

Valorisation des urines humaines et animales pour la fertilisation des sols tropicaux : une revue

Roose Eric et Kouakoua Ernest

DR émérite IRD, UMR Eco 1 sols, BP 64501, F 34394 Montpellier, France:eric.roose@ird.fr

Dr. Univ. Nancy 1, IRD: ernest.kouakoua@ird.fr

Résumé

Vu le manque de biomasse nécessaire pour assurer l'élevage, le fumier et le paillage, les auteurs recherchent comment améliorer l'efficacité de la valorisation des déchets animaux et humains. Les apports par les urines humaines (550 l/he/an) sont limités (N 4 à 10 kg/an + K 1,5 + P 0,5 + 0,5 kg/an de Ca + Mg + oligo-éléments + hormones). Appliquées sur de petites surfaces en maraichage et combinées aux fèces, les urines peuvent entretenir la fertilité de la surface nécessaire pour produire ces légumes ou servir d'accélérateur de compost. Les urines animales sont plus abondantes mais répandues pour moitié sur le parcours et l'autre sur le lieu de repos. L'action des urines (forme soluble) est beaucoup plus rapide et fugace que celle des fumiers qui comprend une majorité de nutriments piégés avec les matières organiques (MO) non digestibles. Les urines augmentent de 50 à 70 % la production végétale du lieu de chute et favorisent les graminées et nitrophiles au dépend des légumineuses fixatrices d'azote (inhibition des racines) en augmentant localement le pH du sol. L'apport des urines sur la litière est fondamental pour la maturation du fumier et son enrichissement en azote et potasse.

Mots clés: urines humaines et animales, restauration de la fertilité des sols tropicaux

Abstract

Authors try to evaluate the efficiency of urines & faeces from human origin. They bring limited quantity of nutrients (N 10 + K 1.5 + P 0,5 + 0.5 of Ca + Mg + various oligo-elements and hormones. Applied on little surfaces of market gardening (300m²) they bring enough nutrients to maintain the productivity of the ground or to accelerate composting. Animal urines are more abundant but sprayed on the grazing land and 50% on watering or resting areas. The effects of urines are rapid but transient on the increasing yield. On the spots (0,5 m²) they felled, urines increase the grass production as much as 50-70% during 3 months. They increase the development of nitrophiles grasses but reduce the production of leguminous and the fixation of atmospheric-N. Bringing urines on the litter covering the farmyard is essential to accelerate the maturity and the richness of manure.

Key words: human & animal urines, tropical soil fertility restoration, review

Problématique : explorer toutes les sources de nutriments

Nous avons constaté à la lecture des chapitres présentés dans cette 2ème partie que la dégradation de la productivité des sols tropicaux provient en majorité des pertes de MO et des nutriments du sol par minéralisation accélérée des MOS, par lessivage dans les eaux de drainage, volatilisation par les microbes et érosion des nutriments. Tous les résultats exposés montrent l'intérêt de la fumure organique et du paillage pour maintenir la fertilité des sols cultivés : malheureusement la biomasse récoltée sur un hectare ne suffit pas à assurer la nutrition du bétail, la production du fumier, l'entretien du bilan des MO du sol et le paillage qui serait nécessaire pour protéger ce champ contre l'érosion. On recherche donc d'autres sources de biomasse comme les résidus industriels (cane à sucre, brasserie, abattoirs, etc), l'agroforesterie et les déchets de production forestière (BRF), les déchets urbains ou familiaux.

Or dans certains pays à forte population où les paysans ne disposent pas facilement d'engrais minéraux, les urines et déjections humaines et animales font l'objet de récolte journalière et de valorisations diverses. En Inde, les urines sont utilisées comme médicaments, antiseptique ou anti-cancer ou comme bio-fertilisant pour soutenir la production de diverses cultures (maraichage, maïs, coton, arachides, piment) (Tanmoy Karak et Pradip Bhattacharya,

