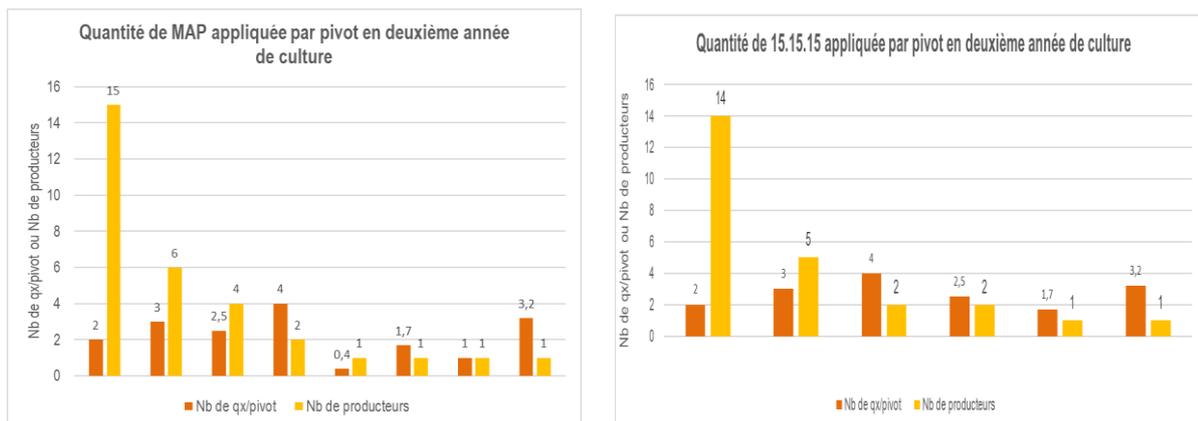
En première année de culture sur parcelle, pour le MAP 12.52.0, la norme la plus courante est l'application de 2 qx/pivot/saison mais les quantités varient de 0,4 qx (car autres engrais utilisés) à 4 quintaux. Pour le 15.15.15, la norme est également 2 qx par pivot mais les quantités varient de 1,7 à 3,5 qx. Pour les 8.10.30, les normes sont de 2 à 3 qx par pivot, avec des extrêmes de 1 à 4 qx/pivot. Pour l'urée, les quantités sont variables et l'échantillon est trop faible pour en tirer une tendance (Graphes 39).

En deuxième année sur la même parcelle, l'apport d'engrais minéraux reste relativement identique à la première année, comme le montre les graphiques pour le MAP 12.52.0 et le 15.15.15 (Grappe 47). Ce résultat confirme les réponses qualitatives de producteurs, qui appliquent les mêmes méthodes sur les deux premières années.

Grappe 39 : Quantités d'engrais appliquées par pivot en première année de culture



Graphe 40 : Quantités d'engrais appliquées par pivot en deuxième année de culture

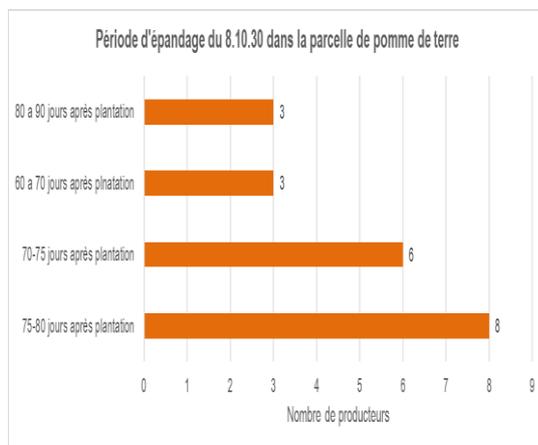
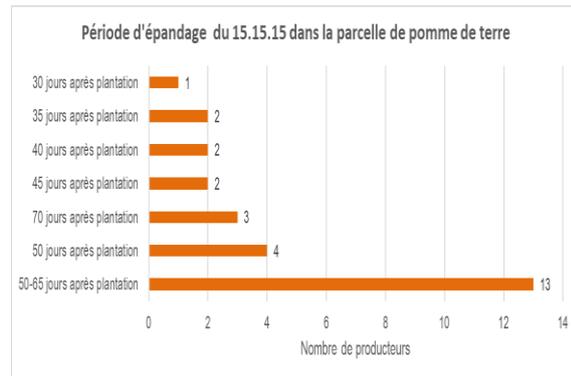
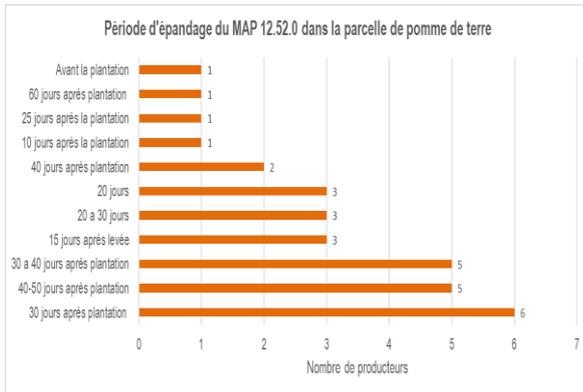


- Période d'épandage de l'engrais minéral

On constate que presque tous les engrais minéraux sont appliqués après la plantation, à différents stades du cycle de la pomme de terre. Tout semble indiquer que les producteurs basent leur stratégie de fertilisation avec un démarrage sur base organique, relayée et appuyée par des compléments minéraux apportés 20 à 90 jours après plantation selon le type d'engrais, le type de variété (niveau d'exigence de la variété) et son niveau de précocité et de son expérience et pratique propre. Globalement, pour le système pivot, le MAP 12.52.00 passe en premier, relayé par le 15.15.15 puis le 8.10.30.

