



Programme
« Gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain »

Action A10
Valorisation des eaux usées par lagunage
dans les pays en voie de développement

avec un financement de :



Volet « Action pilote »

Capacité d'épuration des lentilles d'eau sous conditions africaines et valorisation de la biomasse produite



Sani Mahaman LAOUALI
Faculté des Sciences, Département chimie
Université Abdou Moumouni, Niger
octobre 2002

mis à jour par Martin SEIDL (CEREVE)
janvier 2003

I. INTRODUCTION

Le Niger est une des régions les plus chaudes du globe, un pays continental dont le Sahara occupe les 4/5 du territoire, un pays où les contraintes physiques, essentiellement climatiques, ont une influence dominante sur le développement et la vie de l'homme. Le trait le plus marquant du climat du Niger est la sécheresse, liée à l'insuffisance des précipitations et des fortes températures.

Les précipitations diminuent très rapidement du sud, recevant plus de 800 mm par an, vers le nord atteignant à peine 100 mm. La pluviométrie est marquée par une saison sèche et par une saison humide. Les mois les plus arrosés (juillet et août) reçoivent de fortes précipitations pouvant dépasser 40 mm/jour. La moyenne annuelle des pluies à Niamey est de l'ordre 600 mm.

Les températures moyennes, aussi bien le jour comme la nuit, sont très élevées et se situent autour de 28°C. Toutes les régions connaissent un régime thermique avec un maximum en mai - juin et un autre en septembre - octobre. Pour Niamey, la moyenne des maxima est de l'ordre de 36 °C et la moyenne des minima se situe autour 22°C

La ville de Niamey est installée sur les rives du fleuve Niger qui la traverse sur une longueur de 15 km. Elle est divisée en 3 communes, chacune avec son propre corps administratif, chargé des services publics aux citoyens. Sa superficie est 24 000 ha dont 9 000 ha urbanisés. En 2000 la population de Niamey a été estimée à 650 000 habitants. Il n'existe pas des systèmes complets d'évacuation et de traitement des eaux usées domestiques dans la ville de Niamey. Seul quelques institutions (hôpitaux) et industries possèdent des installations à boues activées pour le traitement, mais souvent mal entretenues ou exploitées.

L'Université de Niamey possède une station pilote de traitement des eaux usées par lagunage construite sur financement de la commission européenne et co-dirigée par AQUADEV et l'Université de Niamey.

Cette étude a pour objectif de tester en petite échelle, sous conditions africaines, le traitement des eaux usées par lagunage à macrophytes utilisant la Lentille d'eau. L'objectif est double : rendement épuratoire combiné avec la production de biomasse utile en vue de sa commercialisation directe ou indirecte.

II. MATERIEL ET METHODE :

LE SITE EXPERIMENTAL :

Le site expérimental de lagunage est situé sur le rive droite du fleuve Niger sur le terrain de l'Université et reçoit les eaux usées du complexe universitaire

La station pilote est composée de 18 bassins numérotés de 1 à 18 dont :

1. Une fosse anaérobie de 1 m de diamètre pour une profondeur utile de 2,85 m. C'est une fosse souterraine dont les parois sont en béton armé d'une épaisseur de 10 cm.

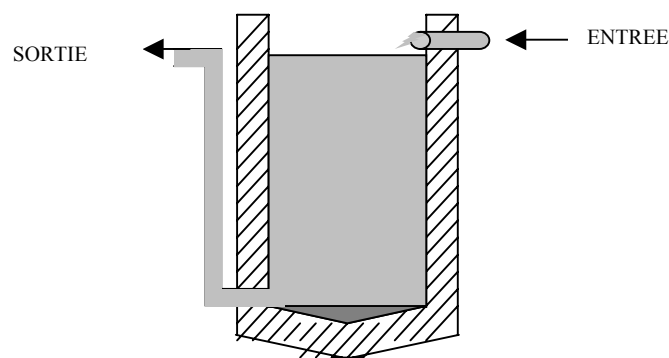


Figure : Coupe verticale du bassin anaérobie

2. 17 bassins coniques de forme identique recouverts d'une bâche en géo-membrane résistante aux rayons UV. Les surfaces du plan d'eau dans ces bassins varient de 13,5 m² à 15,5 m² et les profondeurs entre 0,7 m et 1 m.

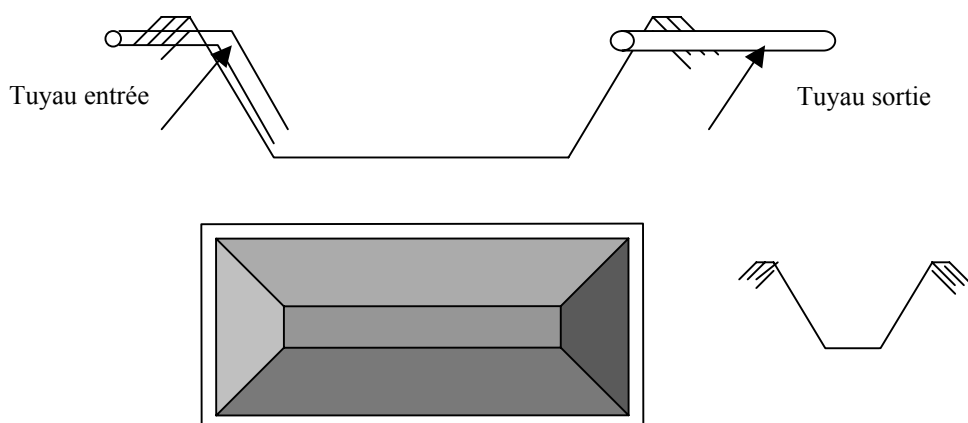


Figure : Coupe horizontale et verticale d'un bassin

Les bassins sont groupés par 3 formant ainsi 6 filières de 3 bassins chacune.

Légende :

- B0 : Cuve d'homogénéisation
- B13 à B18 : Filière Lemna
- B13 à B15 : Bassin microphytes
- B16 à B18 : Bassin macrophytes
- S : Bassin avec Tilapia

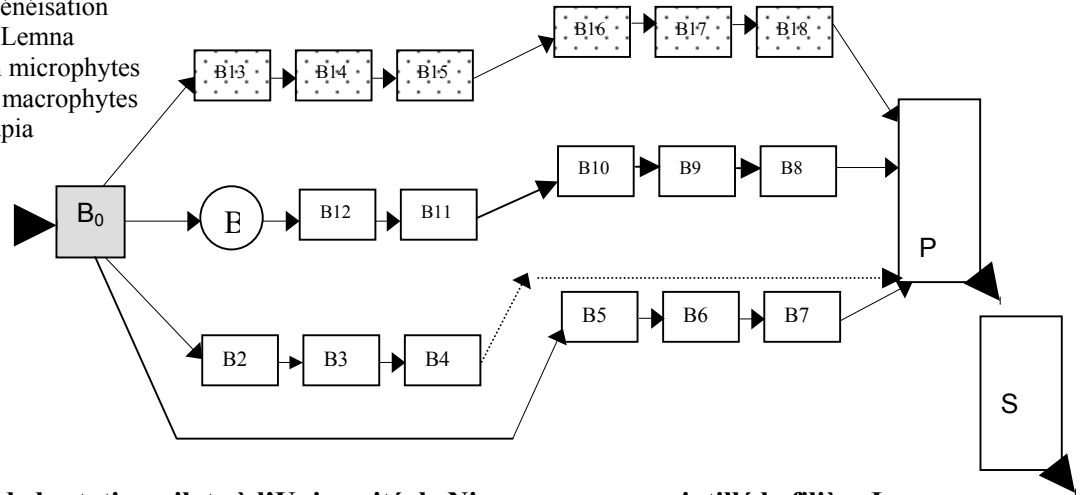


Figure : Schéma de la station pilote à l'Université de Niamey avec en pointillé la filière Lemna.

La jonction entre deux bassins est faite à l'aide d'un tuyau PVC de 2 cm de diamètre interne. L'alimentation est faite par le haut et la sortie par le bas du bassin. Selon le schéma ci dessous.

Le système offre la possibilité de jonction entre 2 filières de 3 trois bassins pour en faire une filière de 6 bassins. C'est le cas de la filière lemna qui regroupe les bassins N° 13, 14, 15, 16, 17 et 18.