2011). Jusqu'il y a quelques années, les paysans chinois venaient en ville récolter les « produits familiaux de la nuit » pour fumer leurs champs de choux. Au Burkina Faso, une ONG collecte les urines dans une coopérative pour réduire le coût de la fumure des jardins maraichers. Au Niger et au Tchad, le Groupe Urgence et Développement et l'ONG SECADEV (2009) proposent des latrines bon marché, pour traiter l'assainissement des camps de réfugiés et produire de façon écologique des engrais biologiques pour redémarrer la production agricole. On a vu dans les chapitres 2.15 à 17 que la qualité des « fumiers » dépend beaucoup de l'utilisation de litière et des urines. Or on a constaté sur le terrain que vers la fin de la saison sèche, les foins sont quasi inexistantes et les résidus de cultures sont consacrés en priorité à l'alimentation du bétail plutôt qu'à fournir une litière sous les animaux ou un paillis sur la surface des champs (Dugué et al.). Après l'analyse des déchets urbains (Seh et al, § 2.19 ; Masse et al., § 2.15) et industriels (Roose et al., §2.14) et les rejets d'abattoir (Farinet, § 2.20), nous voudrions attirer l'attention sur le potentiel de fertilité des urines humaines et animales pour compléter la restitution de nutriments naturels disponibles dans les campagnes.

1.2. Contenu des urines humaines

Un adulte en bonne santé brûle une partie de ses réserves en sucres et protéines pour ses besoins énergétiques et évacue les déchets sous forme de gaz et d'urines.

On trouve dans les urines (Jönsson et al., 2004) :

- de l'azote total: urée (85%), Nitrates et $N-NH_4$:.....2 à 9 g/l
- du carbone organique et de nombreuses molécules d'hormones.....3,6 à 6,7g/l
- de la potasse sous forme soluble ionisée :.....1 à 3 g/l.
- du phosphore, sous forme peu soluble de phosphate de calcium.....0,1 g/l
- du calcium, du magnésium.....0,1 g/l
- des oligo-éléments.....0,01 g/l
- pH.....6 à 9

Les teneurs sont donc très variables en fonction de la qualité du régime alimentaire et de la quantité d'eau absorbée. L'urine est un engrais liquide à action rapide, bien équilibré, riche en azote et potasse, mais contenant aussi des petites quantités de phosphates de calcium, du magnésium et pas mal d'oligo-éléments. La séparation des urines à la source permet de produire l'un des engrais les plus propres pour la production agricole. Certaines hormones et autres produits pharmaceutiques sont excrétées dans les urines, mais le risque d'effets négatifs sur les végétaux et la santé humaine est plus faible que lorsqu'on utilise les boues d'épuration, les eaux recyclées ou le fumier de ferme (Richert et al., 2011).

1.3. Flux des nutriments et valorisation des déjections humaines

Tableau 1. Apports des déchets d'un homme adulte d'après Jönsson et al.(2004)

	Urines	fèces	Total
Masse humide(kg/he/an)	550	51	601 kg
Masse sèche (kg)	21	11	32 kg
N (kg)	4	0,55	4,55 kg
P (kg)	0,36	0,18	0,54 kg
K (kg)	1,4	0,2	1,6 kg

L'estimation de l'excrétion de nutriments varie en fonction des habitudes alimentaires de chaque pays : de 2 à 4 kg de azote, 0,2 à 0,4 kg de phosphore et 1 à 1,3 kg de potasse par personne/an (Jönsson et al., 2004). En Afrique occidentale, la production annuelle d'excréta d'un adulte apporterait 2,8 kg d'azote, 0,5 kg de phosphore et 1,3 kg de potasse selon les

statistiques de la FAO (Richert et al., 2011). Ces quantités ne sont pas très importantes si on les répand sur un ha, mais peut atteindre des concentrations suffisantes (50 à 100 kg de N/ha) si on les concentre sur des petites parcelles maraichères de 300 m². De plus les familles africaines regroupent souvent plus de 6 à 10 personnes : leur cumul n'est plus négligeable. L'apport de ces engrais biologiques augmente la production (de 50 à 70 %) et la qualité des céréales (plus de protéines), mais réduit celle des patates (plus aqueuses). On obtient plus d'efficacité sur des sols sableux pauvres et si on synchronise les apports en engrais et les besoins des plantes qui diminuent en phase générative. La quantité de nutriments excrétés est voisine de la quantité des nutriments dans la nourriture ingérée : on peut donc prévoir le volume des bio-déchets et les nutriments à ajouter pour atteindre la production voulue sans dégrader les propriétés chimiques du sol. En principe, en restituant dans des trous ou des rigoles proches des cultures, les déchets sur la surface utilisée pour produire la récolte, on maintient durablement la fertilité du champs (Jönsson et al., 2004).