Le MAP est en principe un engrais de fonds enfoui surtout au moment du semis, de manière à activer le développement racinaire (phosphore) et les parties aériennes (azote). A El Oued, il est surtout épandu après plantation (de 20 à 60 jours après plantation), et surtout entre le trentième et cinquantième jour (Graphe 41) L'épandage se passe manuellement à la volée. Si cette technique évite des surdosages en phosphore et en azote et sans doute des pertes verticales au début de la plantation (car les fientes de volailles enfouies avant plantation en sont riches), l'épandage de surface après plantation est moins efficace. En effet, en surface, la perte d'azote volatil et la réduction du rôle acidifiant de l'azote limite l'absorption de l'azote nitrique et du phosphore au niveau des racines. De plus, l'épandage à la volée sur un sol devenu un glacis lisse suite aux irrigations laisse beaucoup d'engrais loin des rangées et donc des racines. Un compromis plus écologique serait d'enfouir le MAP (de préférence sur les rangées) avant plantation pour tous les producteurs n'utilisant pas de fientes de volaille. Pour ceux utilisant les fientes de volaille, ne l'épandre qu'une seule fois au 30-35^{ème} jour, avant le relais par le 15 15 15, de préférence le long des rangées en les enfouissant (et donc en réduisant les doses), car la pomme de terre a beaucoup moins besoin de phosphore en fin de cycle. Ces recommandations visent à réduire la migration verticale du phosphore du MAP, l'engrais à la plus forte teneur en phosphore du marché.

Grphe 41 : Périodes d'épandage des engrais organiques



Les deux-tiers des producteurs épandent le 15.15.15 entre les jours 50-65 après plantation, le plus souvent en relais après le MAP 12.52.0. Certains l'épandent entre le jour 20 et le jour 40 de la plantation, ce qui n'est pas très utile pour ceux qui épandent déjà du MAP à cette période. En relais du MAP, l'épandage à la période 50-65 jours semble approprié. Son efficacité renforcée pour la culture viendrait d'un enfouissement le long des plans (diminution des quantités et effet d'absorption par les racines favorisé), mais à cette période, les plans sont développés et cette technique est peut-être difficile et longue manuellement. Que ce soit pour cet engrais minéral ou les autres épandus après la plantation, la question de la petite mécanisation avec enfouissement des engrais reste à creuser. De nombreux outils ont été adaptés par différents organismes comme la FAO.

Le 8.10.30 est un engrais de fonds riche en potassium qui favorise la tubérisation en fin de cycle de la pomme de terre. Tous les producteurs l'appliquent effectivement en fin de cycle, entre 60 et 90 jours après plantation et surtout après 70 jours. C'est un engrais de fond que les firmes préconisent pour enfouissement 2 à 3 semaines avant la plantation ou après la plantation. En raison de la sur-irrigation et de la texture filtrante des sols et de l'apport conséquent de MO avant plantation, il n'est pas utile de le mettre avant plantation. La période d'épandage pratiquée est appropriée aux besoins de la plante.

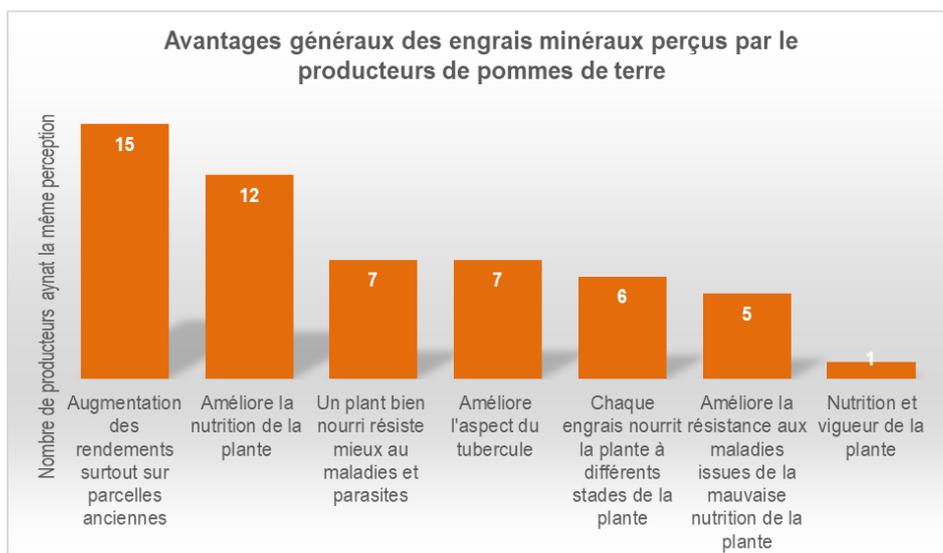
4.3.3 Avantages et inconvénients des engrais minéraux perçus par les producteurs de pommes de terre

Nous avons voulu savoir les perceptions des producteurs sur les avantages et les inconvénients à deux niveaux, en questionnement ouvert puis en semi-fermé. Le premier niveau visait à savoir si la dimension environnementale apparaît ou non spontanément, et sur quel segment environnemental. Le deuxième niveau focalise plus spécifiquement la question sur le thème environnemental, de manière à approfondir les réponses du premier niveau et éventuellement faire émerger d'autres dimensions environnementales. Les deux niveaux n'influençaient pas les sous thèmes comme l'écosystème, la biodiversité, la dégradation des sols, etc. de manière à suivre au plus près les observations, les priorités et les analyses des producteurs.

- Questions ouvertes en termes d'avantages et d'inconvénients des engrais minéraux

Au premier niveau de questions, les productions n'évoquent aucun avantage des engrais minéraux pour l'environnement. L'essentiel des sept catégories de réponses (Grphe 42) tournent principalement autour du meilleur rendement, de la vigueur et nutrition de la plante et de sa capacité à résister aux agressions.

