

## **Caractérisation et potentialité agronomique des PRO de la localité de Malem Hodar**

Les résultats des analyses de paramètres physico-chimiques des PRO déterminés dans le cadre de cette étude sont rapportés dans le tableau 12. Des paramètres globaux relatifs aux quantités de matière sèche (MS) et de matière organique (MO) contenus dans les PRO sont exprimés en kg/t. La teneur en macroéléments des PRO (carbone, azote, phosphore et potassium) et en microéléments (fer et zinc) des PRO varie en fonction du type de fumier et s'exprime en kg/t de MF. On constate que la fiente de volaille a la plus grande teneur en carbone, azote, phosphore et potassium par rapport aux autres fumiers. La litière utilisée pour le support des poules est laissée dans les poulaillers durant une année avant d'être raclée, ce qui favorise sa décomposition totale. La teneur la plus importante en fer et zinc se trouve dans les fumiers des équins. Les contenus de panse sont les PRO les plus pauvres en azote comparés aux fumiers des autres animaux. Tous les PRO ont des teneurs en fer et en zinc inférieur aux seuils réglementaires en vigueur par la norme NF U44-051, pour les fumiers et les composts. Les pH et les rapports C/N des différents types de PRO sont représentés dans le tableau 13. Le pH varie entre 6,97 et 8,27 et le C/N de 9,76 à 22,11. Les fumiers de bovins, d'ovins, de caprins, de la volaille et les contenus de panse ont tous un rapport C/N inférieur à 15. Ces matières organiques fertilisantes, avec un rapport C/N < 15 libèrent des nitrates en quelques jours après épandage. Les fumiers des équins et asins ont tous les un rapport C/N supérieur 15. Ces fumiers peuvent causer une immobilisation temporaire de l'azote et mettre plusieurs semaines avant de libérer des nitrates dans le sol. Cela peut être lié à la quantité importante de litière qui se trouve dans les fumiers d'équins et d'asins.

Tableau 12 : Caractéristique physico-chimique des PRO de la localité de Malem Hodar.

		<b>MS</b> <b>(kg/t)</b>	<b>MO</b> <b>(kg/t)</b>	<b>Ct</b> <b>(kg/t)</b>	<b>Nt</b> <b>(kg/t)</b>	<b>P</b> <b>(kg/t)</b>	<b>K</b> <b>(kg/t)</b>	<b>Fe</b> <b>(kg/t)</b>	<b>Zn</b> <b>(kg/t)</b>
Fumier bovin	Moyenne	<b>266,57</b>	<b>66,10</b>	<b>30,78</b>	<b>2,39</b>	<b>0,62</b>	<b>0,82</b>	<b>1,27</b>	<b>0,01</b>
	Médiane	290,81	50,86	21,12	1,91	0,54	0,65	1,13	0,01
	Min	213,01	40,49	16,88	1,46	0,40	0,34	0,91	0,01
	Max	295,88	106,95	54,34	3,81	0,92	1,46	1,77	0,01
	Ecart-type	46,448	35,756	20,513	1,250	0,268	0,577	0,447	0,004
Fumier ovin	Moyenne	<b>749,94</b>	<b>267,13</b>	<b>116,90</b>	<b>9,12</b>	<b>1,52</b>	<b>8,05</b>	<b>3,12</b>	<b>0,03</b>
	Médiane	840,91	289,80	138,53	9,95	1,47	7,31	2,92	0,02
	Min	459,45	112,32	44,00	4,74	0,46	4,66	1,18	0,01
	Max	949,46	399,26	168,18	12,66	2,63	12,18	5,26	0,06
	Ecart-type	257,360	144,806	64,855	4,022	1,085	3,814	2,045	0,026
Fumier caprin	Moyenne	<b>590,26</b>	<b>61,18</b>	<b>23,58</b>	<b>2,42</b>	<b>0,51</b>	<b>0,89</b>	<b>3,19</b>	<b>0,02</b>
	Médiane	741,92	59,61	21,45	2,40	0,56	0,70	4,02	0,01
	Min	228,67	57,92	20,68	2,00	0,35	0,57	1,27	0,01
	Max	800,20	66,01	28,62	2,86	0,61	1,41	4,27	0,03
	Ecart-type	314,501	4,267	4,381	0,432	0,138	0,450	1,668	0,011
Fumier équin	Moyenne	<b>721,43</b>	<b>174,99</b>	<b>77,18</b>	<b>4,77</b>	<b>1,11</b>	<b>3,44</b>	<b>4,29</b>	<b>0,03</b>
	Médiane	727,14	176,89	74,44	4,80	0,99	3,50	4,05	0,02
	Min	647,89	169,29	71,70	4,50	0,93	2,66	3,67	0,02
	Max	789,27	178,79	85,39	5,02	1,40	4,16	5,15	0,05
	Ecart-type	70,866	5,029	7,243	0,260	0,257	0,752	0,770	0,017
Fumier asin	Moyenne	<b>576,66</b>	<b>195,38</b>	<b>87,54</b>	<b>4,07</b>	<b>0,74</b>	<b>1,45</b>	<b>3,56</b>	<b>0,02</b>
	Médiane	540,20	192,96	79,11	4,25	0,64	1,00	4,19	0,02
	Min	530,35	163,95	75,51	3,51	0,60	0,98	1,99	0,02
	Max	656,44	229,25	108,00	4,45	0,99	2,37	4,51	0,02
	Ecart-type	70,127	32,717	17,812	0,498	0,214	0,799	1,375	0,002
Fiente Volailles	Moyenne	<b>744,89</b>	<b>543,66</b>	<b>225,89</b>	<b>20,70</b>	<b>6,05</b>	<b>12,99</b>	<b>1,06</b>	<b>0,152</b>
Contenus panse	Moyenne	<b>291,29</b>	<b>64,35</b>	<b>26,26</b>	<b>1,96</b>	<b>1,26</b>	<b>1,21</b>	<b>1,23</b>	<b>0,010</b>