En Afrique la fertilité du sol diminue à mesure qu'on s'éloigne de l'habitat : cela s'explique par le retour des déchets du ménage (déchets de cuisine, cendres et déjections) et des animaux élevés au piquet ou dans l'enclos. Au Rwanda et Burundi, une fois la fosse d'aisance à moitié pleine, on la rebouche et on y plante un bananier ou un arbre fruitier qui va en profiter tout en protégeant la famille des dangers sanitaires. L'azote et la potasse des urines étant hydrolysables, les effets sont rapides mais passagers : par contre, les phosphates liés aux MO ou au calcium sont assimilés plus lentement par les plantes. Les nutriments inclus dans les fèces sont disponibles plus lentement, une fois les MO minéralisées. Les urines peuvent aussi servir d'accélérateur de compost. La collecte des urines se fait dans des flacons à large col, dans des jerrycans de 20 l. ou dans des WC récoltant séparément les phases aqueuses et solides dans des cuves produisant du gaz et des engrais. Au Niger (Projet Aguié) et au Tchad (ONG SECADEV) divers modèles de latrines ont été développés soit traitant à part les urines et les fèces (par dessèchement) ou ensemble (compostage avec apports d'herbes) (Morgan, 2009 ; Schönning et Stenström, 2004).

Les urines fraîches sont généralement stériles. Leur conservation entraîne une évolution rapide des formes d'azote-urée en N-NH₄ et une forte augmentation du pH (jusqu'à 9) des urines et du sol qui les absorbe.

On peut estimer la valeur des urines produites par un adulte de 4 à 7 Euros par an en comparant leur apport en nutriments avec celui des engrais minéraux disponibles localement (Richert et al., 2011) : multiplié par le nombre de personnes dans une famille, une coopérative ou un village, cette ressource n'est plus négligeable. L'amélioration de la production de maïs par l'apport des urines d'une personne peut atteindre 40 €. On a montré qu'il n'y avait pas de différence significative d'effet sur la production végétale d'un apport d'urée minérale ou de l'apport correspondant en urine. En Inde (Musiri), l'application de 50 litres d'urine par plant de bananier plus 75% de la dose de K recommandée a donné un accroissement de 47 % du nombre de fruits obtenus avec les engrais minéraux. L'urine doit être entreposée dans des récipients fermés et incorporée rapidement dans le sol sans toucher les plantes, en fonction des besoins de chaque plante, en particulier aux premiers stades de la croissance. Un délai d'un mois entre la récolte et la dernière dose doit être respecté car une fois dans leur phase reproductive, les plantes absorbent moins les nutriments du sol.

2.1. Flux des déjections animales et apports de divers animaux d'élevage

La production journalière spécifique est une constante dont la médiane égale 9 % du poids vif de l'animal. Les teneurs en kg /tonne de fumier varient beaucoup en fonction des animaux et de leur alimentation. Ainsi les fumiers de caprins et ovins sont plus riches en azote, ceux des volailles, lapins, porcs et caprins sont plus riches en phosphates, les urines de bovins et de porc sont plus riches en potasse (voir tableau 2). Comme la richesse des fumiers

dépend de l'alimentation et aussi de la fertilité du sol, les teneurs en nutriments des fumiers sont plus faibles en Afrique où l'usage des engrais minéraux est encore très limité.

Tableau 2. Caractérisation des déjections animales en France en kg par tonne de produit (d'après Audouin L., 1991).