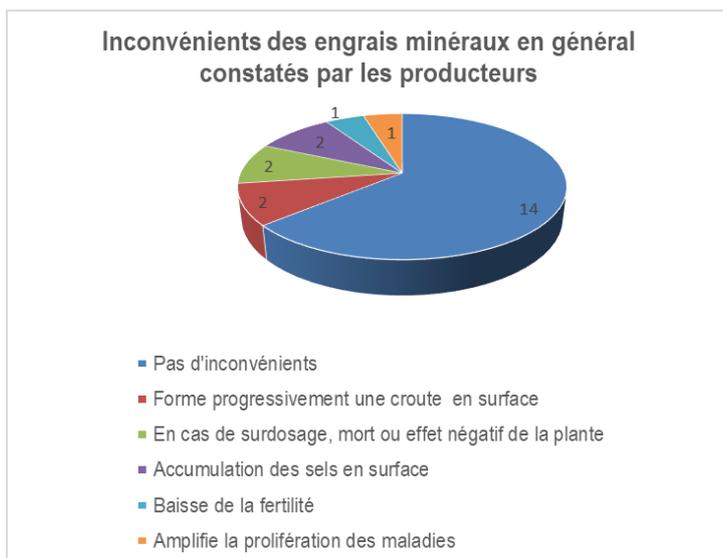
Graphe 42 : Avantages généraux des engrais minéraux perçus par les producteurs de pommes de terre



Les résultats désagrégés par type d'engrais (Tableau 22) confirment les avantages généraux perçus par les producteurs. Ils précisent que le rôle du MAP 12.52.0 est de développer le système racinaire (70% des producteurs), celui du 15.15.15 d'équilibrer le développement aérien et souterrain de la plante, celui du 8.10.30 de favoriser la tubérisation et celui de l'Urée de permettre un démarrage rapide du développement des tiges et feuilles.

Tableau 23 : Avantages des engrais minéraux perçus par les producteurs de pomme de terre

Avantages des engrais minéraux perçus par les producteurs de pomme de terre		
Type d'engrais	Type d'avantages	Nb de producteurs ayant donné la même perception
MAP 12.52.0	Développement des racines	23
15.15.15	Développement équilibré de la partie aérienne et souterraine de la plante	19
	Développement des tiges et feuilles	1
8.10.30	Développement des tubercules	15
Urée	Développement de la plante au démarrage	3
	Développement de la partie verte	3
	Développement des feuilles et racines	2
20.20.20	Développement équilibré des parties aériennes et souterraines de la plante	1
	Développement des tubercules	1
12.12.18	Développement des tiges et feuilles	1



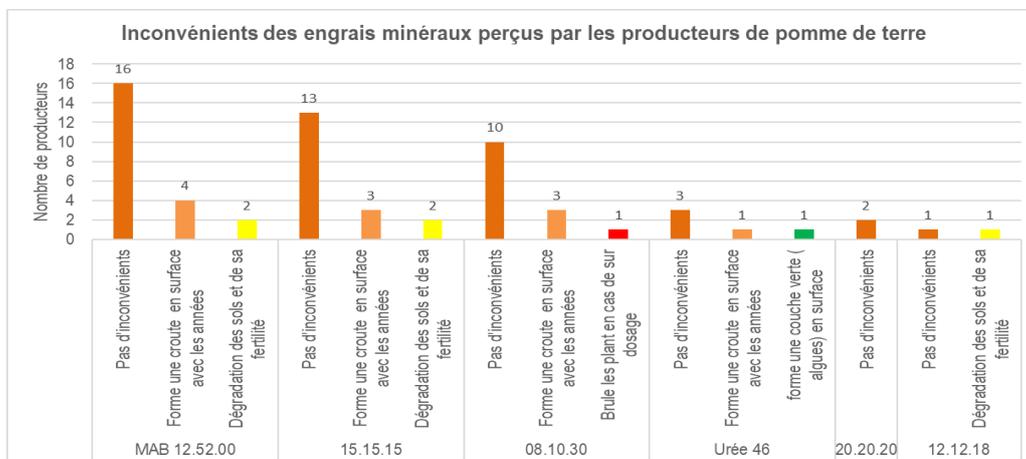
Sur 22 producteurs, les deux tiers ne perçoivent aucun inconvénient lié à l'utilisation des engrais minéraux (Grappe 43). Deux producteurs indiquent la formation de croûte en surface, issue de la concentration de sels apportés par les engrais et pris en masse sous l'effet de l'irrigation et de la chaleur. Deux autres producteurs confirment l'accumulation de sel en surface et un producteur indique la baisse de fertilité du sol. Les autres inconvénients rapportés sont liés à l'effet de l'engrais sur la pomme de terre.

Grappe 43 : Inconvénients des engrais minéraux constatés par les producteurs

Si globalement, peu de producteurs indiquent d'inconvénients liés à l'épandage d'engrais minéraux, il ressort tout de même, au niveau de quatre producteurs, l'effet croûte et accumulation de sel en surface des parcelles cultivées en pomme de terre, avec effet donc sur la structure et la fertilité du sol.

La désagrégation des résultats par type d'engrais n'apporte pas de précision supplémentaire. Elle confirme les perceptions générales quel que soit l'engrais : formation de croûte, dégradation du sol et de sa fertilité, et effet sur les plantes en cas de surdosage. Un producteur indique la formation d'une couche verte en surface liée à l'apport d'urée, qui ressemble à une sorte d'algue. (Grappe 44)

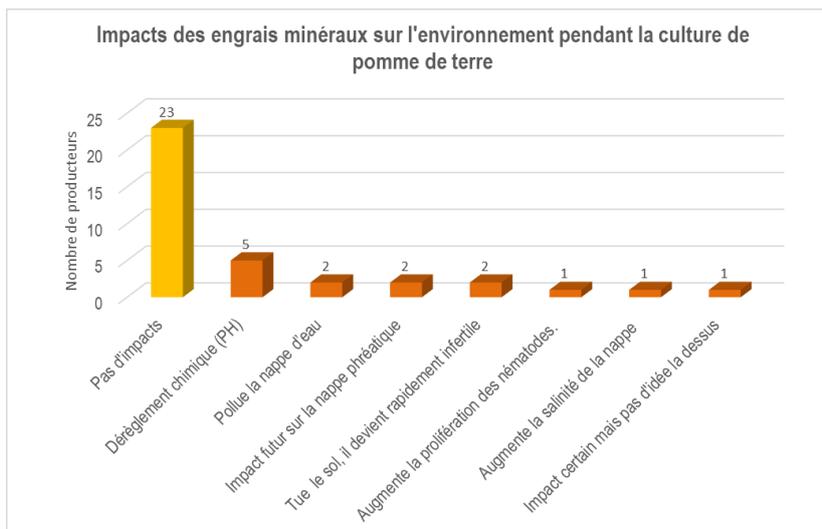
Grappe 44 : Inconvénients des engrais minéraux perçus par les producteurs de pomme de terre



