ETUDE EXPERIMENTALE DE L'INFLUENCE DES EAUX RESIDUAIRES DE TEXTILE SUR L'EVOLUTION DE L'AZOTE MINERAL (NH_4^+, NO_3^-) DANS UN SOL DE LA REGION D'EL MADHER (W. BATNA).

HIOUANI F,

Université de Biskra, Institut d'Agronomie.

E.mail : hiouani.fatima@ yahoo.fr

RESUME

Dans cette étude, nous avons essayé au moyen de l'incubation des sols au laboratoire de valoriser l'utilisation des eaux résiduaires de textile dans le domaine agricole, en comparant leur effet sur les sols agricoles ; en particulier le processus de minéralisation de l'azote.

Les résultats obtenus sur une période de 70 jours, confirment l'effet favorable des eaux résiduaires de textile sur la minéralisation de l'azote. Nous enregistrons une augmentation dans le taux de l'azote minéral (NH_4^+ + NO_3^-) entre la 1ère jour de l'incubation (9.3 mg/25g de sol) et la dernière jour de l'expérience (15.19 mg/25g de sol). Ainsi le recyclage des eaux résiduaires comme ressource complémentaire en eau et en éléments chimiques s'avère intéressant pour les sols cultivés surtout dans les zones arides et semi arides. A cause de la richesse de ces eaux en éléments chimiques indispensable a la croissance des plantes tels que; l'azote (90 mg/l), le potassium (46.12 mg/l) et la matière organique (16.2 mg/l).

Mots clés : *eaux résiduaires, azote, minéralisation.*

ABSTRACT

In this study, we tested by means of the incubation of the soils in the laboratory to develop the use of textile wastewater in the agricultural field, in compare their effect on the agricultural grounds; in particular the process of mineralization of nitrogen.

Results obtained over a 70-day period, confirm the favourable effect of wastewater of textile on the mineralization of nitrogen. We record an increase in the rate of mineral nitrogen (NH_4^+ + NO_3^-) between the first day of incubation (9.3 mg/25g of soil) and the last day of experiment (15.19 mg/25g of soil) Thus, recycling wastewater as a complementary resource of water and chemical elements appears to be interesting for the cultivated soils, especially in the arid and semi arid regions. Because richness of this water in chemical elements essential for the growth plants such as; nitrogen (90 mg/l), potassium (46.12 mg/l) and organic matter (16.2 mg/l).

Key words: *wastewater, nitrogen, mineralization.*

INTRODUCTION :

Dans les sociétés industrielles, l'accroissement de la production et de la consommation, le développement urbain et l'intensification de l'agriculture engendrent des quantités considérables de sous produits et de déchets, qui souvent s'accumulent sans être recyclés. Beaucoup d'entre eux, d'origine industrielle ou urbaine peuvent être à l'origine d'une grave pollution de l'environnement. C'est le cas notamment des eaux résiduaires, c'est pourquoi il est impératif de procéder à leur recyclage et à leur valorisation.

Dans cet objectif, un nombre important de travaux scientifiques ont été effectués afin de tester les effets des eaux résiduaires sur les propriétés des sols agricoles [8, 14, 4, 15, 3,1].

Ces études ont montré un effet favorable des eaux résiduaires sur les propriétés physiques et chimiques des sols; ainsi GREENLAND in [6] a souligné que des doses de boues comparables à celles du fumier de ferme peuvent augmenter la proportion des pores nécessaires (pores de transmissions, pores d'accumulation….). Cet accroissement de la qualité des pores dans les sols peut être considéré comme un indice d'une bonne fertilité physique. Au plan chimique, [12] signalait que les boues liquides se comportent comme un engrais phosphaté à action lente; la libération du phosphore augmente progressivement avec le temps de 17% après 7 jours, elle s'élève à 50% après 100 jours et atteint 60% après 300 jours.

Pour préciser l'influence des eaux résiduaires de textile sur le fonctionnement biologique d'un sol agricole et en particulier le processus de minéralisation de l'azote, nous avons décidé de mener ce travail expérimental de laboratoire.

MATERIELS ET METHODES

1. Le sol :

L'échantillon de sol a été prélevé en hiver, de l'horizon de surface (0-30cm) de la pleine d'El Madher (Batna). Les caractéristiques principales de ce sol sont données dans le tableau suivant :

Tableau.1 : caractéristiques physiques et chimiques du sol.