Tableau : Les dimensions de ces bassins sont consignées dans le tableau suivant :

N° bassin	Longueur (m)	Largeur(m)	Profondeur(m)	Surface (m ²)
13	5,55	2,45	0,71	13,6
14	5,8	2,45	1,08	14,2
15	5,5	2,6	1	14,3
16	5,6	2,65	1	14,8
17	5,75	2,55	0,97	14,7
18	5,4	2,8	1,1	15,1

Le débit à l'entrée de la filière est réglé à l'aide d'une vanne en PVC fixée au tuyau d'alimentation de 3,5 cm de diamètre interne.

La filière lemna composée de 6 bassins est alimentée avec un débit de 3 m³ par jour répartis en 5 cuvées de 23 minutes environ chacune. (les heures des cuvées sont les suivantes : 7 heures, 10 heures, 13 heures, 16 heures et 19 heures.).

Les trois premiers bassins de la filière lemna (bassins N° 13, 14 et 15) sont des bassins facultatifs et les trois derniers à savoir les bassins N° 16, 17 et 18 sont à lemna. L'ensemencement des trois derniers bassins a été fait le 30/01/02 avec 1,9 kg de lemna pour chaque bassin.

Méthodes d'analyse et d'échantillonnage :

Physico - chimie

La vérification du débit est faite environ une fois par semaine par la méthode chrono-seau.

Un profil de débit entre tous les bassins est réalisé par la même méthode toutes les 3 à 4 semaines.

Les paramètres physico-chimiques analysés sont : le pH, la température, l'oxygène dissous et la conductivité. Ils sont mesurés deux fois par jour à savoir le matin à 7 heures et au zénith à 15 heures. Les mesures ont été effectuées dans un premier temps tous les jours de la semaine à l'exception des dimanches et jours fériés. A partir du 12/03/02, après examen et analyse des résultats obtenus, les mesures de ces paramètres ont été ramenées à deux fois par semaine.

Tous les paramètres physico-chimiques sont mesurés in situ, à environ 10 cm de la surface de l'eau, après une légère agitation de l'électrode et une stabilisation de l'affichage sur l'appareil de mesure.

L'appareil de mesure est un multi-paramètre Multiline P4 WTW capable de mesurer le pH, la température, l'oxygène dissous et la conductivité . Les électrodes utilisées sont les suivantes :

PH : électrode combinée avec sonde de température SenTix 97/T

Oxygène dissous : sonde à oxygène dissous Cellox 325

Conductivité : Cellule de conductivité standard TeraCon 325

Les paramètres qui caractérisent la pollution organique et les sels nutritifs sont mesurés une fois par semaine sur des prélèvements ponctuels réalisés à la sortie de chaque bassin. Ces prélèvements sont réalisés dans des flacons en PVC entre 7 heures et 8 heures le matin. Les analyses sont effectuées dans les 12 heures qui suivent les prélèvements.

A l'entrée de la filière, en plus des prélèvements ponctuels, un échantillonnage est réalisé à chaque cuvée tous les jours de la semaine à l'exception du dimanche et les jours fériés. Les 5 échantillons des différentes cuvées sont ensuite mélangés en vue de faire les mesures de la DCO brute et filtrée, du NTK brut et filtré et de NH₄.

Les paramètres analysés et les méthodes utilisées sont :

La DBO5 : méthode manométrique avec des manomètres OxiTop à affichage numérique LED qui se fixe directement sur le flacon de DBO.

Un certain volume d'échantillon est introduit dans le flacon. La consommation d'oxygène induit une production de CO₂ absorbé par un piège à soude créant ainsi une dépression enregistrée par le manomètre. Cette dépression est liée par corrélation à la DBO en fonction du volume de l'échantillon.

La DCO : La méthode utilisée est la norme française AFNOR NF T 90-101.

L'échantillon à analyser est chauffé à 150°C pendant 2 heures en présence d'une quantité connue de dichromate de potassium et d'un mélange acide sulfurique –sulfate d'argent. Après refroidissement, l'excès de dichromate est mesuré par titration avec une solution standard de sulfate de fer et d'ammonium.

Les MES : La méthode utilisée est la norme française AFNOR NF T 90-105.

Un certain volume d'échantillon est filtré sur du filtre GF/C. le poids des matières retenues est déterminé par pesée différentielle du filtre après passage à l'étuve à 105°C pendant 2 heures.

Le NTK : L'expression de NTK regroupe l'azote organique et l'azote ammoniacal. Il est déterminé à l'aide de la norme française AFNOR NF T 90-110.

L'échantillon à analyser est minéralisé à 350°C pendant 2 heures en milieu acide sulfurique en présence de sélénium comme catalyseur. Après refroidissement, l'azote ammoniacal obtenu est déplacé par une solution de soude et entraîné par la vapeur d'eau puis dosé par volumétrie.

Les ions NH_4^+ : La méthode utilisée est la norme française AFNOR NF T 90-015.

Les ions ammoniums forment en milieu alcalin un composé bleu par réaction avec le phénol et l'hypochlorite en présence de nitroprussiate comme catalyseur. L'intensité de la coloration est mesurée au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 630 nm.

Les ions PO_4^{3-} : Ils sont déterminés par la méthode de la norme Française AFNOR NF T 90-033.

Les orthophosphates contenus dans certain volume d'échantillon filtré donnent un complexe phosphomolibdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue, mesurée par colorimétrie à 880 nm.

Les ions NO_2 : La méthode utilisée est la norme française AFNOR NF T 90-013.

L'échantillon filtré est traité par le réactif de diazotation. Il forme un complexe de couleur rose qu'on mesure au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 540 nm.

Tableau d'échantillonnage

		récolte lemna	échantillonnage MES, N, P, DCO, bact	t, pH, O2 à -10cm	t, pH, O2 profil	débit
lundi						
mardi	matin	oui <10h	Bo	oui à 7h		
	après-midi			oui à 15h		
mercredi	matin		Bo		1 sur 4	1 sur 4
	après-midi					
jeudi	matin	oui <10h	Bo	oui à 7h		
	après-midi			oui à 15h		
vendredi	matin		à la sortie de tous les bassin avant 8h			
	après-midi					
samedi	matin	oui <10h	Bo	oui à 7h		
	après-midi			oui à 15h		
dimanche						

Récolte des lemnas et mesure des paramètres physico-chimiques se fait tous les Mardi, Jeudi et Samedi. Le prélèvement des échantillons pour analyse au laboratoire les Vendredi. Un mercredi sur quatre on effectue les profils.

Récolte des lemnas :

Les lemnas sont récoltés une fois tous les deux jours dans chaque bassin. Les récoltes sont faites à l'aide des tamis de avec un grillage de 0,8 à 1 mm de diamètre. L'estimation de la densité au m² est faite à l'aide d'un carré flottant en PVC de 1m². Du 01/02/02 au 11/03/02, les lemnas sont d'abord récoltés par m² puis par bassin. A compter du 12/03/02, on récolte d'abord les lemnas par bassin puis on homogénéise le milieu et on effectue la récolte par m².

La récolte de la biomasse s'effectuait manuellement 3 fois par semaine (mardi, jeudi, samedi), en récoltant entre un tiers et la moitié de la surface du bassin. Après ré-étalage de la fraction restante la nouvelle densité de départ était estimée. L'ensemble de la biomasse récoltée était pesé pour obtenir le poids humide, une partie était utilisée pour l'estimation de la matière sèche et la partie restante pour l'alimentation de Tilapia. La détermination des teneurs en N après séchage des lemnacées se faisait en utilisant la méthode ISO pour l'azote Kjeldahl.

Tilapia

La station pilote de Niamey possède deux bassins P et S peuplés de poissons Tilapia. Le bassin S, avec une superficie d'environ 30 m² et une profondeur de 50 cm a été divisé en deux par un grillage plastique etensemencé avec des alevins de Tilapia provenant du fleuve Niger d'une taille moyenne de l'ordre de 10 cm (12g). La densité initiale était approximativement de 5 à 6 individus le m² (70 g/m²).

Dans la partie S1, les poissons n'étaient pas nourris, tandis que dans la partie S2, les Tilapia étaient nourris avec un mélange des Lemnacées récoltées sur les bassins B16 au B18. L'alimentation, de l'ordre de 500 grammes de lentille fraîche par jour et par kilo de poisson est consommée en quelques heures. Dans les deux cas les poissons peuvent se nourrir également de débris provenant de sédiment.