- Questions semi-fermées de l'impact des engrais minéraux sur l'environnement

Même en passant par le questionnaire semi-fermé, 70% des producteurs n'ont observé aucun impact des engrais minéraux sur l'environnement. Cela confirme les constats précédents de la faible considération environnementale de la majorité des producteurs, puisque les autres, dans des conditions similaires, recense six catégories d'impacts (Grappe 45). Parmi ces six, trois concernent l'eau, deux concernent le sol et un concerne spécifiquement les nématodes.

Graphe 45 : Impacts des engrais minéraux sur l'environnement pendant la culture de pomme de terre



Pour ceux qui perçoivent des impacts, ceux-ci sont tous négatifs. Le dérèglement chimique arrive en tête des préoccupations quel que soit la zone. Il est attribué à l'effet des engrais, des sels et des réactions chimiques qui modifient le PH du sol.

Deux producteurs¹⁶ (zones sud et centre) qui cultivent sur les parcelles permanentes avec la pratique de jachère indiquent clairement que depuis cette dernière décennie, avec les proportions supérieures d'engrais minéraux apportés par rapport à la matière organique, le sol tend à se dégrader rapidement et à devenir infertile. Cette observation suggère sans doute non seulement une toxicité du sol par accumulation de sels apportés par les engrais, mais aussi peut être un effet cocktail des produits sur un sol fragile et naturellement pauvre en MO (faible effet tampon) ainsi qu'un déséquilibre écologique majeur des microorganismes (et macroorganismes) du sol. Nous ne disposons malheureusement pas d'étude et de suivi régulier sur ce sujet à El Oued. Toutefois, certains essais de rotation avec des plantes fourragères et des engrais verts sont actuellement programmés et testés pour tenter d'améliorer la structure et la fertilité de ces sols appauvris, car le système de jachère (1 à 3 ans) ne pourrait plus suffire à la rétablir, ou alors avec des durées de jachère beaucoup plus longues. Cela est confirmé par l'un des producteurs qui, pour solution actuelle, recherche de nouvelles parcelles non impactées par ce phénomène.

D'autres producteurs indiquent une pollution actuelle ou future des nappes phréatiques par les engrais minéraux. Toutefois, les producteurs n'ont pas fait réaliser d'analyse de sol sur les composants chimiques en dehors de la teneur en sel sodium. Nous n'avons pas non plus de résultats récents de suivi ou de recherche disponibles au niveau des zones de production de pomme de terre. Toutefois, il est vrai qu'entre les engrais organiques et minéraux, les fortes teneurs en phosphore (fientes de volaille et MAP 12.52.0 en particulier) et en azote nitrique (Fiente de volaille et Urée en particulier) facilement lessivable sur sol filtrant, les pollutions de nappes phréatiques les moins profondes sont probables.

Un producteur a observé le lien entre les engrais minéraux et les nématodes. Il indique que des plaques de culture jaune et peu dense dans les zones à nématode s'élargissent rapidement juste après l'application des engrais minéraux.

Les producteurs n'ont globalement pas constaté d'impact des engrais minéraux sur l'environnement sur les parcelles après la culture de pomme de terre, que ce soit sur les jachères ou les parcelles abandonnées.

La quasi-totalité (32 producteurs sur 33, soit 97%) disent ne pas penser à changer de pratique dans l'avenir proche en matière de gestion des engrais minéraux. Parmi ceux-ci, deux indiquent que c'est l'orientation vers le bio et l'exportation qui pourrait les faire changer d'avis. Le seul producteur¹⁷ déclarant vouloir changer ses pratiques indique qu'après des essais de 3 ans, il a constaté qu'il peut abandonner entièrement les engrais minéraux car il ne voit pas d'impact sur les rendements. Il a l'intention de faire 70 ha de goutte à goutte sans engrais chimique et économiser 600000 da.

¹⁶ L'un est grainetier et pratique aussi le goutte à goutte, et donc au courant des phénomènes agronomiques et déjà dans une dynamique de changement de pratique. Le deuxième est de formation supérieure, pratiquant à la fois la culture en système de jachère et en système itinérant.

¹⁷ Gros producteur, agriculteur historique et pluriactif de la zone nord, de condition aisée, ayant opté uniquement le goutte à goutte sur une surface de 50 ha avec surface en augmentation. Ce producteur d'avant-garde pourrait servir de personne ressource pour des visites d'échange pour les autres producteurs d'El Oued, autant pour la sensibilisation que pour informer les producteurs intéressés par le goutte à goutte et la réduction des coûts d'engrais organique.

5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1 La fertilisation organique et minérale sur palmiers-dattiers

5.1.1 Matière organique - conclusions

Même si le compost de fumier et un concept intégré agro-écologique serait préférable, l'utilisation de la matière organique est sans doute aujourd'hui le meilleur compromis environnemental et économique de la fertilisation du palmier commercial. L'apport organique dans un sol très minéral l'ameubli, accroît l'action des micro-organismes, sa capacité de rétention d'eau et de retenir les éléments fertilisants. Les pratiques actuelles sont en accord avec les besoins du palmier, sauf lorsqu'il y a surdosage de mélange ovin-volaille l'année de l'épandage. Même si l'enfouissement de la MO perturbe les équilibres écologiques, ce produit naturel a des effets temporaires et ne semble pas dégrader la structure de la terre de manière agressive.

