

UNESCO / UNEP / UNCHS / ECA

**URBAN POLLUTION OF SURFICIAL AND GROUNDWATER
AQUIFERS VULNERABILITY IN AFRICA**

Bénin, Ghana, Mali, Niger, Côte d Ivoire, Sénégal, Burkina Faso, Ethiopie, Kenya, Zambie

AQUIFERE SUPERFICIEL ET POLLUTION URBAINE EN AFRIQUE

Bénin, Ghana, Mali, Niger, Côte d Ivoire, Sénégal, Burkina Faso, Ethiopie, Kenya, Zambie

RAPPORT FINAL PHASE 2 ET BULLETINS D'ALERTE

Niamey – Niger
Février 2005

Coordonnateur National :
Pr. Boureima Ousmane

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
PARTIE A : COLLECTE ET TRAITEMENT DE DONNÉES.....	4
1 SITUATION EN JUILLET 2003	5
1.1 Données collectées	5
1.2 Traitement et représentation graphique	7
1.3 Interpretatton et analyse.....	9
1.3.1 Analyse des paramètres physico chimiques	9
1.3.2 Analyse des paramètres bactériologiques	11
2 SITUATION EN SEPTEMBRE 2003	12
2.1 Données collectées	12
2.2 Traitement et représentation graphique	13
2.3 Interpretation et analyse.....	15
2.3.1 La piezométrie	15
2.3.2 Paramètres physico-chimiques (PH, Conductivité, T°)	15
3 SITUATION EN DECEMBRE 2003	17
3.1 Données collectées	17
3.2 Traitement et représentation graphique	18
3.3 Interprétation et analyse.....	20
4 SITUATION EN JUILLET 2004	21
4.1 Données collectées	21
4.2 Traitement et représentation graphique	23
4.3 Interprétation et analyse.....	26
5 SITUATION EN SEPTEMBRE 2004	27
5.1 Données collectées	27
5.2 Traitement et représentation graphique	29
5.3 Interprétation et analyse.....	33
5.3.1 La piézométrie	33
5.3.2 La conductivité	33
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	34
PARTIE B : LES BULLETINS D'ALERTE.....	35
BULLETIN D'ALERTE DES NAPPES DE NIAMEY – N° 4 (Juillet 2003)	36
BULLETIN D'ALERTE DES NAPPES DE NIAMEY – N° 5 (Septembre 2003).....	37
BULLETIN D'ALERTE DES NAPPES DE NIAMEY – N° 6 (Décembre 2003).....	38
BULLETIN D'ALERTE DES NAPPES DE NIAMEY – N° 7 (Juillet 2004)	40
BULLETIN D'ALERTE DES NAPPES DE NIAMEY – N° 8 (Septembre 2004).....	41

INTRODUCTION

Nos activités conformément au programme indicatif de la deuxième phase de l'étude de la pollution des nappes souterraines en milieu urbain d'Afrique ont porté sur les aspects suivants :

- Finalisation et diffusion du rapport définitif de la première phase.
- Travaux de terrain pour la collecte des données physico-chimiques et la piézométrie
- Traitement et interprétation des données
- Élaboration du bulletin d'alerte
- Diffusion de l'information.