Microbiologie

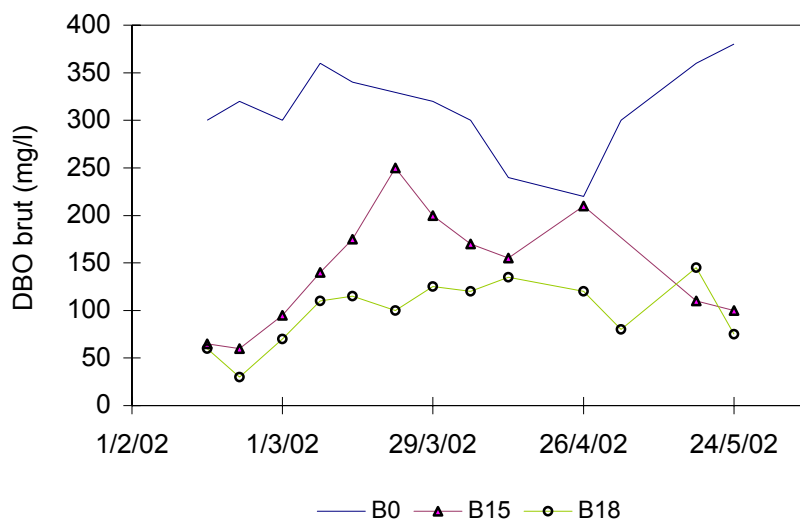
Description non fournie par Aquadev et UAM à ce jour !!

Tableau : Résumé des paramètres opérationnels du système de traitement

Paramètre	Spécification
<u>Filière</u>	
débit entrant	3 m ³ /j (75% à la sortie)
séjour	16 j
capacité	30 à 60 équivalents
traitement	2 m ² /équivalent
<u>Microphytes</u> :	1 bassin anaérobie + 1 bassin facultatif + 1 bassin de maturation
charge globale	1 kg BDO/j
charge bassin anaérobie	160 g/m ³ /j (théorique à 25°C : 300 g/m ³ /j)
charge bassin facultatif	325 kg/ha/j (0.4 Φ _{in} , théorique à 25°C : 350 kg/ha/j)
<u>Macrophytes</u> :	3 bassins de Lentille d'eau
densité	230 g/m ² (moyenne identique pour les 3 bassins)
extraction	500 –1500 kg/ha/j
<u>Bassin</u>	tous les bassins sont identiques, entrée à la surface, sortie à -0.5 m
volume	7 m ³ (L*I*h = 5.6*2.6*1.0 m)
superficie	14.2 m ²

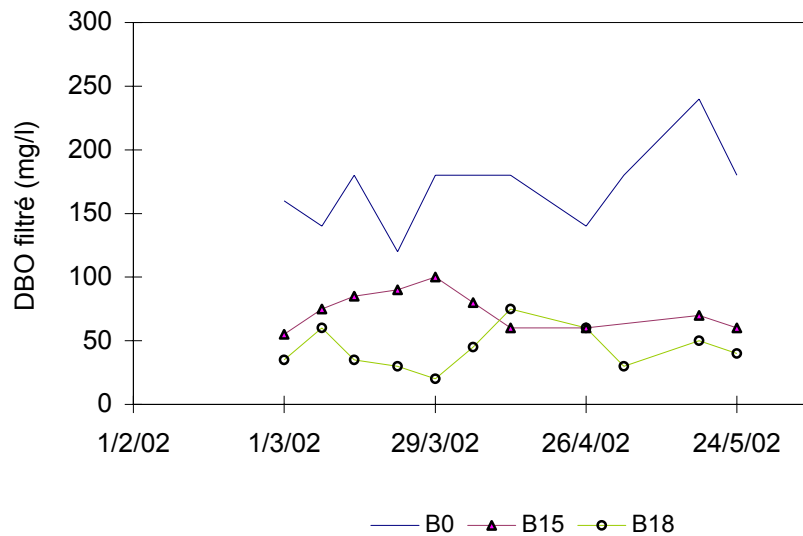
III. RESULTATS

DBO Brute en mg/l	B0	B0*	B15	B16	B17	B18	S	rendement %
37295								
15-févr-02	300		65	45	50	60	35	80.00
21-févr-02	320		60	50	40	30	10	90.63
1-mars-02	300		95	75	95	70	50	76.67
8-mars-02	360		140	90		110	70	69.44
14-mars-02	340		175	160	105	115	100	66.18
22-mars-02	#N/A		250	155	160	100	120	
29-mars-02	320		200			125	90	60.94
5-avr-02	300		170			120	135	60.00
12-avr-02	240		155			135	125	43.75
19-avr-02	#N/A		#N/A			#N/A		
26-avr-02	220		210			120	155	45.45
3-mai-02	300		#N/A			80	125	73.33
10-mai-02	#N/A		#N/A			#N/A		
17-mai-02	360		110			<u>145</u>	145	59.72
24-mai-02	380		100			75	115	80.26
	<u>#N/A</u>							<u>67.20</u>



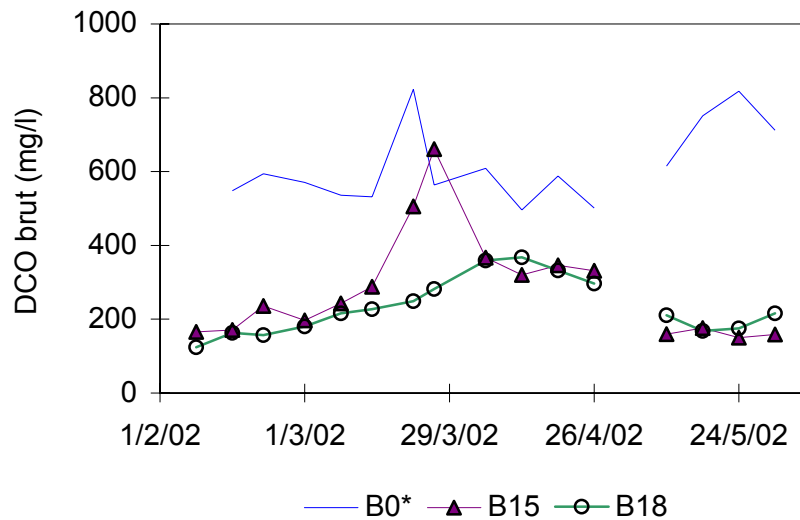
DBO filtré

DBO filtré en mg/l	B0	B15	B16	B17	B18	S	rendement %
8-févr-02							
15-févr-02							
21-févr-02							
1-mars-02	160	55	50	55	35	30	78.13
8-mars-02	140	75	80		60	40	57.14
14-mars-02	180	85	60	45	35	40	80.56
22-mars-02	120	90	45	40	30	30	75.00
29-mars-02	180	100			20	20	88.89
5-avr-02	180	80			45	35	75.00
12-avr-02	180	60			75		58.33
19-avr-02	#N/A	#N/A			#N/A		
26-avr-02	140	60			60	50	57.14
3-mai-02	180	#N/A			30	40	83.33
10-mai-02	#N/A	#N/A			#N/A		
17-mai-02	240	70			50	45	79.17
24-mai-02	180	60			40	50	77.78
	<u>312.00</u>				<u>43.64</u>		<u>73.68</u>



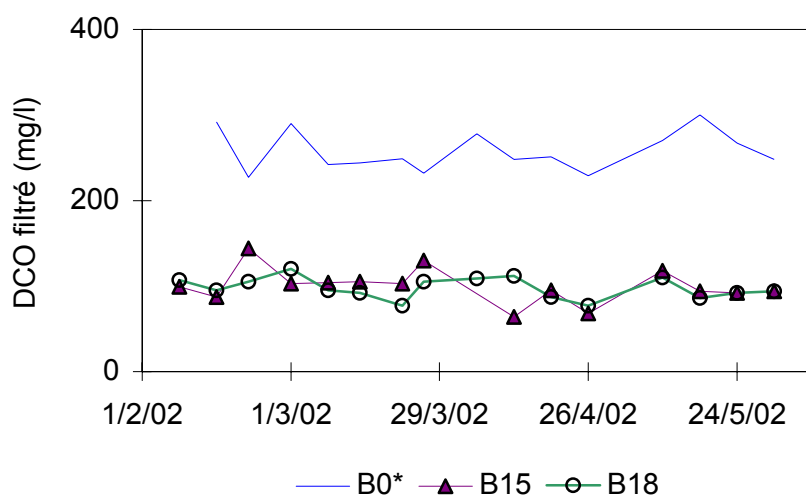
DCO Brute

DCO Brute en mg/l	B0	B0*	B15	B16	B17	B18	S	rendement %
8-févr-02			166	107	158	124		
15-févr-02	532	548	171	154	137	163	60	70.26
21-févr-02	497.5	594	236	201	183	157	52	73.57
1-mars-02	571	571	197	180	189	180	120	68.48
8-mars-02	536	536	243	199	190	216	112	59.70
14-mars-02	541	532	288	244	218	227	157	57.33
22-mars-02	669	823	506	386	291	249	223	69.74
26-mars-02	1297	564	661			282	156	50.00
5-avr-02	576	609	367			359	192	41.05
12-avr-02	496	496	320			368	160	25.81
19-avr-02	657	588	346			332.5	199	43.45
26-avr-02	612	501	331			297	238	40.72
2-mai-02								
10-mai-02	454	615	160			211	236	65.69
17-mai-02	423	751	176			168	226	77.63
24-mai-02	693	818	150			175	217	78.61
31-mai-02	643	712	159			216		69.66
	613.17	617.20						59.45