Tableau 13 : Paramètres physico-chimiques des PRO

	Fumier bovins	Fumier Ovins	Fumier Caprins	Fumier Equins	Fumier Asins	Fiente volailles	Contenus panse
pH	7,98	8,27	7,9	8	8,03	6,97	8,17
C/N	12,29	12,16	9,76	16,15	22,11	10,91	13,37

La figure 18 représente les rendements en matière organique des PRO de la localité de Malem Hodar. Elle montre que la fiente de volaille a le plus grand rendement en matière organique par rapport aux autres types de fumier, suivit du fumier d'ovin et d'asin qui ont tous un rendement supérieur ou égal 200 kg/t. Les contenus de panse, les fumiers de bovin et de caprin ont les plus faibles rendements en matière organique.

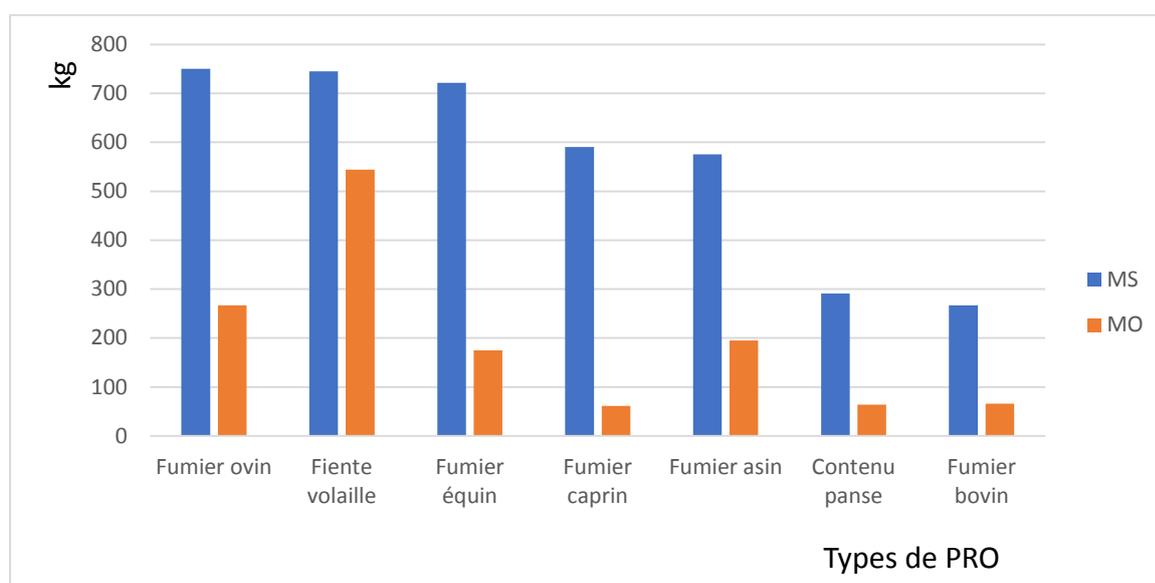


Figure 16 : Teneur en matière organique des PRO de la localité de Malem Hodar

### 3.5.1 Potentiel agronomique des PRO du village de Mbarokounda et de la localité de Malem Hodar

Le tableau 14 représente le potentiel agronomique en N, P et K des PRO issus de l'élevage et contenus de panse du village de Mbarokounda et de la localité de Malem Hodar.

Tableau 14 : Potentiel agronomique des PRO du village de Mbarokounda et de la localité de Malem Hodar

	Mbarokounda			Localité de Malem Hodar		
	Nt (kg)	P (kg)	K (kg)	Nt (kg)	P (kg)	K (kg)
Fumier bovin	1 070	278	365	5 958	1 548	2 034
Fumier ovin	55	9	48	301	50	266
Fumier caprin	19	4	7,15	172	36	63
Fumier équin	1 654	409	1 274	5 391	1 334	4 151
Fumier asin	110	20	39	362	66	129
Fiente volaille	0	0	0	166	48	104
Contenu panse	0	0	0	104	67	64
<b>Total PA</b>	<b>2 908</b>	<b>720</b>	<b>1 734</b>	<b>12 453</b>	<b>3 149</b>	<b>6 811</b>