Espèce	Produit	Mat. sèche	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	production kg/jour
Bovin	urines	70 à 80	8-10	0,1	14-15	
	fumier	130 -260	3 - 4	1,8 - 4	4 -15	30
Caprin	fumier	476	6.1	5,2	5,7	5
Ovin	fumier	384	8,2	2,1	12,3	

Chevaux	fumier	326	6,7	2,3	5 - 12	35
Porcs	fumier	250	4,7	4,5	5.5	12
Porcs	urine	22-40	3-5	0,1 - 1	4 - 5	
Volaille	fumier	250-400	10-30	10	7	0,2
Lapin	fumier	260	2,7	10	11,6	0,2

Hénin conclut qu'en France les apports de nutriments dûs à l'élevage sont équivalents à ceux des engrais minéraux.

En Afrique la part des engrais minéraux NPK est beaucoup plus faible. L'azote provient pour moitié des urines, la potasse pour 85% des urines tandis que le phosphore est peu soluble se fixe sur les argiles par le calcium et circule sous forme solide (95% dans les fèces). Le sol sert d'épurateur des eaux.

Rares sont les paysans qui récoltent séparément les urines des animaux, mais il existe en Inde des clubs de séniors qui sont enthousiastes des effets des urines de vache sur la santé des hommes et des cultures (désinfectant), sur la protection contre les insectes (12 jours), sur la production de diverses cultures et sur l'économie des ménages (Vahanka et al., 2012). Cela tient à la composition complexe des urines : 95% d'eau, 2.5% d'urée, 1% de potasse et des traces de divers minéraux, hormones et enzymes dont les effets ne se font sentir que sur une récolte.

Au Maroc, Badraoui et Stitou, (2002) donnent la composition des fumiers de bovins et d'ovins en zone méditerranéenne: elle varie en fonction du mélange de litières, de fèces et d'urines et du menu des animaux.

Tableau 3. Composition de fumiers + litières ± décomposés au Maroc (kg par tonne)

	MS	Humus	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Bovins	120 à 170	50 à 100	4 à 5	2,5 à 3	5 à 6	3 à 4,5	0,2 à 1
Ovins	280 à 320	100 à 150	8 à 8,5	2 à 2,4	6,6	-	-

Les fumiers d'ovins sont plus riches en MS, en humus et en azote. Guérin et al, (2014) explique que les chèvres et les ovins consomment plus d'arbustes riches en lignines que les bovins plus friands de graminées. Les bovins restituent 10 à 20 kg d'azote dilué dans 1000 à 2500 litres d'urine par an : l'azote des urines, composé à 75% d'urée, est rapidement volatilisé s'il est déposé sur des sols secs et peu argileux en saison chaude. Le phosphore assimilable par les plantes est peu abondant dans les sols, les fourrages, les fumiers (3 kg/an) et les urines (0,1 kg/an). Les restitutions de potassium sont proportionnelles aux quantités consommées soit 25 kg en moyenne dont 85% sont dans les urines (22 kg/bovin/an). Un

bovin adulte rejette 5 kg/an de calcium dans les fèces et 0,1 kg dans les urines. Parallèlement, les rejets en magnésium sont faibles : 4 kg/an dans les fèces et 0,4 kg dans les urines. Les ovins et surtout les caprins ont des urines plus concentrées si bien qu'on peut estimer les rejets dans leurs urines à 1/10 de ceux des bovins (UBT) (Guerin et al, 2014).

2.2 Valorisation des urines animales

Sur un sol argileux sur basalte en New Zealand, Ledgard et al., (1982) ont montré que l'apport d'urine de bovin augmente la production de graminée pendant 2 ou 3 mois (essentiellement par l'apport d'azote), mais réduit la production de trèfle ainsi que sa fixation d'azote atmosphérique. A la longue, l'apport d'urine peut modifier la composition des pâturages en faveur des graminées. Mais le potassium interagit avec l'azote pour améliorer le taux de protéine des fourrages. Etant données les fortes doses de N et K apportées sur de faibles surfaces (0,45 m²), on peut observer des pertes de N-urines par dénitrification (5 à 60%) et par lessivage importantes (N et K) sur les terres pâturées.