Granulométrie					Calcaire total (%)	Calcaire actif (%)	pH (eau)	CE mmhos/cm ou dS/m	Ca^{++} (meq/100g de sol)	Mg^{++} (meq/100g de sol)	Na^{+} (meq/100g de sol)	K^{+} (meq/100g de sol)	CEC (meq/100g de sol)	Carbone organique (%)	MO %	N total (%)	C/N
SG%	SF%	LG%	LF%	A%													
01.71	04.89	16.27	41.89	35.24	26.66	15.00	08.51	2.37	21.80	06.31	05.54	05.10	43.00	01.90	03.26	00.27	07.03

2. L'eau résiduaire

Les eaux résiduaires utilisées dans notre étude proviennent des rejets de l'usine textile de la zone industrielle de la ville de Batna.

L'analyse chimique des eaux résiduaires donne lieu aux résultats suivants :

Tableau .2 : composition chimique des eaux résiduaires textile

pH	CE dS/m	MO mg/l	N total mg/l	NH_4^+ mg/l	NO_3^- mg/l	SO_4^{--} meq/l	Cl^- mg/l	HCO_3^- meq/l	Ca^{++} mg/l	Mg^{++} mg/l	Pb^{++} mg/l	Zn^{++} mg/l	Cu^{++} mg/l	Na^+ mg/l	K^+ mg/l
7.67	2.66	16.2	90	20.03	22.50	4.67	265	18.75	12.66	35.41	2.11	0.56	0.18	160.42	46.12

3. Technique d'incubation

La technique d'incubation des sols consiste à suivre la minéralisation de l'azote organique par l'incubation d'un mélange sol-eau usée et sol-eau distillée (témoin) dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'aération pour une activité maximale de la microflore du sol (température 28°C, humidité 2/3 de la capacité de rétention du sol).

Les échantillons de sol ont été mis à incuber dans des flacons de 200 ml, sur une période de 70 jours. La cinétique de minéralisation est suivie pendant cette période avec les pas de temps suivants : 0, 3, 7, 14, 21, 28, 42, 70 jours.

Ces incubations ont été conduites sur des échantillons de 25 g de sol sec, à raison de 3 répétitions par traitement. Les traitements adoptés sont les suivantes :

Sol (25g) + eau usée textile (10.66 ml).

Sol (25g) + eau distillée (témoin) (10.66 ml).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Influence des eaux résiduaires textiles sur l'évolution de la quantité de l'azote ammoniacal (NNH_4^+)

Selon les courbes de la figure 1 illustrant l'évolution de l'azote ammoniacal en fonction du temps, nous observons une décroissance nette de l'ammonification durant les trois premières semaines d'incubation. Cette décroissance enregistrée sur l'ammonification est peut être due à une nitrification d'une partie de l'azote ammoniacal [10, 1], ou à une réorganisation et d'une volatilisation de la partie restante [2, 7].

Cependant, elle devient plus importante dans le sol additionné en eaux résiduaires et ce à partir de 21ème jour jusqu'à la fin de l'incubation. La quantité d'azote ammoniacal est de 8.39mg/25g sol sec pour l'eau de textile alors qu'elle est de 4.6mg/25g de sol sec pour le témoin et ce au 70ème jour d'incubation; ceci peut s'expliquer par la richesse des eaux résiduaires en substances nutritives facilement métabolisables par les populations microbiennes.