- Utilisation généralisée et économique de la matière organique avec dominance fumier d'ovins.

Les 25 producteurs de notre échantillon utilisent de la matière organique. 80% d'entre eux utilisent le fumier d'ovin, 44% le fumier de bovins et 20% les fientes de volaille.

La pratique d'utilisation de matière organique est relativement standardisée et en accord avec les besoins du palmier, même si certains apportent des doses plus excessives de plus de 130 kilogrammes tous les deux ans. **En considérant un épandage moyen tous les 2,5 ans, le coût moyen annuel de matière organique est d'environ 950 dinars par palmier adulte en production.**

- L'apport en MO favorable à l'écosystème oasien malgré le manque de préoccupation environnemental des producteurs

Une minorité des producteurs de dattes se soucie spontanément de l'environnement et la majorité ne fait donc pas vraiment attention aux impacts environnementaux. **Toutefois, si l'on analyse ces résultats dans un cadre des écosystèmes oasiens (écosystèmes modifiés par l'homme), l'apport de matière organique est favorable à sa fertilité et au maintien de la structure du sol et de sa vie microbienne. L'augmentation de capacité de rétention d'eau agit indirectement sur l'efficacité de l'irrigation et donc sur une certaine réduction des quantités d'eau d'irrigation à fournir. On ne note pas de lien perçus entre l'apport de matière organique et la biodiversité.**

- Des excès temporaires probables (à vérifier) de nitrates et phosphore suite aux épandages, avec risques de pollution de nappes alluviales peu profondes en sol sableux avec l'irrigation en submersion.

Les producteurs qui utilisent la fiente de volaille mélangée à du fumier d'ovin ont sans doute des excès d'azote et de phosphore en début de cycle, ces deux matières organiques étant riches pour ces deux éléments. En sol sableux filtrant, cet excès peut provoquer des déséquilibres chimiques passagers et des migrations verticales par lixiviation avec éventuellement des pollutions de nappes phréatiques peu profondes, surtout dans la zone Est. Toutefois, le risque reste faible car les sols de la zone est sont plutôt limoneux sur les bordures de l'Ouest Biskra (Sidi Okba) ou les zones de Ain Naga et Mziraa, ou argileux comme dans la palmeraie de El Haouch.

En zone ouest, le risque de pollution des nappes en nitrate et phosphore par l'apport de matière organique est également possible sur les sols à texture sableuse, en particulier pour ceux qui irriguent en submersion et en pompant dans des nappes phréatiques peu profondes. Cette situation est mineure, elle existe potentiellement chez deux producteurs pompant dans des nappes à niveau piézométrique inférieur à 37 mètres et irrigant en submersion dans les communes de Ouled Djelal et de Sidi Khaled.

5.1.2 Recommandations

- Le fumier d'ovin ou le mélange ovin-bovin est conseillé en fumure de fond pour le palmier en production.
- Dans les conditions de Biskra, le fumier d'ovin enfoui dans le sol de surface (Topsoil) et le fumier de bovin en surface permet à la fois de limiter les pertes aériennes d'azote du fumier d'ovin, de rendre rapidement disponible le phosphore en début de cycle pour le palmier, et d'assurer un mulch humique de surface avec dégradation plus lente du fumier de bovins.

- Si les quantités de matière organique apportées sont globalement correctes, le mélange de MO ovin et fiente de volaille est déconseillé en sol perméable, lorsque l'irrigation est en submersion et que le niveau piézométrique de la nappe phréatique est peu profond. Dans ces conditions, le fumier d'ovin ou de bovin seul, ou le 2/3 bovin 1/3 volaille est conseillé pour éviter les pertes en nitrate et phosphore lors des années d'épandage de la matière organique. Dans les mêmes conditions, l'apport fragmenté de fiente de volaille chaque année pour les jeunes rejets (ou éventuellement sur palmier avant et après pollinisation) est conseillé pour éviter les surdosages d'azote et de phosphore en une seule fois et pour que les rejets bénéficient plus régulièrement des effets azote et phosphore pour le début de croissance.
- Favoriser une gestion appropriée d'apport organique de fond plutôt que les engrais minéraux dans les zones ayant tendance à se saliniser.
- Préparer et organiser une campagne de vulgarisation sur la gestion de la matière organique auprès des agriculteurs, sur les effets positifs sur la fertilité et structure du sol, la rétention d'eau et l'effet tampon de température.
- Favoriser les circuits courts d'achat-vente de matière organique.

5.1.3 Engrais minéral - conclusions

La majorité des producteurs de dattes des zones ouest et est des Zibans utilise les engrais minéraux. En moyenne, chaque producteur gère sa fertilisation minérale avec 1,5 type d'engrais. Les deux engrais les plus utilisés sont l'urée (68% des producteurs de notre échantillon) et l'engrais composé 15.15.15 (52% des producteurs). Les autres formules sont plutôt anecdotiques (TSP, 24.36.0, 50.12.0, 0.20.25 et 20.20.25), utilisés par moins de 10% des producteurs.

Les doses et fréquences restent dans les normes basses de fertilisation, les producteurs privilégiant la fumure organique comme fumure de fond. Dans les conditions actuelles de fertilisation, il y a peu de risques de contamination agressives des ressources naturelles, à part dans les rares cas d'apport simultanée de fientes de volaille (riche en azote et phosphore) et d'urée ou 24.36.0 en début de cycle, avec fort risque de déséquilibre écologique du sol et pertes de nitrates (Urée et 24.36.0) et phosphore (24.36.0) dans le sol ou éventuellement dans les nappes alluviales peu profondes. Les autres engrais étant apportés plus tard dans le cycle du palmier, les risques écologiques sont ensuite considérés comme minimes. Comme déjà analysé dans la stratégie de production des ménages, la gestion de l'irrigation et de la matière organique, les producteurs ne montrent pas non plus de conscience écologique dans la gestion de la fertilisation minérale. Ils considèrent le sol comme un simple support à la production de dattes sans se soucier des éléments eau et biodiversité (souterraine et de surface). Quelques rares producteurs indiquent la salinisation des sols par l'apport d'urée et la toxicité probable des engrais sur la faune du sol.