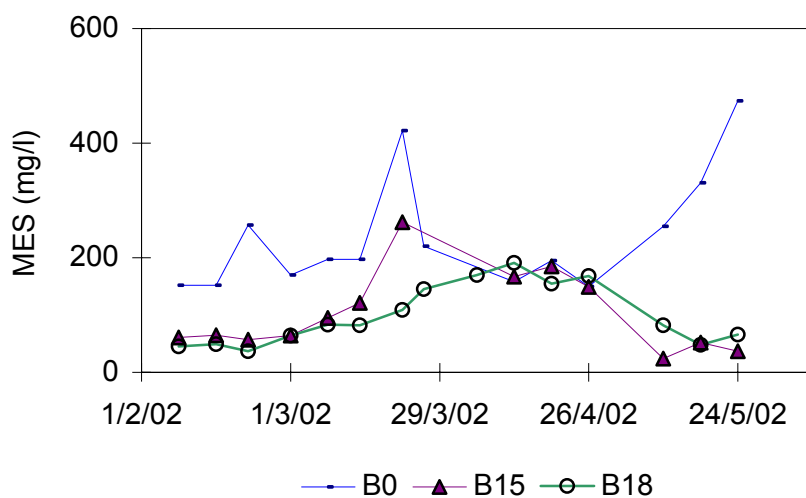
DCO Filtrée

DCO Filtrée mg/l	B0	B0*	B15	B16	B17	B18	S	rendement %
8-févr-02			99	91	107	107		
15-févr-02	279	292	87	61	104	95	35	67.47
21-févr-02	174.5	227	144	114	114	105	35	53.74
1-mars-02	<u>190</u>	290	103	120	103	120	26	58.62
8-mars-02	242	242	104	95	95	95	74	60.74
14-mars-02	262	244	105	122	105	92	61	62.30
22-mars-02	214	249	103	94	86	77	51	69.08
26-mars-02	408	232	130			105	55	54.74
5-avr-02	200	278	#N/A			109	84	60.79
12-avr-02	180	248	64			112	80	54.84
19-avr-02	225	251	95			<u>87</u>	87	65.34
26-avr-02	263	229	68			77	77	66.38
2-mai-02		#N/A	#N/A			#N/A		
10-mai-02		270	118			110	93	59.26
17-mai-02	168	300	94			86	78	71.33
24-mai-02	267	267	92			92	84	65.54
31-mai-02	209	248	94			94		62.10
			<u>100.00</u>					<u>62.15</u>



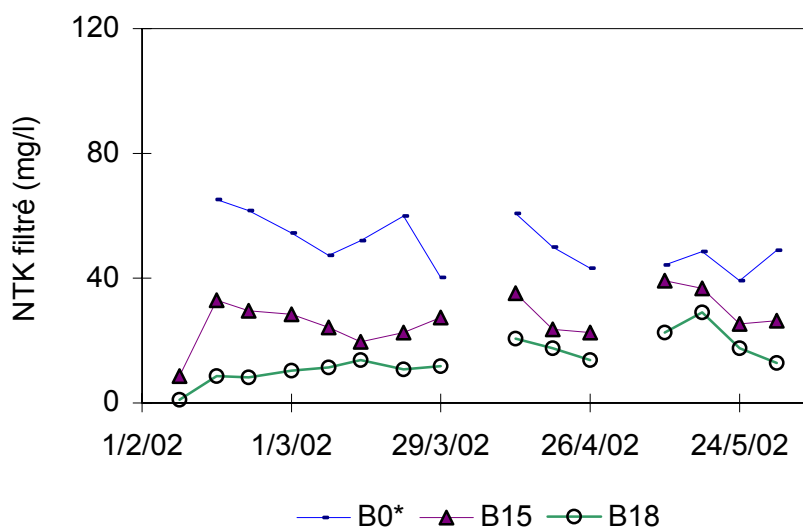
MES

MES en mg/l	B0	B15	B16	B17	B18	S	rendement %
8-févr-02	152	61	16	46	45		70.39
15-févr-02	152	65	30	22	49	25	67.76
21-févr-02	257	57	53	40	37	23	85.60
1-mars-02	170	64	32	54	64	48	62.35
8-mars-02	197	95	45	53	83	34	57.87
14-mars-02	197	121	72	61	82	68	58.38
22-mars-02	422	262	195	140	109	86	74.17
26-mars-02	220	#N/A			145	71	34.09
5-avr-02	#N/A	#N/A			170	120	
12-avr-02	158	167			191	63	
19-avr-02	195	185			155	75	20.51
26-avr-02	150	149			168	105	
2-mai-02	#N/A	#N/A			#N/A		
10-mai-02	255	24			82	106	67.84
17-mai-02	331	52			48	93	85.50
24-mai-02	474	37			66	84	86.08
	<u>237.86</u>				<u>99.60</u>		<u>64.21</u>



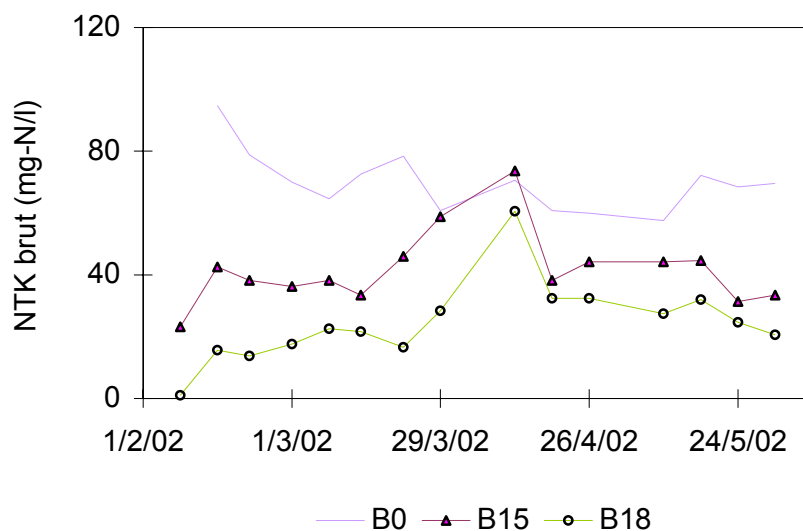
NTK Filtré

NTK Filtré mg/l	B0	B0*	B15	B16	B17	B18	S	rendement %
8-févr-02			8.6		1	1		
15-févr-02	51.2	65.2	33	20.2	14.4	8.6	6.4	83.20
21-févr-02	46	61.7	29.6			8.2		82.17
1-mars-02	46	54.5	28.4	28.4		10.4		77.39
8-mars-02	41.2	47.3	24.2	19.6		11.4		72.33
14-mars-02	48	52	19.6		16.6	13.8	6.8	71.25
22-mars-02	31.4	60	22.6	17.6	24.6	10.8	7.8	65.61
29-mars-02	52.92	40.2	27.4			11.8	11.8	77.70
5-avr-02								
12-avr-02	39.2	60.8	35.2			20.6	20.6	47.45
19-avr-02	41.16	50	23.6			17.6	17.6	57.24
26-avr-02	46.06	43.2	22.6			13.8	13.8	70.04
2-mai-02								
10-mai-02	41.16	44.2	39.2			22.6	10.8	45.09
17-mai-02	47.04	48.6	36.8			29	18.2	38.35
24-mai-02	45.08	39.2	25.4			17.6	9.8	60.96
31-mai-02	31.36	49	26.4			12.8		59.18
		51.14	26.84			14.00		64.85