L'analyse du tableau 14 montre que le fumier d'équin a le plus fort potentiel agronomique en N, P et K dans le village de Mbarokounda ainsi que dans la localité de Malem Hodar. Dans le village de Mbarokounda, les potentiels agronomiques des PRO en N, P et K sont respectivement estimés à 2 908 kg, 720 kg et 1 733 kg. Le potentiel agronomique total de la localité de Malem Hodar est estimé à 12 453 kg en N, à 3 149 kg en P et à 6 811 kg en K.

### 3.5.2 Potentiel de biofortification en fer et zinc des PRO du Village de Mbarokounda et de la localité de Malem Hodar

L'application de l'équation 14 aux gisements mobilisables des PRO pour la fertilisation nous a permis d'estimer les potentiels de biofortification en fer et zinc des PRO du Village de Mbarokounda et de la localité de Malem Hodar (tableau 15). Le tableau 15 montre que le fumier d'équin a le plus important potentiel de biofortification en fer et zinc par rapport aux types de PRO dans le village de Mbarokounda et la localité de Malem Hodar. Le potentiel de biofortification est estimé à 2 295 kg en fer et à 16 kg en zinc dans le village de Mbarokounda. Dans la localité de Malem Hodar, le potentiel de biofortification est égal à 9 050 kg en fer et à 65 kg en zinc.

*Tableau 15 : Potentiel de biofortification en fer et zinc des PRO du village de Mbarokounda et de la localité de Malem Hodar*

	Mbarokounda		Localité de Malem Hodar	
	Fe (kg)	Zn (kg)	Fe (kg)	Zn (kg)
Fumier bovin	567	4	3 158	24
Fumier ovin	19	0,2	103	1
Fumier caprin	26	0,1	226	1
Fumier équin	1 587	11	5 172	35
Fumier asin	96	0,5	317	2
Fiente volaille	0	0	8	1
Contenu panse	0	0	65	0,6
<b>Total PB</b>	<b>2 295</b>	<b>16</b>	<b>9 050</b>	<b>65</b>