5.1.4 Recommandations

- Plus de sensibilisation des grainetiers et des producteurs sur les impacts et risques environnementaux des engrais minéraux sur des écosystèmes fragiles et la santé humaine.
- De manière générale, en matière environnementale, favoriser l'utilisation de la matière organique plutôt que l'engrais minéral, dont les impacts négatifs sur la structure et la salinisation des sols s'additionnent à ceux de l'accumulation de sel venu des eaux d'irrigation.
- Gérer l'ensemble MO et engrais minéraux en faisant attention à l'excès d'azote et de phosphore, surtout en année d'épandage de la MO (cumule des éléments entre fiente de volaille + Ovin + 50.12.0 + Urée + 24.36.0), en raison du risque élevé de lessivage et de pollution des sols et des nappes aux nitrates et phosphore.
- En année d'épandage du fumier d'ovin et de fiente, ne pas utiliser ou peu utiliser les engrais minéraux Urée, 50.12.0 et 24.36.0, et seulement à partir du mois de mars.

5.2 La fertilisation organique et minérale sur piments

5.2.1 Matière organique - conclusions

D'après les producteurs de notre échantillon, tous les producteurs de piment de la région utilisent de la matière organique et donnent priorité à la fumure de fond organique issue des ovins et des volailles. On note que 96% d'entre eux utilisent le fumier d'ovin et 60% des fientes de volailles avec une répartition relativement équitable entre fientes de poule pondeuse et fiente de poulet de chair. Le fumier de bovin est peu populaire sur piment, uniquement deux producteurs l'utilisant.

On constate plusieurs cas de figures entre ceux qui n'utilisent que le fumier d'ovins (11), ceux qui utilisent ovin-fiente de poule pondeuse (6), ovin-fiente de poulet de chair (5), Ovin, fientes de pondeuse et poulet de chair (1), bovin – fiente de poulet de chair (1) et bovin – fiente de poulet de chair et pondeuse (1). Le fumier d'ovin domine donc largement, avec une estimation de 75% à 80% du volume de matière organique apporté sur piment.

42% des avantages perçus par les producteurs indiquent des actions directement bénéfiques pour la croissance et le développement du piment, 32% pour la structure et qualité du sol 26% pour la capacité de la matière organique de retenir l'eau. **L'apport de matière organique apporterait des actions bénéfiques sur la ressource sol** (fertilité, capacité à diminuer l'effet du sel), **sur la ressource eau** (capacité de la matière organique à retenir l'eau et donc en principe de permettre la réduction de l'irrigation).

Avec une moyenne de 54 tonnes/ha de fumier d'ovin ou de 49 tonnes/ha de mélange 2/3 ovin et 1/3 volaille, les producteurs sont environ à 50% au-dessus des normes hautes préconisées (35 tonnes/ha). Cette surutilisation en sol sableux très pauvre en matière organique n'est pas très grave en tant que tel. Ce qui est plus inquiétant, c'est que ces doses sont en général incorporées le long des lignes de plantation, ce qui double ou triple les dosages au niveau des plants, ce qui revient à un épandage très excessif. Cet excès est encore accentué par environ la moitié des producteurs qui épandent des doses au-dessus de la moyenne, jusqu'à des doses/ha dix fois supérieure aux doses préconisées et 20 fois au niveau des plants.

L'enfouissement permet de mettre la MO plus proche des racines, de limiter son lessivage par ruissellement lors des irrigations, d'accroître sa bio décomposition et de limiter les pertes ammoniacales aériennes. Cela permet aussi d'accroître le phénomène acidifiant qui facilite l'absorption des minéraux par la plante. L'incorporation de la MO dans le sol favorise la décomposition grâce aux microorganismes du sol responsables de sa minéralisation qui permet l'absorption des minéraux par les racines du piment. L'incorporation limite aussi la déperdition de l'azote volatil et donc rend plus efficace la fertilisation.

Toutes ces actions peuvent être positives si l'apport de la matière organique est bien géré, mais elle peut devenir négative dans le cas contraire. En effet, si les doses enfouies dépassent les doses recommandées, que le fumier et frais et/ou que l'épandage se passe moins de trois semaines avant le repiquage, les effets acidifiants sont trop forts, l'équilibre écologique n'est pas stabilisé dans le sol et les racines risquent de « brûler ». Dans ces conditions, une bonne partie des minéraux peuvent être perdus par lixiviation. De plus, l'enfouissement accélère la bio décomposition et limite l'effet fertilisant dans la durée, contrairement à l'épandage de surface dont la minéralisation est plus progressive et apporte un mulch humique ou l'effet « litière » utilisée en permaculture, qui favorise la structuration progressive du sol de surface (Topsoil) par l'action des microorganismes, évite les phénomènes de compaction et tamponne les effets du climat (pluies, écarts de température). A l'inverse, la MO épandue en surface nécessite plus de temps pour leur décomposition. D'autre part, elle est en partie emportée par les vents forts et les ruissellements lors des irrigations par submersion, en particulier à la rangée, diminuant ainsi l'homogénéité de la fertilisation.

Clairement, c'est l'importation d'adventices venues avec le fumier d'ovin qui constitue l'inconvénient majeur chez les producteurs. Viennent ensuite les situations de brûlure de plants, liées sans doute à l'apport trop tardif de fumier d'ovin et de fientes de volailles, trop conséquents ou trop jeune. Pour le fumier d'ovin, certains regrettent la minéralisation lente par rapport à celle des fientes de poulet. Pour les fientes de volailles, deux inconvénients partagés par environ la moitié des utilisateurs sont son effet trop acidifiant pour les jeunes plants et compactant pour le sol. En termes de biodiversité, certains observent la prolifération de mouches et de vers de terre avec l'apport de fiente de volaille.