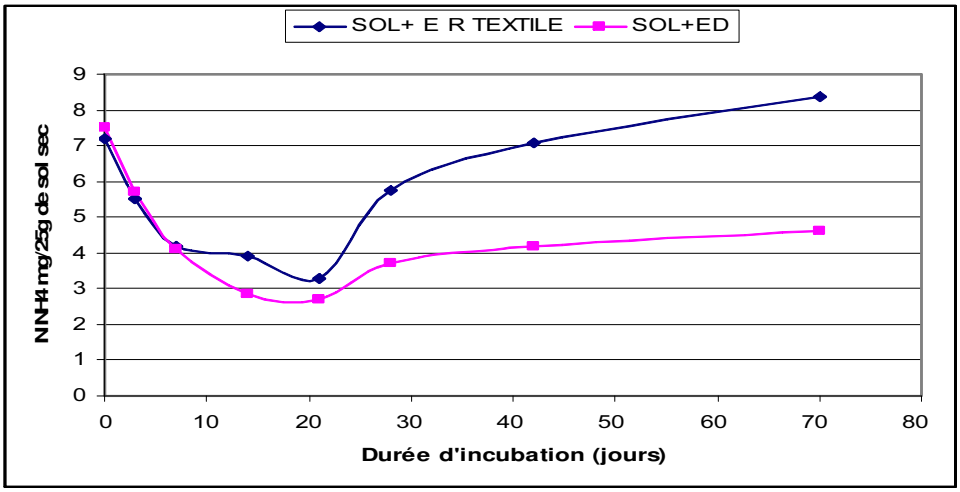

Fig .1 : cinétique de l'ammonification potentielle durant 70 jours.

2. Effet des eaux résiduaires textiles sur l'évolution de l'azote nitrique (NNO_3^-)

Durant la première semaine d'incubation (0-7 jours), la quantité d'azote nitrique croît graduellement (fig.2), ce phénomène s'explique par la nitrification d'une partie de l'azote ammoniacal. Nous constatons peu après un effet dépressif sur ce processus

biologique et ce du 7ème jour jusqu'au 21ème jour de l'incubation.

Après cette période, nous notons une reprise de la nitrification jusqu'à la fin d'incubation.

Cela indique que la nitrification est plutôt favorisée par l'apport des eaux résiduaires et quelle se produit dans le sol sous l'action des nitrobactériaces chimiolithotrophes telles que Nitrosomonas, Nitrobacters, qui sont particulièrement actives à des pH neutres et basiques (6.8-9.0) et en conditions d'aérobiose [5].

Cette stimulation de la nitrification par l'épandage des eaux résiduaires pouvait être due à l'avènement d'une nouvelle ambiance réunissant tous les facteurs mésologiques et énergétiques et induisant soit une hyper activité potentielle ou encore un accroissement de la densité de ces groupes microbiens, spécialisés dans la dégradation des formes organiques de l'azote.

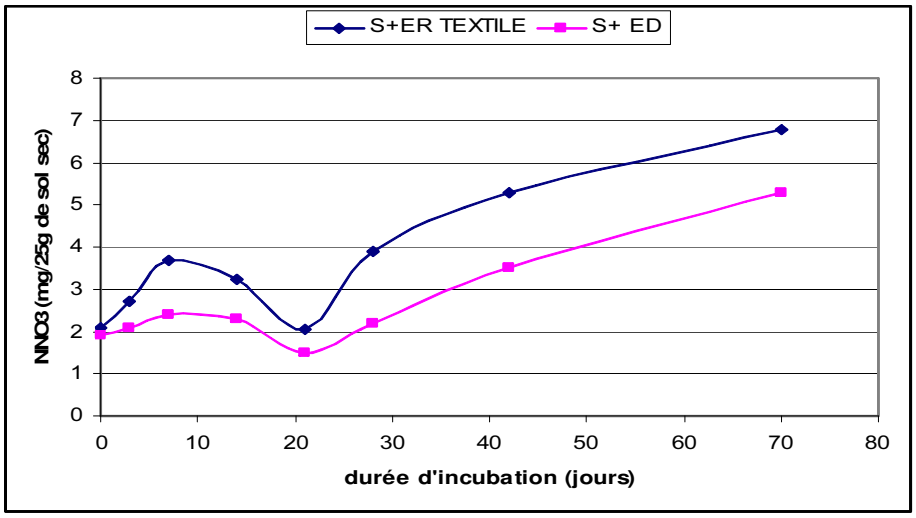

Fig .2 : cinétique de la nitrification potentielle durant 70 jours.

3. Effet des eaux résiduaires textiles sur l'évolution de l'azote minéral ($NH_4^+ + NO_3^-$)

Nous observons durant les trois premières semaines d'incubation une décroissance de la quantité d'azote minéral qui atteint le minimum au 21ème jour d'incubation (fig.3). Cette réduction de la quantité d'azote minéral est peut être due en partie à une volatilisation d'une partie de l'azote ammoniacal [8], et en partie à l'action des germes immobilisateurs de l'azote minéral ; c'est ainsi que [12, 3,1] signalèrent dans leurs recherches cet effet dépressif des eaux résiduaires vis-à-vis des germes minéralisateurs de l'azote en début d'incubation.