## 4 Discussion

### 4.1 Discussion de l'estimation des quantités de biomasses résiduelles

Les gisements de biomasses résiduelles sont les quantités de déchets produits par les cultures au cours d'un cycle. Ils sont estimés en multipliant les rendements des différentes cultures par leurs indices résiduels respectifs. Cette méthode est soutenue par plusieurs auteurs à savoir (Lacour *et al.*, 2011; Lacour, 2012; SOLAGRO *et al.*, 2013; FAO, 2014a; Touré *et al.*, 2016) dans le cadre de l'estimation du potentiel de valorisation des déchets d'origine agricole et assimilés. Seules 6 spéculations (mil, maïs, sorgho, arachide, niébé, et sésame) dont leurs rendements sont disponibles à l'échelle du village à la DAPSA ont produit, pour les cinq villages enquêtés, un gisement brut de biomasses résiduelles estimé à 4 921 tonnes MS/an. L'arachide produit les 50% de ce gisement brut de biomasse résiduelles. Ce résultat est similaire à ceux de Touré et al. (2016), qui rapportent que l'arachide produit les 43 % du gisement brut de biomasses résiduelles provenant des 11 spéculations (mil, sorgho, maïs, riz, arachide, manioc, patate douce, niébé pomme terre, haricot vert, et chou) sur l'ensemble du territoire national en 2016. Cette différence de 7% des résultats pourrait être s'expliquée par le fait que les villages concernés par cette étude se trouvent dans le bassin arachidier du Sénégal. Pour les 6 spéculations qui font ce gisement de biomasses résiduelles estimées dans la localité de Malem Hodar, leurs indices de résidus furent obtenus à partir de la recherche bibliographique.

Une bonne estimation du gisement de biomasses résiduelles mobilisable par la fertilisation doit impérativement tenir compte des quantités utilisées pour l'alimentation du bétail et la construction.

La difficulté majeure rencontrée dans l'acquisition des données agronomiques au niveau de la DAPSA, est que la liste des spéculations cultivées dans la localité de Malem Hodar n'est pas exhaustive. On trouve dans la localité du piment, du gombo, du melon, de la pâte douce, de la tomate et de l'aubergine cultivés en petites quantités dont leurs rendements et leurs superficies ne sont pas disponible dans la base de données de la DAPSA à l'échelle du village. Les rendements donnés par la DAPSA pour l'arachide (1 039 à 1 200 kg/ha) sont supérieurs à ceux (700 à 920 kg/ha) acquis auprès des agriculteurs (Sarr, 2020). Pour les autres spéculations on constate une conformité des résultats des rendements.

Dans le terroir de Malem Hodar, en raison de l'insuffisance des ressources fourragères, le bétail, en sus de la fane d'arachide est alimenté avec de la paille de céréales (maïs, sorgho). Ce résultat confirme ceux obtenus au Maroc par (Rafrafi, 2006) et s'oppose à ceux obtenus

dans le territoire de la Néma (Sénégal) par (Coly *et al.*, 2013) qui soutient que malgré la diversité des résidus de récolte ramassés, seule la fane d'arachide participe à l'alimentation des animaux en stabulation. Toutes les quantités de résidus de l'arachide et du niébé sont totalement valorisées dans l'alimentation du bétail. Le gisement mobilisable des résidus de cultures pour la fertilisation est à 965 759 kg de MS dans la localité de Malem Hodar et à 51 404 kg de MS dans le village de Mbarokounda. Le gisement mobilisable des résidus de cultures du village de Mbarokounda et de la localité de Malem Hodar est essentiellement produit par le mil, le sorgho et le sésame. Ces résultats corroborent ceux de Touré et al., (2016) qui avait rapporté que la plus grande partie du gisement mobilisable des résidus de cultures est produite par le mil et le sorgho au niveau national. Le gisement mobilisable des résidus de cultures produit dans la zone insuffisant pour la fertilisation des espaces cultivés.

#### **4.2 Discussion des quantités de déjections animales émises sur la localité**

Les types d'animaux élevés dans la zone d'étude (bovins, ovins, caprins, équins, asins, et volailles) confirment les résultats des travaux de Touré et al. (2016) qui montrent qu'au Sénégal les camelins sont principalement répandus à Louga, Podor et Dagana. La production porcine au Sénégal est relativement faible. Celle-ci est d'une part liée au développement très faible de la filière porcine au Sénégal et d'autre part à des considérations ethnico-religieuses qui témoigne une production porcine pratiquée uniquement par les habitants de religion chrétienne (Sérères, Diolas ...). La méthode adoptée pour déterminer les quantités brutes de déjections animales produites par le cheptel de la localité, au cours de l'année 2019, a été utilisée par Lacour (2011) dans l'évaluation du potentiel de valorisation par digestion anaérobie des gisements de déchets organiques d'origine agricole et assimilés en Haïti et au Sénégal par Touré et al. (2016) pour la quantification du gisement des déjections animales et résidus de cultures agricoles potentiellement disponibles pour la méthanisation.