PARTIE A : COLLECTE ET TRAITEMENT DE
DONNÉES

1 SITUATION EN JUILLET 2003

1.1 Données collectées

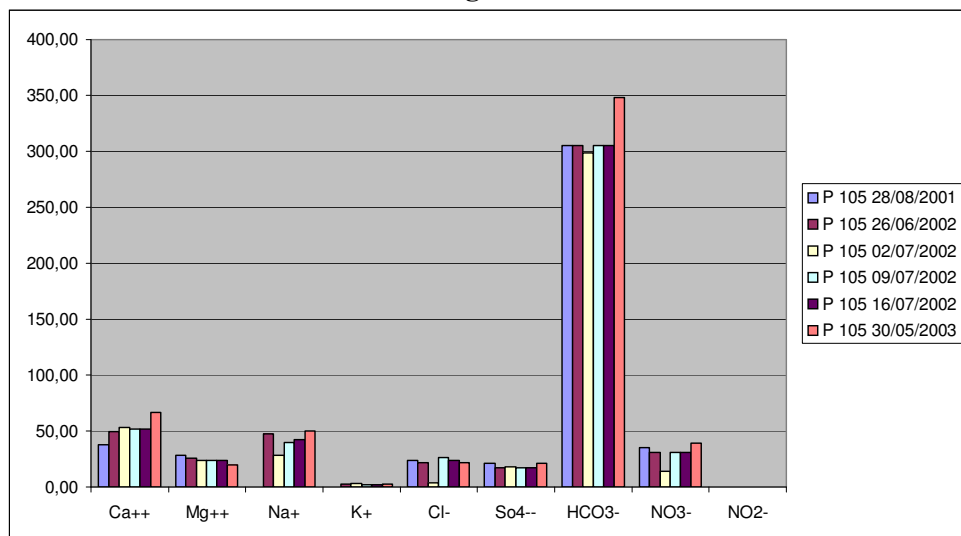
Paramètres physico-chimiques, bactériologiques et hydrodynamiques Des points de suivi de la pollution des nappes de Niamey

Réf.	Mesures in.situ					Teneurs ioniques en mg/l									Teneurs bactériologiques:UFC/100ml				
	Date.	T° C	NS: m	PH	Cond.	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	So4--	HCO3-	NO3-	NO2-	GT:	SF.	CT.	Zones	
Pts. Eau	Ech.				uScm-1														
P 105	28/08/2001			7,4	590	38	28			24,0	21,0	305,0	35,0	0,01	30 000	100	0,0	1	
	25/03/2002	30,6	6,9	7,5	544	49,6	25,44	47,5	2,5	22,0	17,0	305	31,0	0,08					
	02/07/2002	31,2		7,5	587	53,0	23,5	28,5	3,0	4,0	18,0	299,0	14,0	0,05	>50 000	1000	2400		
	09/07/2002	31,5	6,95	7,5	660	52,0	23,5	40,0	2,0	26,0	17,0	305,0	31,0		46 500	9500	10500		
	16/07/2002	30,2		7,4	570	52,0	24,0	42,5	2,0	24,0	17,0	305,0	31,0	0,04	44 000	4000	14000		
	10/05/2003	31,5	6,9	7,1	616														
	30/05/2003	32	7,0	7,2	606	66,4	19,6	50,0	2,5	22,0	21,0	348	39,0	0,13					
P 106	28/08/2001			7,5	619	59,0	23,0			18,5	19,0	305	48,0	0,02	70 000	13000	50 000	1	
	10/05/2003		32,0	7,2	439														
	30/05/2003		32,3	7,15	460	45,0	23,0	34	3,3	18,0	16,0	280,6	36,5	1,32					
P 204	28/08/2001			7,4	979	90,4	25,0			58,5	60,0	256,0	990	0,02	20 000	300	17000	2	
	14/01/2002			7,0	980														
	25/01/2002			7,0	990										40 000	10000	30500	2	
	10/05/2003		33,9	6,94	943										>300 000	>300 000	22000	2	
	30/05/2003		32,7	6,8	961	97,6	18,0	66,0	6,0	58,0	44,0	341,6	138,6	0,19					
P 316	27/06/2002	32,8	9,7	5,8	76,2	3,2	3,84	7,0	1,0	9,0	2,0	24,4	13,2	0,04					
	02/07/2002	32,7		5,9	75,5	5,0	1,4	5,0	1,0	5,0	traces	12,0	10,0	0,03	>50 000	10000	22000		
	09/07/2002	33,3	9,73	6,03	76,9	4,0	2,0	6,0	1,0	10,0	11	12,0	13,0	0,01	48 000	27 500	11 000		
	16/07/2002	32,0	9,56	5,8	72,4	4,0	2,0	6,0	1,0	7,0	2,0	12,0	13,0	0,01	>200 000	97 000	0		
	10/05/2003	34,5		5,5	82,0														
30/05/2003	33,6		5,7	69,6	4,0	1,0	6,0	1,0	5,0	traces	12,0	14,0	0,01						