5.2.2 Recommandations en culture d'arrière-saison

- Une quantité de 900 à 1000 kg de matière organique par serre et par saison le long des lignes de plantation suffit pour une fertilisation organique efficace et limiter les pertes par lixiviation et ruissellement.
- Le fumier sec ou composté $\frac{3}{4}$ ovin et $\frac{1}{4}$ volaille est conseillé en fumure de fond pour le piment, uniquement sur la ligne de plantation d'une largeur de 30 cm. L'enfouissement est à prévoir au moins 3 semaines à l'avance,

avec 2 irrigations préliminaires avant plantation pour activer le processus de décomposition et éviter les phénomènes de brûlure. Cette formule évite la salinisation supplémentaire par les engrais minéraux et limite les déséquilibres écologiques du sol.

- Avant le paillage et la plantation, épandage d'une fine couche de fumier d'ovin sec en surface le long de la ligne de plantation pour assurer un mulch humique et une dégradation plus lente ; Cela limite la fertigation minérale en milieu de cycle du piment et permet une protection thermique du plan en période fraîche.
- Pas d'engrais minéral supplémentaire avec ce mélange car il assure les besoins en azote et en phosphore pour le développement racinaire et la croissance végétale. En cas d'apport de fumier d'ovin ou bovin uniquement, un engrais minéral phosphoré et azoté peut être mélangé en fumure de fond, en petite quantité complémentaire du phosphore et de l'azote apportés par la matière organique.
- Si possible, une fertigation organique liquide de fiente de volaille au stade floraison, à combiner avec un engrais phosphaté complémentaire qui se prolonge ensuite pendant la période de fructification et récolte.
- Favoriser la vulgarisation d'une gestion appropriée d'apport organique de fond plutôt que les engrais minéraux dans les zones ayant tendance à se saliniser.
- Préparer et organiser une campagne de vulgarisation sur la gestion de la matière organique auprès des agriculteurs, sur les effets positifs sur la fertilité et structure du sol, la rétention d'eau et l'effet tampon de température.
- Favoriser les circuits courts d'achat-vente de matière organique.

5.2.3 Engrais minéral - conclusions

Tous les producteurs de notre échantillon utilisent des engrais minéraux selon 18 formules. Un peu plus d'un tiers d'entre eux se fait conseiller par un grainetier, les autres producteurs choisissent leurs engrais par expérience.

En moyenne, chaque producteur gère sa fertilisation minérale avec 2,6 types d'engrais (1 à 4 engrais selon les producteurs). On note 3 producteurs utilisant un engrais, 9 avec 2 engrais, 3 avec engrais et 4 avec 4 engrais. Les trois engrais les plus utilisés sont l'urée 46% (72% des producteurs de notre échantillon) et les engrais composés 20.20.20 et 15.15.15 (56% et 52% des producteurs respectivement). En dehors de la formule composée 16.8.24, de l'Humistar et du 27.27.27 utilisés chaque par au moins deux producteurs, les autres formules sont utilisées chacun par un seul producteur et donc plutôt anecdotiques

Une fertilisation minérale peu standardisée. Pour les trois engrais les plus courants utilisés par les producteurs, on trouve des variations de 1 à 30 pour l'urée, de 1 à 10 pour le 20.20.20 et de 1 à 50 pour le 15.15.15.

Les producteurs effectuent des surdosages de fertilisation minérale, dont les effets s'accumulent à l'apport de matière organique, ce qui rend la gestion inefficace et impactant négativement l'environnement, en particulier perte par lixiviation et ruissellement, déséquilibre chimique et écologique des sols, salinisation et compactage du sol. De plus, ces surdosages affectent les plants pour les deux tiers à trois-quarts des producteurs, ce qui confirme les surdosages, surtout en début de cycle.

A la question spécifiquement ciblée sur les impacts environnementaux, plus d'un tiers des producteurs ne savent pas ou n'ont globalement observé aucun impact des engrais minéraux sur l'environnement lors de la période de culture du piment. En moyenne, sur l'ensemble de l'échantillon, chaque producteur mentionne un seul impact. Cela confirme les constats précédents de la faible considération environnementale de la majorité des producteurs.

Les autres producteurs mentionnent un cumul de huit catégories d'impacts, dont sept sont négatifs : salinisation du sol par l'effet de l'irrigation (32% des producteurs), diminution de la qualité du piment (12%), santé humaine (12%), compactage du sol (12%), pollution du sol (8%), disparition de la faune du sol (4%) et réchauffement de l'air par les serres (4%). Le seul impact perçu positivement est la meilleure fertilité du sol (16% des producteurs). Si l'on fait des regroupements, les principaux impacts de l'utilisation des engrais minéraux sont observés sur le sol (50% des types d'impacts et 68% des réponses), suivis par la qualité du produit et la santé humaine. L'impact perçu sur la biodiversité reste marginal.

Sur les parcelles abandonnées après les cultures ou laissées en jachères après deux ou trois années de culture, 44% n'observent pas d'impact particulier ou ne savent pas. En revanche, 48% des producteurs constatent que le sol reste compacté, ce qui nécessite pour certains le passage de la sous-soleuse avant de reprendre la culture sur ces parcelles. Quelques agriculteurs indiquent que le sol reste salé ou pollué. Pour moins de 10%, l'impact après culture touche la pollution de l'eau ou de l'air.