NTK Brut

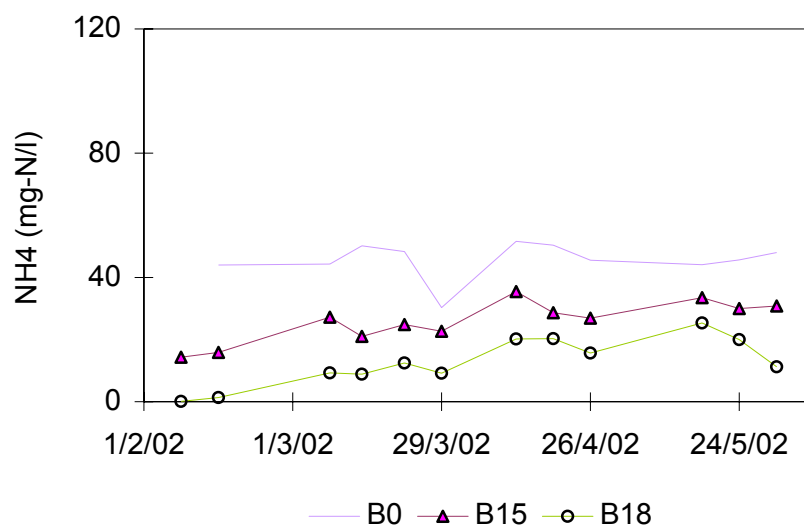
NTK Brut mg/l	B0	B0*	B15	B16	B17	B18	S	rendement %
8-févr-02	65.5		23.2	10.6	10	1		
15-févr-02	65.5	94.7	42.6	30.8	20.2	15.6	3.2	83.53
21-févr-02	65.7	78.8	38.2	30	30.8	13.8		82.49
1-mars-02	70	70	36.2	26.4	24.6	17.6		74.86
8-mars-02	64.8	64.6	38.2	33.4	26.4	22.6		65.02
14-mars-02	60.8	72.6	33.4	29.4	24.6	21.6	3.4	70.25
22-mars-02	50	78.4	46	34.4	27.4	16.6	3.9	78.83
29-mars-02	82.32	60.8	58.8			28.4	5.9	53.29
5-avr-02		#N/A	#N/A			#N/A		
12-avr-02	50	70.6	73.6			60.6	10.3	14.16
19-avr-02	58.8	60.8	38.2			32.4	8.8	46.71
26-avr-02	55.86	60	44.2			32.4	6.9	46.00
2-mai-02		#N/A	#N/A			#N/A		
10-mai-02	57.82	57.6	44.2			27.4	5.4	52.43
17-mai-02	60.76	72.2	44.6			32	9.11	55.68
24-mai-02	66.64	68.4	31.4			24.6	4.9	64.04
31-mai-02	53.9	69.6	33.4			20.6		70.40
	<u>61.89</u>							<u>61.26</u>



NH4

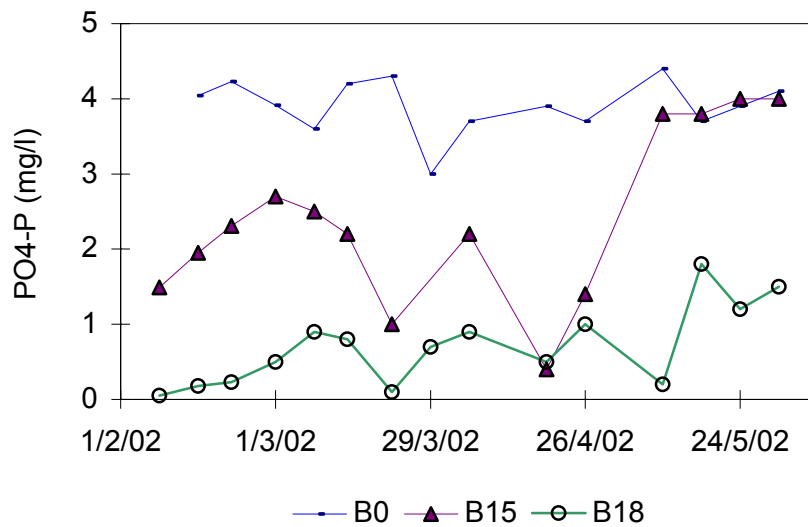
NH4 mg/l	B0	B15	B16	B17	B18	S	rendement %
8-févr-02		14.3	6.6	0.6	0.1		
15-févr-02	44	15.9	11.8	7.3	1.3		97.05
21-févr-02	#N/A	#N/A			#N/A		
1-mars-02	#N/A	#N/A			#N/A		
8-mars-02	44.3	27.2	23.2	17.1	9.3	9.8	79.01
14-mars-02	50.2	21	21.4	16	8.9	3.6	82.27
22-mars-02	48.4	24.8	19.2	15	12.5	6.9	74.17
29-mars-02	30.3	22.7			9.15	6.4	69.80
5-avr-02	#N/A	#N/A			#N/A		
12-avr-02	51.6	35.5			20.2	8.1	60.85
19-avr-02	50.4	28.7			20.3	8.5	59.72
26-avr-02	45.6	26.9			15.7	6.3	65.57
2-mai-02	#N/A	#N/A			#N/A		
10-mai-02	#N/A	#N/A			#N/A		
17-mai-02	44.1	33.5			25.4	9	42.40
24-mai-02	45.7	30			20	7.1	56.24
31-mai-02	48	30.8			11.2		76.67
	45.69				12.84		69.43

NO3 (mg/l)	B0	B15	B16	B17	B18		rendement %
15-févr-02	0.11	0.074	0.041	0.085	0		-35.71
21-févr-02	0.14	-	0.19	0.15	0.19		#DIV/0!



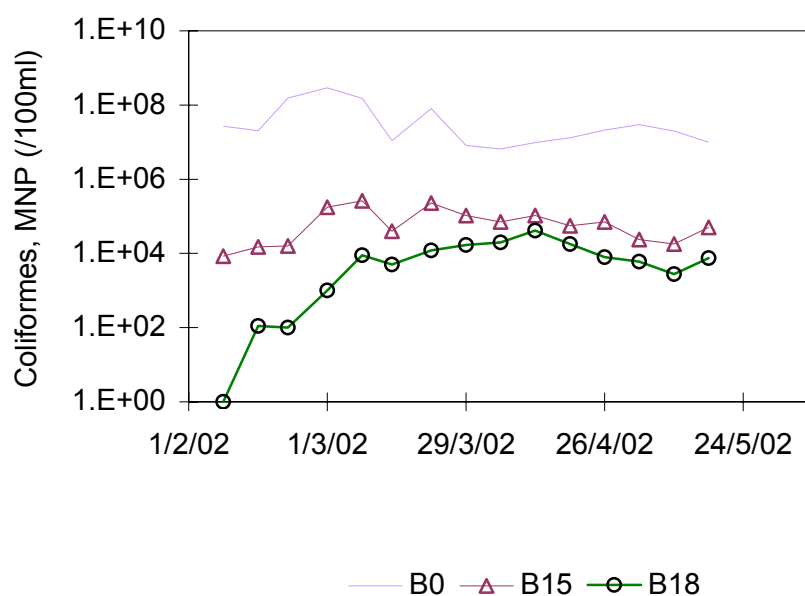
PO4

PO4 mg/l	B0	B15	B16	B17	B18		rendement %
8-févr-02		1.49	0.49	0.99	0.05		
15-févr-02	4.04	1.95	1.45	0.89	0.18		95.54
21-févr-02	4.23	2.31	1.52	1.79	0.23	0.3	94.56
1-mars-02	<u>3.915</u>	2.7	2.1	1.3	0.5	0.3	87.23
8-mars-02	3.6	2.5	2.1	1.5	0.9	0.6	75.00
14-mars-02	4.2	2.2	1.8	1.4	0.8	1.8	80.95
22-mars-02	4.3	1	0.2	0.1	0.1	0.2	97.67
29-mars-02	3	#N/A			0.7	0.2	76.67
5-avr-02	3.7	2.2			0.9	0.2	75.68
12-avr-02	#N/A	#N/A			#N/A		
19-avr-02	3.9	0.4			0.5	0.3	87.18
26-avr-02	3.7	1.4			<u>1</u>	1	72.97
2-mai-02	#N/A	#N/A			#N/A		
10-mai-02	4.4	3.8			0.2	0.6	95.45
17-mai-02	3.7	3.8			1.8	0.5	51.35
24-mai-02	3.9	4			<u>1.2</u>	1.2	69.23
31-mai-02	4.1	4			1.5		63.41
	<u>3.91</u>				<u>#N/A</u>		<u>80.21</u>