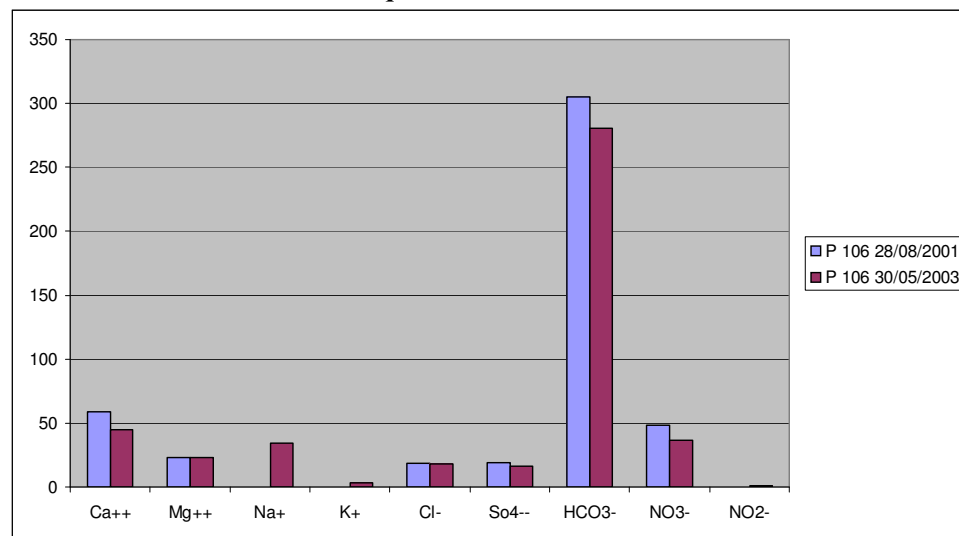
		Mesures in.situ				Teneurs ioniques en mg/l									Teneurs bactériologiques:UFC/100ml			
Réf.	Date.	T° C	NS: m	PH	Cond.	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	So4--	HCO3-	NO3-	NO2-	GT:	SF.	CT.	Zones
Pts. Eau	Ech.				uScm-1													
P 333	28/08/2001									40,0	trace	trace		trace				
	26/06/2002	32,4	10,7	7,8	1947	28,0	12,0	184,0	300,0	290,0	28,0	488,0	176,0	53,0				
	02/07/2002	32,6		8,0	4380	62,4	28,0	381,0	690,0	50,0	19,0	884,5	440	198,0	>100 000	>2000	6500	3
	09/07/2002	32,7	10,54	7,9	2630	39,0	13,0	312,5	500,0		20,0	518,8	330,0	119,0	>200 000	>100 000	>100 000	
	16/07/2002	31,9	10,53	8,3	6020	61,0	47,5	475,0	941,0	1320,0		1421,0	792,0	180,0	>400 000	>200 000	0	
	10/05/2003	33,8		6,63	196,0													
	30/05/2003			6,3	248,0	13,6	3,3	19,0	25,0	22,5	9,0	43,0	50,6	3,0				
P 320	26/06/2002	33,3	12,0	5,93	68,0	4,0	2,9	6,5	1,0	2,0	12,2	13,2	0,01					
	02/07/2002	33,3		5,74	69,3	4,0	1,4	3,6	1,0	3,0	2,0	12,0	9,0	0,02	6000	3000	1400	
	09/07/2002	33,3	12,4	6,03	71,0	4,0	1,4	5,5	1,0	7,0	trace	12,0	12,0	trace	38 500	10 500	7500	3
	16/07/2002	32,3	12,7	5,7	76,1	4,0	2,4	5,5	1,0	8,0	11	12,0	11,0	trace	25 000	11 000	0	
	10/05/2003	34,1	12,7	5,64	71,5													
	30/05/2003	33,9	12,5	5,5	64,7	4,0	1,0	6,0	1,0	5,0	trace	12,0	14,0	0,01				
P 401	28/08/2001			5,2	843,0	41,0	16,0			69,0	trace	trace	264,0	0,13	130 000	1400	30 000	4
	26/06/2002	31,1	11,0	4,9	880,0	48,0	9,2	89,5	7,0	83,0	trace	30,5	242,0	0,33				
	02/07/2002	31,0		5,1	842,0	48,0	19,0	90,0	7,0	85,0	trace	12,0	275,0	0,40	>80 000	>50 000	40 000	
	09/07/2002	31,6	10,98	4,78	850,0	46,0	20,0	90,0	5,9	87,0	trace	12,0	286,0	0,13	33 500	23 500	10 000	
	10/05/2003	33,5		4,75	850,0													
P 404	28/08/2001			5,2	419,0	17,0	7,5			26,5	trace	trace	119,0	0,05	19 000	200	5200	
	26/06/2002	32,2	11,3	5,69	376,0	26,0	8,2	37,0	1,0	31,0	2,0	12,2	120,0	0,21				
	02/07/2002	31,9		5,47	380,0	19,0	7,0	36,0	1,0	31,0	2,0	12,0	110,0	0,13	>10 000	50 000	40 000	
	09/07/2002	32,7	11,0	5,61	425,0	19,0	7,0	37,5	1,0	28,0	2,0	18,0	123,0	0,02	>150 000	116 500	400 000	
	16/07/2003	31,9	10,87	5,47	379,0	19,0	7,0	37,5	1,0	28,0	2,0	18,0	128,0	0,2	> 200 000	112 000	80 000	
	10/05/2003	33,4	10,5	5,16	377,0													
	30/05/2003	33,0	11,0	5,25	354,0	26,4	10,5	43,0	1,5	31,0	4,0	6,0	187,0	0,17				