Ce résultat corrobore ceux des travaux de Touré et al. (2016), qui défendent que la plus grande partie du gisement brut des déjections animales, au niveau national, est produite par les bovins et les équins.

Le gisement total maîtrisable des déjections animales émis par le bétail et la volaille sur le territoire étudié est évalué à 3 878 tonnes de MS/an et supérieur à la moitié du gisement brut. Ce gisement maîtrisable est étroitement lié à la durée de stabulation qui varie entre 12 heures et 24 heures par jour en fonction du type animal dans la localité de Malem Hodar. Ces résultats s'opposent à ceux obtenus par Touré et al. (2016), qui rapportent que la durée de stabulation est à égale 12 heures par jour pour tous les animaux au Sénégal et le gisement

maitrisable est égale à la moitié du gisement brut. Les effectifs souvent réduits ou dispersés des représentants respectifs de ces espèces au niveau de la localité, rendent difficile et inefficace la récupération de leurs déjections. Les différents gisements maitrisables de déjections produits par le cheptel sont classés comme suit : Bovins > Equins > Asins > Ovins > Caprins et confirmés par les travaux de Touré et al. (2016) au niveau national en 2016. Les bovins et les équins produisent respectivement 64% et 31 % du gisement maitrisable des déjections animales. Comparé à la part des déjections des équins dans le gisement brut (20%), il y a une augmentation de 11 % de la part de ces déjections dans le gisement maitrisable des déjections animales de la localité. Cette augmentation est liée aux modes d'élevages des agropasteurs de la zone d'étude, à la durée de présence des équins à l'étable. Les équins sont attachés dans les concessions toute la journée pour éviter qu'ils soient volés. Les bovins transhumants de la zone produisent une quantité mobilisable de bovins environ 900 tonnes de MS sur l'ensemble de la zone pour la fertilisation des cultures. Ces animaux se déplacent entre les différentes exploitations des villages de la zone ce qui fait ce gisement est un peu plus dispersé sur le territoire d'étude.

Les quantités de déjections animales produites dans les villages sont autoconsommées, c'est-à-dire chaque village épand sur leurs parcelles toutes les quantités de déjections produites par son cheptel. Il n'y a pas de possibilité de flux de déjections animales pour la fertilisation d'un village à l'autre.

#### **4.3 Discussion du potentiel agronomique et de biofortification des PRO de la localité**

- Potentiel agronomique

La quantité de carbone apportée au sol par une tonne de fiente de volaille est estimée à 225,89 kg et celle des fumiers des ovins est égale à 166,90 kg. Les fumiers de caprins ont la plus faible quantité de carbone avec 23,58 kg par tonne de fumier. L'apport de ces PRO peut entretenir le taux de matière organique du sol à long terme. La caractérisation des PRO de la localité de Malem Hodar montre que la fiente de volaille est plus riche en N, P et K et a un rendement en matière organique plus important que les autres types de PRO. Ces résultats corroborent ceux de Levasseur et al. (2019) faits en France et ceux de Jarousseau *et al.* (2016) faits au Sénégal. Cette composition importante de l'éléments chimiques dans la fiente de volaille peut être due au mode d'élevage pratiqué par les femmes de la localité. Le potentiel agronomique en N, P et K de la localité est produit par les fumiers de bovins, d'ovins, de caprins, d'équins et d'asins, la fiente de volaille et les contenus de panse. Le potentiel agronomique en N, P et K produits par les fumiers d'équins est plus important dans la zone

d'étude. Dans la localité de Malem Hodar, le potentiel agronomique total est estimé à 12 453 kg en N, à 3 149 kg en P et à 6 811 kg en K. Ce potentiel agronomique des PRO de la localité de Malem Hodar peut être utilisé comme substitution de l'engrais chimique.

- Potentiel de biofortification

La caractérisation des PRO montre que le fumier d'équin a les teneurs de fer (4,29 kg/t) et de zinc (0,03 kg/t) les plus importantes par rapport aux autres types de PRO de la localité. Ce résultat peut être dû à la durée de présence des équins à l'étable. Le potentiel de biofortification en fer et zinc de la localité de Malem Hodar est égal à 9 050 kg en fer et à 65 kg en zinc. Ces PRO apportés au sol peuvent augmenter la qualité nutritionnelle des aliments locaux tels que le mil, le niébé.