Après cette période, nous assistons à une reprise de l'activité des germes minéralisateurs qui se traduit par une plus grande accumulation de l'azote minéral. Nous notons par exemple au 70ème jour de l'incubation 15.19 mg/25g de sol sec.

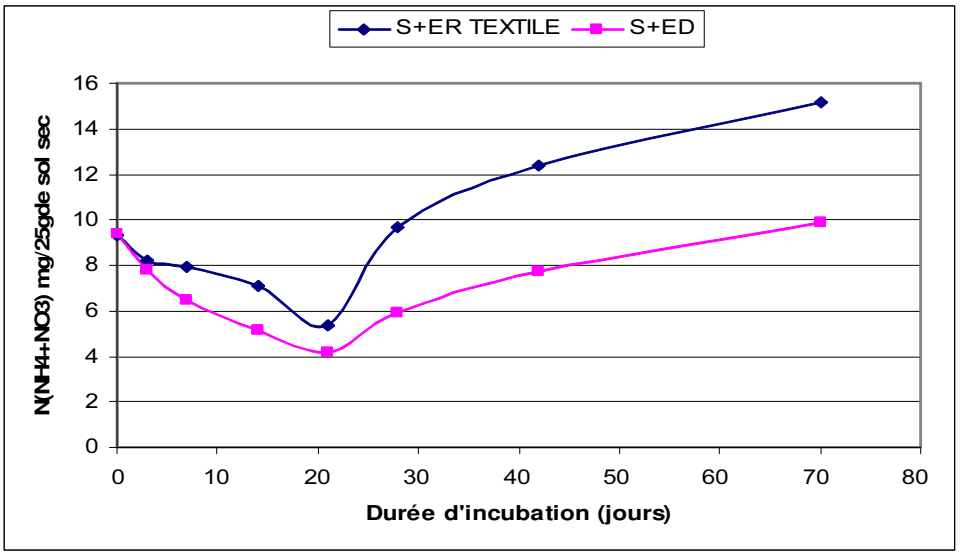

Fig .3 : cinétiques de minéralisation potentielle de l'azote organique

4. Effet des eaux résiduaires textiles sur l'évolution du coefficient de minéralisation.

Le coefficient de minéralisation de l'azote des eaux résiduaires est calculé selon la formule suivante:

$$\text{Coefficient de minéralisation (\%) de l'azote} = \frac{\text{N minéral(sol+eau résiduaire)} - \text{N minéral(sol seul)}}{\text{azote organique de l'eau résiduaire}} \times 100$$

L'analyse des courbes de la figure 4 fait apparaître un effet dépressif en début de l'incubation (0-3 jours) après l'adjonction de l'eau résiduaire textile. En effet nous notons des taux de minéralisation négatifs de -56.63 et de -9.43% respectivement pour 0 et 3 jours de l'incubation, qui traduisent des phénomènes de réorganisation microbienne de l'azote minéral.

Nos résultats sont similaires à ceux de [3,1] dans des études comparables. Cette dernière avait signalé un taux de minéralisation de -57.25% en début de l'incubation sous l'effet des eaux résiduaires de tannerie. Cependant, un effet favorable est observé du 7ème jour au 14ème jour de l'incubation, avec une augmentation notable du taux de minéralisation de l'azote organique. Au plan de l'intensité de minéralisation, [3] signala un taux de minéralisation de l'azote organique supérieur à 300 % au 7ème jour d'incubation. Ainsi l'apport des eaux résiduaires stimule la minéralisation de l'azote natif du sol, conformément, aux résultats de [11, 12].

En effet, nous notons au 14ème jour un taux de minéralisation de 138.73%. Au-delà du 14^{éme} jour, la minéralisation de l'azote décroît et atteint le minimum au 21ème jour d'incubation, puis nous remarquons une reprise de la minéralisation jusqu'à la fin de l'incubation.

Le taux de minéralisation est lié principalement à la teneur en azote total est surtout à la proportion initiale sous forme

ammoniacal comme l'on montre [13, 8] dans leurs études.