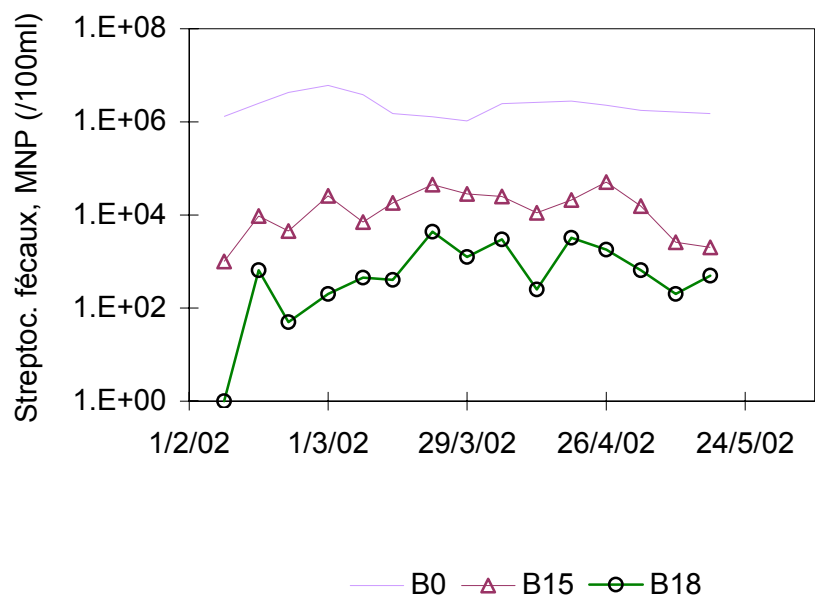
Coliformes

Colif (UL)	B0	B15	B18	rendement %
8-févr-02	2.70E+07	8.50E+03	1.00E+00	100.00
15-févr-02	2.05E+07	1.50E+04	1.10E+02	100.00
21-févr-02	155250000	1.60E+04	1.00E+02	100.00
1-mars-02	2.90E+08	1.75E+05	1.00E+03	100.00
8-mars-02	150500000	2.60E+05	9.00E+03	99.99
14-mars-02	1.10E+07	4.00E+04	5.00E+03	99.95
22-mars-02	80750000	2.30E+05	1.20E+04	99.99
29-mars-02	8200000	1.05E+05	1.70E+04	99.79
5-avr-02	6.60E+06	7.00E+04	2.00E+04	99.70
12-avr-02	9800000	1.05E+05	4.15E+04	99.58
19-avr-02	1.30E+07	5.60E+04	1.80E+04	99.86
26-avr-02	21250000	7.00E+04	8.00E+03	99.96
3-mai-02	2.95E+07	2.35E+04	6.00E+03	99.98
10-mai-02	19750000	1.80E+04	2.75E+03	99.99
17-mai-02	1.00E+07	5.00E+04	7.50E+03	99.93
	<u>5.69E+07</u>		<u>9.86E+03</u>	<u>99.91</u>



Streptocoques

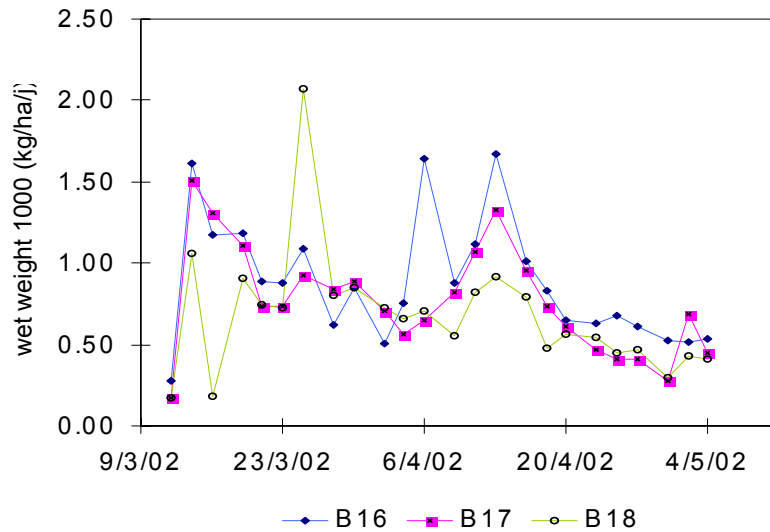
Strepto (UL)	B0	B15	B18	rendement %
8-févr-02	1.30E+06	1E+03	1.00E+00	99.97
15-févr-02	2.50E+06	9.50E+03	6.50E+02	100.00
21-févr-02	4300000	4.50E+03	5E+01	100.00
1-mars-02	6.10E+06	2.55E+04	2.00E+02	99.99
8-mars-02	3800000	7.00E+03	4.50E+02	99.97
14-mars-02	1.50E+06	1.80E+04	4.05E+02	99.66
22-mars-02	1275500	4.50E+04	4.35E+03	99.88
29-mars-02	1.05E+06	2.80E+04	1.25E+03	99.88
5-avr-02	2.45E+06	2.50E+04	3.00E+03	99.99
12-avr-02	2625500	1.10E+04	2.50E+02	99.89
19-avr-02	2.80E+06	2.10E+04	3.20E+03	99.92
26-avr-02	2275000	5.05E+04	1.80E+03	99.96
3-mai-02	1.75E+06	1.55E+04	6.50E+02	99.99
10-mai-02	1625000	2.60E+03	2.00E+02	99.97
17-mai-02	1.50E+06	2.00E+03	5.00E+02	99.95
	<u>2.46E+06</u>		<u>1.13E+03</u>	



Production des lemnas

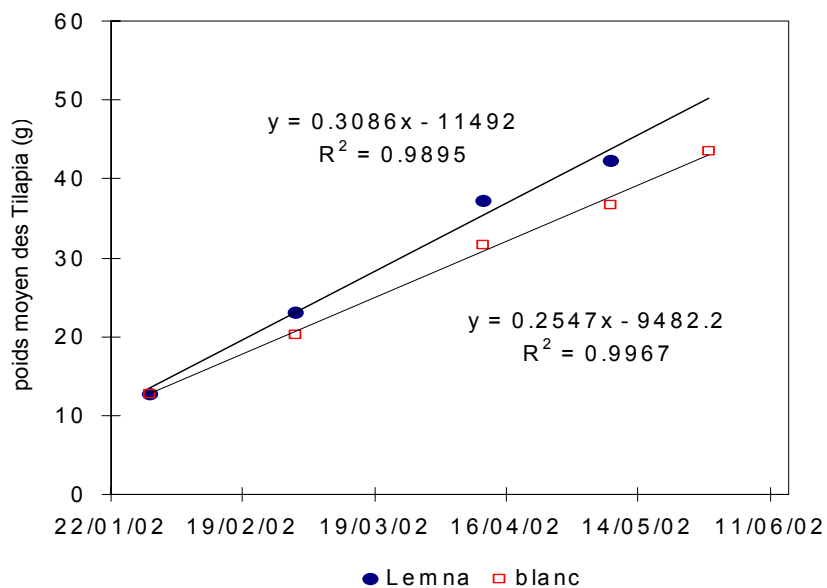
	B16			B17			B18		
surface (m ²)	14.63			14.45			14.91		
t=0	130.7			132.3			128.3		
Date	recolte sur 1 m ² (g)	recolte suppl. (g)	productivité *1000 (kg/ha/j)	recolte sur 1 m ² (g)	recolte suppl. (g)	productivité *1000 (kg/ha/j)	recolte sur 1 m ² (g)	recolte suppl. (g)	productivité *1000 (kg/ha/j)
30-janv-02	139			140			136		
31-janv-02	235			180			173		
1-févr-02	373			281			311		
4-févr-02	221			275			215		
5-févr-02	284			439			452		
7-févr-02	930			370			498		
9-févr-02	467	4935		368	1362		280		
11-févr-02	304			351			328		
13-févr-02	330			253			317		
15-févr-02	417			316			295		
17-févr-02	632	8808		407	5697		260		
19-févr-02	406			320			320		
20-févr-02		3949			3383				
24-févr-02	549	7667		590	5521		363		
26-févr-02	461			378			395		
27-févr-02		5600	1.38		3272			5885	
12-mars-02	378	4854	0.28	284	2902	0.17	292	3081	0.17
14-mars-02	204	4514	1.61	316	4038	1.51	299	2851	1.06
16-mars-02	248	3177	1.17	163	3627	1.31	178	366	0.18
19-mars-02	215	4959	1.18	155	4637	1.11	228	3831	0.91
21-mars-02	188	2395	0.88	168	1953	0.73	200	2020	0.74
23-mars-02	302	2263	0.88	240	1873	0.73	253	1923	0.73
25-mars-02	275	2916	1.09	243	2425	0.92	216	5944	2.07
28-mars-02	205	2525	0.62	344	3291	0.84	216	3360	0.80
30-mars-02	171	2304	0.85	324	2231	0.88	138	2397	0.85
2-avr-02	163	2060	0.51	178	2863	0.70	237	3010	0.73
4-avr-02	258	1943	0.75	174	1452	0.56	247	1713	0.66
6-avr-02	208	4599	1.64	170	1709	0.65	175	1921	0.70
9-avr-02	227	3611	0.87	260	3304	0.82	183	2273	0.55
11-avr-02	263	2991	1.11	245	2845	1.07	192	2252	0.82
13-avr-02	294	4592	1.67	377	3450	1.32	284	2459	0.92
16-avr-02	326	4112	1.01	215	3902	0.95	291	3264	0.80
18-avr-02	212	2209	0.83	231	1898	0.74	251	1165	0.47
20-avr-02	276	1609	0.64	179	1578	0.61	178	1506	0.56
23-avr-02	214	2538	0.63	218	1815	0.47	208	2215	0.54
25-avr-02	170	1809	0.68	186	991	0.41	169	1179	0.45
27-avr-02	222	1560	0.61	185	1009	0.41	179	1215	0.47
30-avr-02	255	2040	0.52	193	1004	0.28	189	1120	0.29
2-mai-02	259	1237	0.51	267	1721	0.69	245	1030	0.43
4-mai-02	291	1269	0.53	194	1106	0.45	203	1015	0.41
7-mai-02			BOUE	318	2401		239	1409	
9-mai-02	534	2584		315	1840		303	1582	
11-mai-02	356	2712		417	1606		384	1436	