Les urines peuvent améliorer la digestibilité des pailles de riz, le taux de protéines, le taux de fibres et de MS digestible de >70% : l'urée des urines animales est aussi efficace que l'urée minérale ordinaire (Saadullah et al, 1980).

Sur les pâturages, l'action des urines est rapide mais fugace (max 3 mois) tandis que les fèces sont plus riches en composés organiques insolubles qui agissent pendant 1 à 2 ans (Lancon, 1976). Les urines favorisent les plantes nitrophiles susceptibles d'absorber rapidement les excès d'azote, réduisent le taux de P et enrichissent les fourrages en K, Ca, Mg et N. En augmentant la charge animale tournante, on réduit les refus, on améliore la flore mais on risque d'augmenter le lessivage de N et K solubles. En répandant les bouses, on augmente la production végétale, mais une partie est refusée par les animaux (odeurs !)(Lancon, 1976)

En Afrique, on peut observer trois scénarios concernant l'usage des rejets animaux sur les terres agricoles.

1/ En milieu d'élevage extensif sur parcours naturels, les urines et fèces sont dispersés sur le parcours : 50% sont abandonnés sur l'aire de repos ou près de la zone d'abreuvement. Broyés et mélangés au sol des parcs de nuit par les sabots des animaux, fèces et urines sont exposés au soleil (volatilisation de l'azote) et aux pluies (lessivage et érosion). Les poudrettes de faible qualité (présence de germes et de graines d'adventices et pauvre en nutriments) sont exportées sur les champs avec une forte proportion de terre enrichie de la surface du parc. Certains éleveurs peuhls cultivent alors ces surfaces enrichies et obtiennent de bons rendements en céréales, s'il pleut suffisamment.

A Mbissiri dans le Nord Cameroun (près de Tchollire), la recherche d'une zone homogène apte aux expérimentations sur les risques d'érosion en fonction des systèmes de culture intensive a montré que la surface jadis occupée par un troupeau gardé au piquet a produit 35 quintaux de maïs/ha au lieu de 25 alentours dans la savane arborée soudanienne. De même le pH était de 7 au lieu de 5,6, le taux de MO de 1,6 au lieu de 1,2 %, le taux d'azote de 0,08 au lieu de 0,01 %...Les effets des apports de fèces et des urines ont duré plusieurs années (Boli et al., 1993).

Il existe encore une tradition de contrat entre éleveurs et agriculteurs qui permet au troupeau nomade de consommer les résidus des cultures à condition d'y stationner chaque nuit pendant 3 à 4 semaines assurant ainsi la fumure (fèces et urines) de ces champs. Cette technique évite le transport de la biomasse et du fumier et améliore le taux de carbone et de nutriments avant le labour et la culture principale. Le risque de volatilisation de l'azote est limité si on laboure la terre dès la fin du contrat.

2/ Pour réduire les risques de gazéification de l'azote, de lessivage et d'érosion des nutriments, on peut apporter dans le parc de nuit une litière d'herbes, de branchages ou de résidus de culture, qui mélangés aux déjections et broyés par les sabots vont augmenter le

volume et la qualité du fumier. Il faut déjà disposer d'une charrette pour transférer les résidus puis le fumier, à moins de procéder au semis direct sous la litière et de butter les pieds lorsque la litière sera bien décomposée. Reste à maîtriser les adventices (herbicide de contact ou désherbage manuel). On peut imaginer des parcs mobiles en encadrant les champs cultivés de haies vives et en alternant les cultures exigeantes après fumure et les plantes moins exigeantes (manioc, patates, niébés, arachides) pendant 2 à 4 ans.

3/ Enfin dans le stade le plus intensif, la biomasse est rentrée à l'étable où le bétail vit en permanence ou dans une fosse compostière remplie de résidus de récolte lignifiés (cotonniers, sorgho, branchettes de haie vive). La production de fumier se fait à l'ombre et bénéficie 6 à 9 fois par jour de l'apport d'eau, d'azote, de potasse et de nutriments des urines de telle sorte que le développement microbien produit une température de $> 70^{\circ}\text{C}$ qui tue les germes des maladies et des semences d'adventices. Le fumier produit est de bien meilleure qualité et double de quantité (1500 kg de fumier au lieu de 650 kg de poudrette par UBT)

Conclusions

Les urines d'origines humaines fournissent un engrais naturel bon marché, disponible pour tous, riche en azote et potasse mais équilibré par de nombreux oligo-éléments minéraux et organiques (hormones) : ses effets sont rapides mais fugaces (quelques mois) et conviennent pour des cultures fruitières ou maraichères intensives sur de petites surfaces.