La vitesse de minéralisation très forte de l'azote organique des eaux résiduaires fait que l'apport des eaux résiduaires aux sols est assimilé une véritable fertilisation azotée.

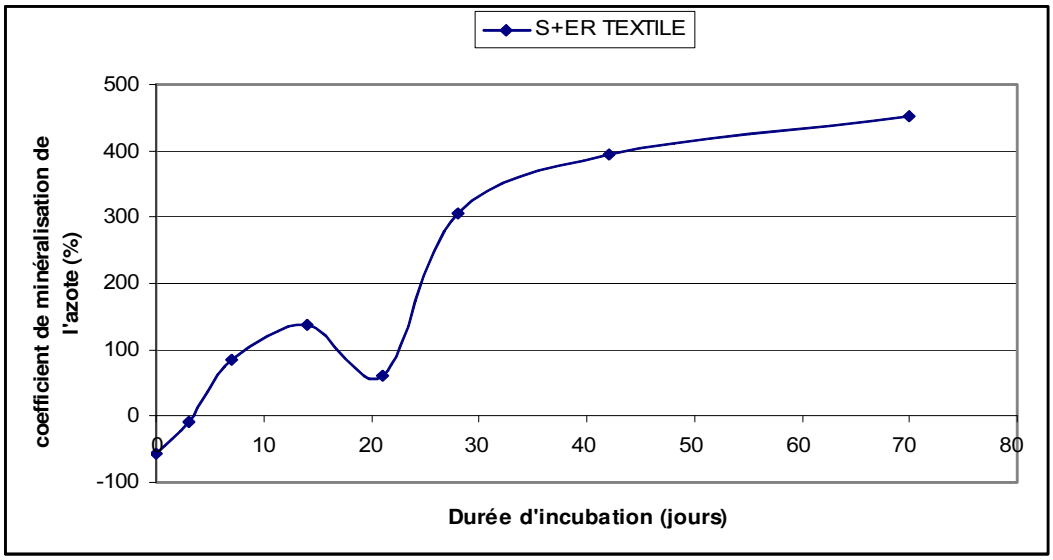

Fig .4 : variation du coefficient de minéralisation de l'azote organique en fonction de la durée d'incubation

CONCLUSION

L'objectif de notre travail portait sur l'étude de la biodégradabilité des composés azotés des eaux résiduaires de textile et leur effet sur la minéralisation de l'azote.

Par cette contribution, nous envisageons de résoudre la problématique posée en agriculture par l'insuffisance des ressources hydrauliques (déficit hydrique) dans les zones arides et semi-arides de l'Algérie et le coût élevé des engrais minéraux. En effet, l'emploi des eaux résiduaires à des fins agricoles peut être l'une des solutions pour leur élimination, ce qui permet aux agriculteurs de bénéficier des quantités non négligeables d'eaux et d'éléments fertilisants.

Dans le cadre de cette étude, nous avons employé la technique d'incubation des sols comme modèle expérimental des eaux résiduaires prélevées de l'usine textile et un sol, agricole de la région d'El Madher (W. Batna) comme matériel d'étude.

Le sol possède une texture argilo-limoneuse, un pH alcalin (pH = 8.51) et un pourcentage moyen de matière organique (MO = 3.26%), avec 1.9% de carbone et 0.27% d'azote.

L'eau résiduaire possède un pH basique (pH= 7.67), un taux élevé de matière organique (MO = 16.2 mg/l) et d'azote (N= 90mg/l).

Concernant la teneur en métaux lourds tels que le cuivre, le zinc, le plomb; nous constatons que les valeurs enregistrées sont toutes inférieures aux valeurs seuils de phytotoxicité fixée par [15]

Il ressort de cette étude que l'adjonction des eaux résiduaires dans le sol provoque un effet favorable sur la minéralisation de l'azote organique et ce par une stimulation de l'activité minéralisatrice des groupes microbiens du sol, qui ce manifeste par une nette augmentation dans les taux des coefficients de minéralisation de l'azote organique durant cette expérience. Nous notons -56.63% au 0 jour, 84.95% au 7ème jour, 393.61% au 42ème jour et 452.14% au 70ème jour.