productivity Lemna



Evolution du poids moyen des poissons

		30/01/02	02/03/02	11/04/02	08/05/02	29/05/02
S1						
Nombre pêché		91	13	13	10	28
Poids total	g	1168	264	411.2	366.7	1217.7
Poids moyen	g	13	20.31	31.63	36.67	43.49
Taille moyenne	cm	8.5	10		13.5	15.5
taille	cm	7-11	9 - 10.5			
		<i>pêche complète</i>			<i>pêche complète</i>	
S2 alimentation 500g lemna fraîche par jour						
Nombre pêché		91	26	19	10	109
Poids total	g	1168	600	706.3	422.8	4852
Poids moyen	g	13	23.08	37.17	42.28	44.51
Taille moyenne	cm	8.5	11		15.5	16
taille	cm	7-11	10 - 11.5			



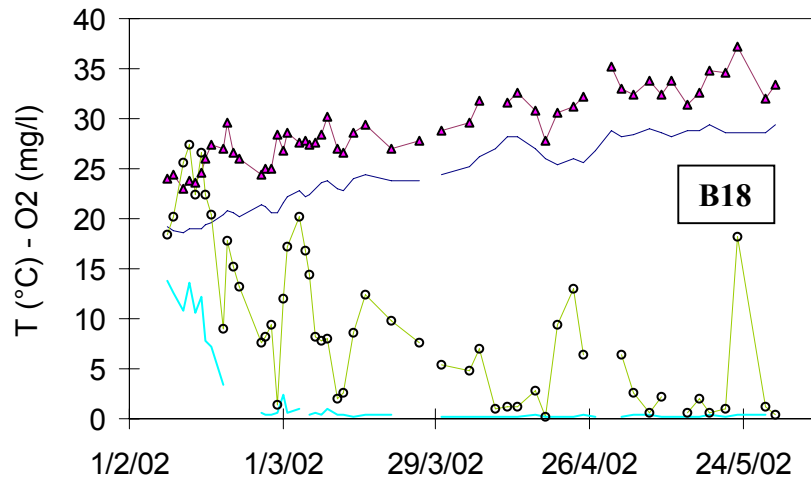
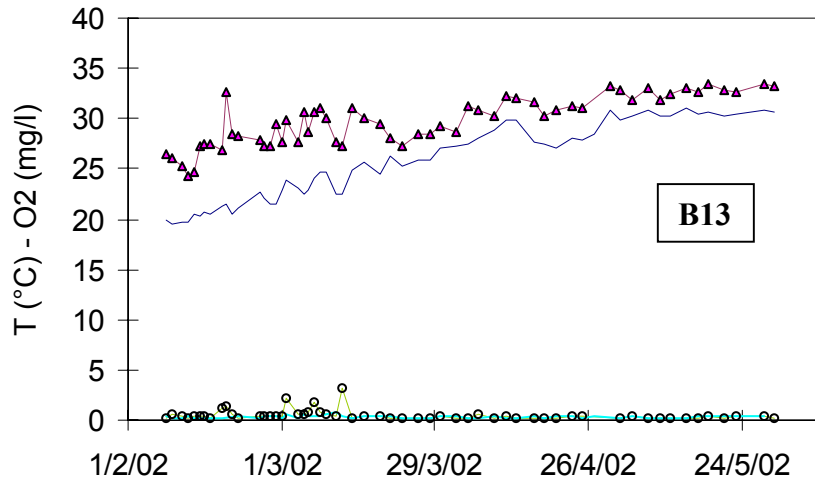
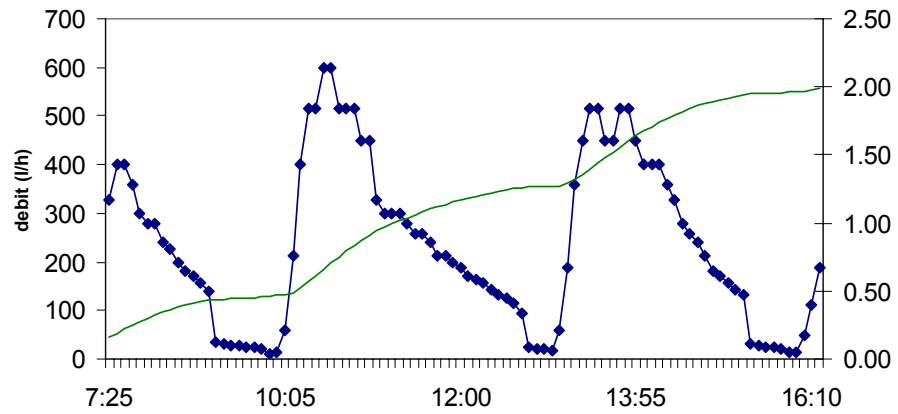
Profils de debit du 03/04/02