Les urines animales complètent les rejets solides pour produire des fumiers de bonnes qualités si les déjections sont couvertes par une litière riche en carbone. Les rejets étant concentrés sur de petites surface augmentent l'hétérogénéité de la fertilité des sols des parcours et pâturages et entraînent des pertes par volatilisation, drainage et érosion. Pour réduire ces pertes il faut distribuer les urines diluées dans des trous ou sillons situés près des racines, sans toucher les plantes elles-mêmes. Leur influence sur les insectes et maladies sont encore mal connues. L'usage des urines et fumiers s'est répandu depuis le renchérissement du prix des engrais minéraux : leurs effets sont semblables à applications équivalentes. Mais les usages et coutumes locales peuvent freiner l'extension de leur usage pour la production agricole.

Bibliographie

- Audouin L., 1991.** Rôle de l'azote et du phosphore dans la pollution animale. *Rev.Sc.Technique.Aff.Int.Epizotie* 10, 3 : 629-654.
- Badraoui M. et Stitou M., 2002.** Status of soil survey and soil information systems in Morocco. *Options Méditerranéennes*, B, 34 p.
- Boli Z., Roose E., Bep B., Sanon K., Waechter Fl., 1993.** Effets des techniques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production de coton et maïs sur un sol ferrugineux tropical sableux en zone soudanienne du Nord Cameroun (Mbissiri, campagnes 1991 et 92). *Cah.Orstom Pédol., Spécial érosion et restauration des sols*, 28, 2 : 309-325.
- Groupe URD, 2009.** Latrines à déshydratation à l'Est du Tchad, 5 p.
- Jönsson H., Stintzing A.R., Vinneras B., Salomon E., 2004.** Guidelines on the use of urine and faeces in crop production. EcoSanres publication Series Report 2004, 2. Stockholm Environment Institute, Sweden .
- Guérin et Roose E., 2014.** Ingestion, restitution et transfert d'éléments fertilisants aux agrosystèmes par les ruminants domestiques en régions semi-arides d'Afrique occidentale. In « Restauration de la productivité des sols tropicaux et Méditerranéens ». E. Roose eds, Edition IRD Marseille, 19 p., sous presses...
- Lancon B., 1976.** Effet pissat et bousat sur le rendement d'une graminée. In « *Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets* », 122 p.
- Morgan P., 2009.** Des latrines hygiéniques à faible coût qui produisent du compost pour l'agriculture dans un contexte africain. : www.ecosanres.org/pdf_files/ToiletsThatMakeCompost-FrenchVersion-lowres.pdf
- Richert A., Gensch R., Jönsson H., Stenström T., Dagerskog L., 2011.** Conseils pratiques pour une utilisation de l'urine en production agricole. Stockholm Environment Institute (SEI), EcoSanres Series, 2011, 3 : 54 p.
- Saadullah M., Haque M., Dolberg F., 1980.** Treating rice straw with animal urine. *Trop. Animal Prod.* 5, 3 : 273-277.
- Schönning C., Stenström TA., 2004.** Recommandations pour un usage sans risque de l'urine et des matières fécales dans les systèmes d'assainissement écologiques. www.reseau_crepa.org/page/782.
- Tanmoy Karak et Pradip Bhattacharya, 2011.** Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture : an achievable reality. *Resources, conservation & recycling*, Elsevier, 55: 400 – 408.

**Restauration de la productivité
des sols tropicaux et méditerranéens**

Contribution à l'agroécologie

Version préliminaire



Eric ROOSE
Editeur scientifique

IRD Editions
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT
MONTPELLIER, JUILLET 2015