5.2.4 Recommandations

- Effectuer plusieurs campagnes de vulgarisation auprès des producteurs pour qu'ils sachent gérer la fertilisation minérale (NPK) en fonction des besoins de la plante le long de son cycle, en lien et calculé avec les apports NPK de la matière organique.
- Effectuer des campagnes régulières de sensibilisation des producteurs et des grainetiers sur les précautions d'emploi des engrais minéraux sur la santé humaine et l'environnement.
- Donner priorité à la matière organique de mélange Ovin-volaille de manière à éviter l'introduction d'urée et d'engrais phosphoré en fumure de fond, qui n'apporte rien de plus et contrecarre l'efficacité de la matière organique (saturation du complexe argilo-humique).
- Eviter d'apporter deux engrais sans effet complémentaire comme le 15.15.15 et le 20.20.20.
- Plus de sensibilisation des grainetiers et des producteurs sur les impacts et risques environnementaux des engrais minéraux sur des écosystèmes fragiles et la santé humaine.
- De manière générale, en matière environnementale, favoriser l'utilisation de la matière organique plutôt que l'engrais minéral, dont les impacts négatifs sur la structure et la salinisation des sols s'additionnent à ceux de l'accumulation de sel venu des eaux d'irrigation.
- Favoriser la fertigation localisée plutôt que l'épandage d'engrais solide, d'autant plus que le paillage limite l'effet utile au niveau des racines.

5.3 La fertilisation organique et minérale sur pommes de terre

5.3.1 Matière organique - conclusions

Même si le compost de fumier et un concept intégré agro-écologique serait préférable, l'utilisation de la matière organique dans une logique minière encore actuelle des producteurs est sans doute aujourd'hui le meilleur compromis environnemental et économique de la fertilisation de la pomme de terre commerciale. L'apport organique dans un sol très minéral l'ameublit, accroît l'action des micro-organismes, sa capacité de rétention d'eau et de retenir les éléments fertilisants. L'approche empirique d'essais d'efficacité des mélanges organiques pratiqués par les producteurs pourrait être mieux accompagnée par les résultats de la recherche suivis d'une vulgarisation, pour limiter les phénomènes d'excès, de pollution de sol et d'eau. Les pratiques actuelles semblent provoquer un surdosage en azote et en phosphore en début de cycle de pomme de terre, avec des risques très probables de migration verticale des nitrates et du phosphore. Même si l'enfouissement de la MO perturbe les équilibres écologiques, ce produit naturel a des effets temporaires et ne semble pas dégrader la structure de la terre de manière agressive. Les producteurs affirment que le sol et sa couverture végétale redevient comme avant 2 à 4 ans après l'abandon des parcelles. Les adventices apportées par le fumier ne donnent pas signe, après 20 ans de culture, de développement de plantes invasives.

- Tous les producteurs utilisent de la matière organique pour fertiliser les parcelles, à raison de 50 m³ de matière organique par ha, ce qui correspond à 35 tonnes équivalent fumier de bovin, ou 27 tonnes équivalent fumier d'ovin et 25 tonnes de fientes de volailles. Ces quantités sont relativement comparables aux normes internationales.
- Les producteurs favorisent le mélange de fientes de volailles et le fumier d'ovins, épandus avant plantation. Cet apport est essentiel pour la culture commerciale de pomme de terre. On note toutefois un surdosage probable en azote et en phosphore en début de cycle et une forte probabilité de lessivage vertical de nitrate et phosphore, surtout en sol sableux, pour ceux qui utilisent surtout la fiente et qui pratique la sur-irrigation en système de pivot.
- L'épandage se fait en moyenne 6,3 jours avant la plantation, avec des variations de 1 à 15 jours selon les producteurs. Un quart (8) des producteurs apporte une deuxième dose de matière organique en surface, entre un demi et un camion de fientes de volailles par pivot 30 à 50 jours après la plantation.
- Les principaux inconvénients de l'apport de MO par les producteurs se résument en majorité en l'apport d'adventices venues avec les fumiers non compostés d'ovins et de bovins, avec pour conséquence le désherbage manuel et chimique qui accroît les coûts de production. Les adventices apportées par le fumier ne résistent pas aux conditions climatiques d'El Oued sans irrigation, ce qui ne provoque pas d'effet de plantes invasives sur le territoire.

- Les producteurs constatent que la terre reste plus longtemps fertile et structurée avec le seul apport de MO, contrairement aux terres qui reçoivent aussi des engrais minéraux.
- Avec une moyenne de 46 camions (20 m³) de MO venus des wilayas du nord par saison et par producteur, le coût carbone des milliers de camions se rendant à El Oued est considérable. La gêne provoquée par les mouches est souvent évoquée.

5.3.2 **Recommandations**

- Epandre la matière organique entre au moins 15 jours avant la plantation des pommes de terre, de manière à éviter les brûlures azotées et se conformer aux normes internationales en matière de consommation (120 jours minimum entre l'apport de matière organique et la consommation).
- Réduire la proportion de fiente de volaille avant plantation à un maximum d'un tiers du volume global de MO pour limiter les pertes en nitrates et en phosphore pouvant polluer sol et nappe.
- Pour ceux irriguant en goutte à goutte, réduire de moitié/tiers le volume de matière organique et l'appliquer sur la rangée, avec un maximum de ¼ en fientes de volaille. Compenser avec de l'azote de début de cycle en fertigation pour éviter la pollution au phosphore apporté par trop de fientes de volaille.
- Pour ceux s'orientant vers la culture biologique ou l'exportation, s'orienter vers la matière organique compostée et certifiée de manière à limiter la pollution nitrique et le désherbage (surtout chimique). L'unité de compostage local pourrait aussi associer un concept intégré d'économie circulaire qui servirait de modèle dans l'objectif de la durabilité de la filière.
- Favoriser les économies familiales pomme de terre – autres cultures de rotation et élevage ovin, de manière à produire une partie de la MO sur place.
- Vulgariser de manière régulière la gestion de MO optimum auprès des producteurs, basés sur les résultats de recherche locale ou dans des conditions agro-climatiques similaires.
- Voir la faisabilité d'organiser une centrale de collecte et de transport de la matière organique en saison favorable pour diminuer le coût et éventuellement le coupler avec une unité de compostage à El Oued pour l'orientation bio et exportation.