1.2 Traitement et représentation graphique

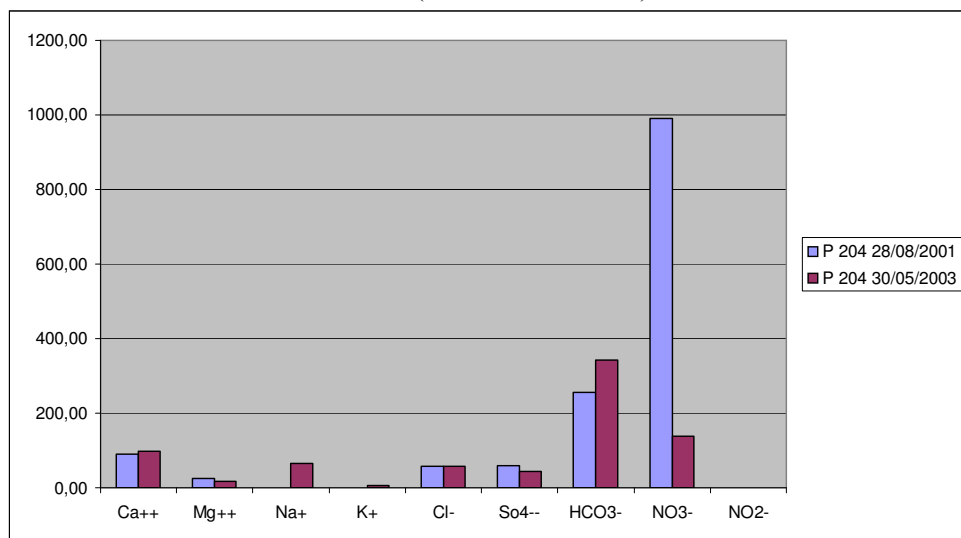
Diagrammes de concentration et d'évolution des différents éléments chimiques des eaux.



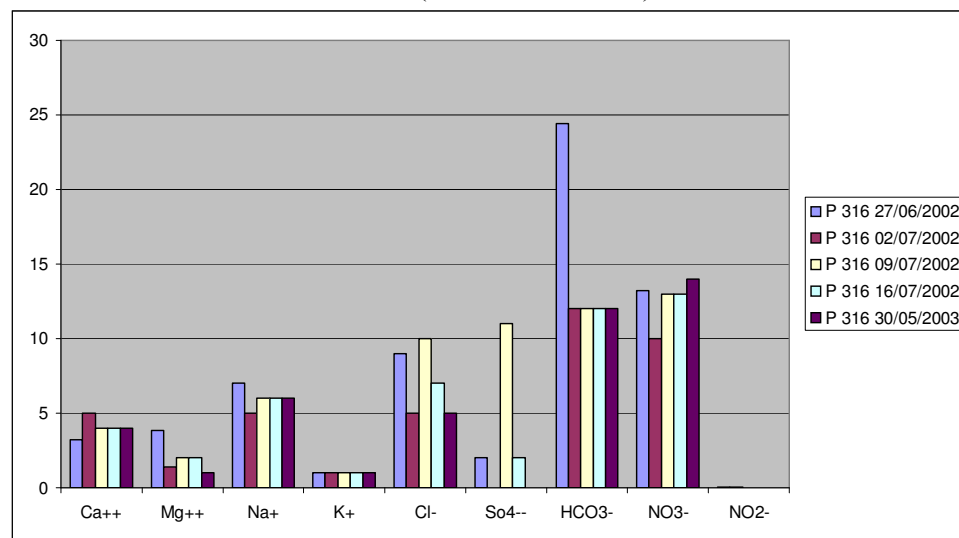
P 105 (Puits situé Zone 1)