	B13				B14			
	heure	Temps pour 1L (second)	l/h	m3	heure	Temps pour 1L (second)	l/h	m3
bâché 1	7:25	11.00	327.27	0.16	7:38	46.00	78.26	0.01
	7:30	9	400.00	0.19	7:43	35	102.86	0.02
	7:35	9	400.00	0.22	7:48	30	120.00	0.03
	7:40	10	360.00	0.25	7:53	27	133.33	0.04
	7:45	12	300.00	0.28	7:58	25	144.00	0.05
	7:50	13	276.92	0.30	8:03	23	156.52	0.06
	7:55	13	276.92	0.33	8:08	22	163.64	0.07
	8:00	15	240.00	0.35	8:13	17	211.76	0.09
	8:05	16	225.00	0.36	8:18	17	211.76	0.11
	8:10	18	200.00	0.38	8:23	18	200.00	0.13
	8:15	20	180.00	0.40	8:28	18	200.00	0.14
	8:20	21	171.43	0.41	8:33	18	200.00	0.16
	8:25	23	156.52	0.42	8:38	21	171.43	0.17
	8:30	26	138.46	0.43	8:43	22	163.64	0.19
	8:35	104	34.62	0.44	8:48	24	150.00	0.20
	8:40	114	31.58	0.44	8:53	25	144.00	0.21
	8:45	122	29.51	0.44	8:58	27	133.33	0.22
	8:50	134	26.87	0.44	9:03	28	128.57	0.23
	8:55	142	25.35	0.45	9:08	59	61.02	0.28
	9:00	154	23.38	0.45	9:48	99	36.36	0.28
9:05	169	21.30	0.46	9:58	115	31.30	0.29	
9:50	337	10.68	0.47	10:08	112	32.14	0.29	
bâché 2	10:00	271	13.28	0.47	10:13	74	48.65	0.29
	10:05	62	58.06	0.47	10:18	45	80.00	0.30
	10:10	17	211.76	0.49	10:23	31	116.13	0.31
	10:15	9	400.00	0.52	10:28	24	150.00	0.32
	10:20	7	514.29	0.57	10:33	19	189.47	0.34
	10:25	7	514.29	0.61	10:38	14	257.14	0.36
	10:30	6	600.00	0.66	10:43	13	276.92	0.38
	10:35	6	600.00	0.71	10:48	12	300.00	0.41
	10:40	7	514.29	0.75	10:53	12	300.00	0.43
	10:45	7	514.29	0.79	10:58	9	400.00	0.47
	10:50	7	514.29	0.84	11:03	10	360.00	0.50
	10:55	8	450.00	0.88	11:08	9	400.00	0.53
	11:00	8	450.00	0.91	11:13	9	400.00	0.56
	11:05	11	327.27	0.94	11:18	10	360.00	0.59
	11:10	12	300.00	0.96	11:23	10	360.00	0.62
	11:15	12	300.00	0.99	11:28	10	360.00	0.65
	11:20	12	300.00	1.01	11:33	10	360.00	0.68
	11:25	13	276.92	1.04	11:38	10	360.00	0.71
	11:30	14	257.14	1.06	11:43	10	360.00	0.74
	11:35	14	257.14	1.08	11:48	10	360.00	0.77
11:40	15	240.00	1.10	11:53	11	327.27	0.80	
11:45	17	211.76	1.12	11:58	11	327.27	0.83	
11:50	17	211.76	1.14	12:03	12	300.00	0.85	
11:55	18	200.00	1.15	12:08	12	300.00	0.88	
12:00	19	189.47	1.17	12:13	12	300.00	0.90	
12:05	21	171.43	1.18	12:18	12	300.00	0.93	
12:10	22	163.64	1.20	12:23	12	300.00	0.95	
12:15	23	156.52	1.21	12:28	14	257.14	0.97	
12:20	25	144.00	1.22	12:33	23	156.52	0.99	

	12:25	27	133.33	1.23	12:38	23	156.52	1.00
	12:30	29	124.14	1.24	12:43	24	150.00	1.01
	12:35	31	116.13	1.25	12:48	26	138.46	1.02
	12:40	38	94.74	1.26	12:53	42	85.71	1.03
	12:45	147	24.49	1.26	12:58	54	66.67	1.04
	12:50	165	21.82	1.26	13:03	58	62.07	1.04
	12:55	183	19.67	1.27	13:08	58	62.07	1.05
bâchée 3	13:00	191	18.85	1.27	13:13	47	76.60	1.05
	13:05	60	60.00	1.27	13:18	36	100.00	1.06
	13:10	19	189.47	1.29	13:23	28	128.57	1.08
	13:15	10	360.00	1.32	13:33	18	200.00	1.10
	13:20	8	450.00	1.36	13:38	15	240.00	1.12
	13:25	7	514.29	1.40	13:43	14	257.14	1.14
	13:30	7	514.29	1.44	13:48	10	360.00	1.17
	13:35	8	450.00	1.48	13:53	11	327.27	1.20
	13:40	8	450.00	1.52	13:58	10	360.00	1.23
	13:45	7	514.29	1.56	14:03	11	327.27	1.26
	13:50	7	514.29	1.60	14:08	10	360.00	1.29
	13:55	8	450.00	1.64	14:13	10	360.00	1.32
	14:00	9	400.00	1.67	14:18	11	327.27	1.34
	14:05	9	400.00	1.71	14:23	10	360.00	1.37
	14:10	9	400.00	1.74	14:28	10	360.00	1.40
	14:15	10	360.00	1.77	14:33	10	360.00	1.43
	14:20	11	327.27	1.80	14:38	10	360.00	1.46
	14:25	13	276.92	1.82	14:43	11	327.27	1.49
	14:30	14	257.14	1.84	14:48	11	327.27	1.52
	14:35	15	240.00	1.86	14:53	12	300.00	1.54
	14:40	17	211.76	1.88	14:58	11	327.27	1.57
	14:45	20	180.00	1.89	15:03	12	300.00	1.59
	14:50	21	171.43	1.91	15:08	12	300.00	1.62
	14:55	23	156.52	1.92	15:13	13	276.92	1.64
	15:00	25	144.00	1.93	15:18	15	240.00	1.66
	15:05	27	133.33	1.94	15:23	25	144.00	1.67
	15:10	117	30.77	1.95	15:28	28	128.57	1.69
	15:15	133	27.07	1.95	15:33	56	64.29	1.69
	15:20	147	24.49	1.95	15:38	60	60.00	1.70
	15:25	157	22.93	1.95	15:43	64	56.25	1.70
	15:30	184	19.57	1.96	15:48	69	52.17	1.70
	15:40	242	14.88	1.96	15:53	75	48.00	1.71
	15:50	282	12.77	1.96	15:58	82	43.90	1.71
3 bâchées			3.27 m3/jour	1.926				

Données physico-chimiques

débit / volume écoulé entrée B13 avril 2002



— T° 7h
 —▲— T° 15h
 —○— O2 15h
 — O2 7h

NTK sur Lemna

9-févr-02	B16	B17	B18
Poids lemna	0,1030 g	0,1030 g	0,1020 g
Volume H2SO4	6,5 ml	3,7 ml	2,3 ml
Azote en % de MS	6,7% de N	3,8% de N	2,3% de N

19-mars-02	B16	B17	B18
Poids lemna	0,25g	0,25 g	0,25g
Volume H2SO4	15,2 ml	8,5 ml	5,4 ml
Azote en % de MS	6,4% de N	3,6% de N	2,2% de N
Cacide=0,76 N Vblanc=0,15 ml			

Analyses bactériologiques effectuées sur Lemna

	02/04/02	09/04/02	26/04/02	30/04/02	14/05/02
Coliformes (10 ⁵ /100 ml)					
B16	NC	5.35	NC	1.1	3.95
B17	NC	4	1.2	0.35	3.2
B18	NC	2.25	0.85	0.25	0.8
Streptocoques (10 ⁴ /100 ml)					
B16	0.33	3.20	1.45	0.10	0.55
B17	0.11	1.50	0.15	0.10	0.25
B18	0.10	0.45	0.05	0.10	0.20

Analyses bactériologiques effectuées dans le bassin des Tilapia (S)

2002	CF × 10³/100 ml		SF × 10² /100 ml
08-févr	1,95		
15-févr			
21-févr			
01-mars	1,8		1,3
08-mars	1,1		1,2
14-mars	2		1,25
22-mars	31		8,5
29-mars	3,5		4
05-avr	3		7
12-avr	14		2
19-avr	4,1		2,5
26-avr	8		1,5
03-mai	48		1,4
10-mai	60		5
17-mai	115		3,5

IV. CONCLUSION :

Cette expérience sur l'épuration des eaux usées par des lemna qui s'est déroulée pour la première fois en Afrique tropicale, semble être très intéressante de par les résultats obtenus. On peut noter que sur la DBO, on a obtenu un abattement moyen de plus de 70% sur la concentration. Valeur nettement supérieure aux valeurs rencontrées dans la littérature.

De plus, l'expérience nous montre qu'en plus du pouvoir épurateur des lemna, cette plante constitue un aliment très apprécié des poissons tropicaux comme le tilapia qui est une source de protéines très intéressante pour les pays tropicaux. Dans notre cas, sur quatre mois d'expérience, la production de tilapia a avoisiné le 475 kg/ha/mois. Ce qui est un chiffre comparable à une production semi intensive.

L'expérience nous a permis aussi de nous rendre compte que l'utilisation des lemna dans l'épuration des eaux usées sous climat chaud comme celui du Niger a des limites. C'est le cas de la conjugaison charge organique, température et production d'ammoniaque. Il serait de ce fait intéressant de poursuivre l'expérimentation sur une durée d'environ 10 mois afin de déterminer le comportement des plantes en fonction des saisons et des charges appliquées. Ce qui nous permettra de mieux apprécier la productivité des lemna en fonction des saisons et donc de définir la densité à maintenir dans un bassin pour mieux optimiser le rendement épuratoire et la charge à appliquer afin de maintenir la production des lemna.

Compte tenu des résultats obtenus sur les poissons, l'expérimentation sur ces animaux mérite également d'être renouvelée sur une plus longue durée.

Il serait enfin intéressant de tester l'élevage de la volaille et des petits ruminants avec les lemna en association avec d'autres sources de nourriture.