Cependant, un effet dépressif est noté au début de l'incubation probablement dû à une inadaptation des groupes microbiens du sol et vraisemblablement à une réorganisation de l'azote minéral. En effet, les eaux résiduaires représentent une source non négligeable de l'azote minéral et d'élément nutritif facilement disponible pour les végétaux et pour les micro-flores telluriques.

Finalement, les eaux résiduaires interviennent favorablement sur les différents processus biologiques et surtout la minéralisation de l'azote dans les sols. De ce fait, leur recyclage comme ressource complémentaire en agriculture s'avère intéressant pour les sols cultivés. Mais il est impératif pour des raisons d'hygiène et de santé humaine, de procéder à des traitements de ces eaux résiduaires dans les stations d'épurations pour éliminer les substances toxiques qui peuvent être de nature organique ou minérale (métaux lourds) a cause de ces effets néfastes qui apparaissent aux niveaux des plantes, des animaux, des microflores du sol, l'homme et sur les eaux souterraines.

Références bibliographiques

1. Aichour N (2001) : Influence d'une eau résiduaire de tannerie sur la minéralisation du carbone et de l'azote dans un sol brun calcaire de la région d'El Madher (W. Batna), mémoire ingénieur. Institut agronomique universitaire de Batna, 62p.

2. Chaussod R, Germon JC , Catroux G , (1981) : Essai de détermination au laboratoire de l'aptitude à la minéralisation d'azote des boues résiduaires urbaines. Extrait du procès verbal de l'acad. Agri. Fr. 67(9), pp 272-771.

3. Cherak (1999) : Etude expérimentale de l'influence des eaux résiduaires (Batna, Fisdis, El Madher) sur certaines activités microbiennes (minéralisation du carbone et de l'azote) dans un sol calcaire de la région d'El Madher (w. Batna). Incidences sur les microflores telluriques et le comportement d'une graminée fourragère (*Avena alba*). Thèse Mag. Ins Agr de Batna, 108p.

4. Debba (1998) : Contribution à l'étude des boues résiduaires, intérêt agronomique et effets des polluants dans le sol et le végétal thèse magister INA, 144p.

5. Dommergues et Mangenot (1970) : Ecologie microbienne du sol Edit. Masson et Cie, Paris, 783p.

6. Guidi G. et Hall J.E.(1984):

Effects of sewage sludge on the physical and chemical properties of soils. In proceeding and use of sewage sludge. Edit. L'Hermite. OTT and REIDEL, pp 295 – 305.

7. Hattori et Mukai (1986): Decomposition of sewage sludge in soil as affected by their organic matter composition, Soil Sc. Plant. Nutria. (3252), pp 421-432.

8. Kirkham (1974): disposal of sludge on land. Effects on soils, plants and ground water compost. Sc. Mars-Avril, pp:6-10.

9. Lindmann W. C; Connel G; Urquhart NS, (1988): Previous sludge addition effects on nitrogen mineralization in freshly soil Sc. Soc. Ann. J. Vol.52, pp109-119.

10. Maameria A , (1991) : Etude expérimentale de la biodégradation des boues résiduaires dans certains sols des zones semi-arides. Interactions micro-flores – boues résiduaires. Mémoire d'ingénieur. Institut d'agronomie, Université de Batna, 59p.

11. Pommel B , (1978) : Valorisation des boues résiduaires, station des problèmes en France. Cycle formation permanente 18-20/4/1978. ENSAIA. NANCY 8P.

12. Sbih M , (1990): Etude de la bio-dégradation des boues résiduaires de station d'épuration : effet sur la biodisponibilité du phosphore pour le végétal. Mémoire de D.E.A. laboratoire d'agronomie, centre de GRIGNON France, 39p.

13. Terry et coll., (1981): Variable nature of chemical composition of sewage sludge S.J. Envit qual 5, pp 303-306.

14. Zaabboub I , (1992) : Effet de l'irrigation par les eaux usées sur quelques propriétés physico-chimique du sol et risque de pollution. Mémoire d'ingénieur Institut d'agronomie, université de Batna, 45p.

15. Zemouri S , (1999) : Essai de valorisation agronomique des boues résiduaires. Thèse d'ingénieur institut d'agronomie. Université de Batna, 54p.

16. Winsemius, P., (1995) : Directive du conseil à la protection de l'environnement, 15 p.