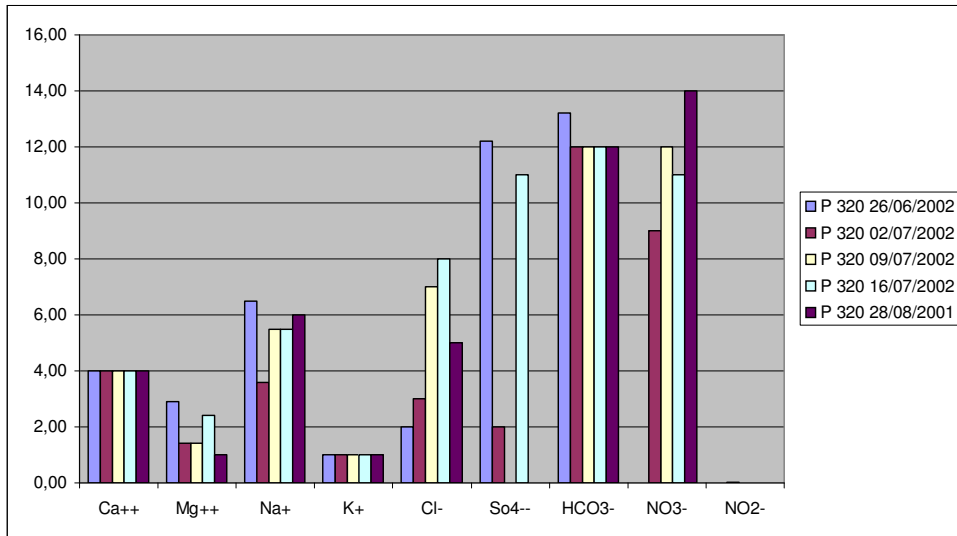
P 106 (Puits situé Zone 1)



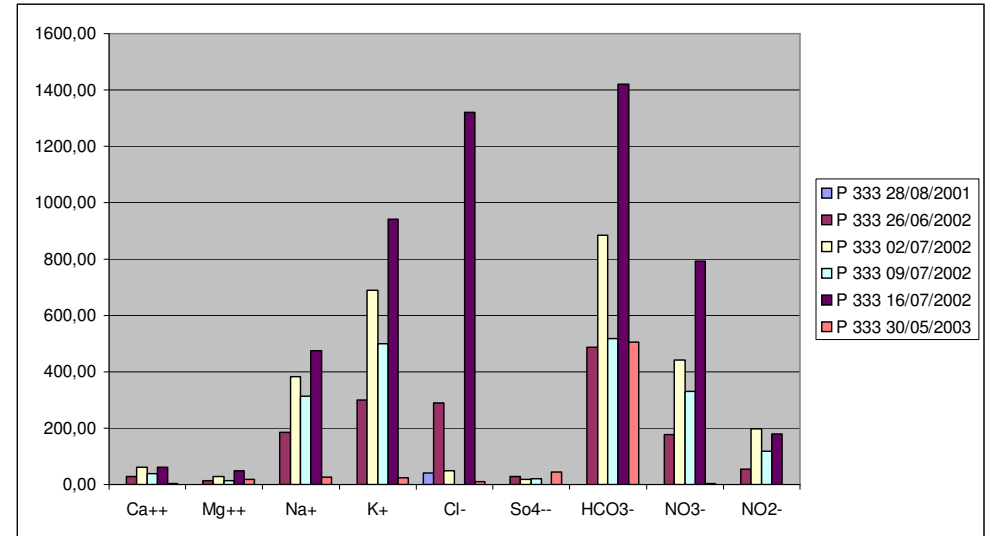
P 204 (Puits situé Zone 2)



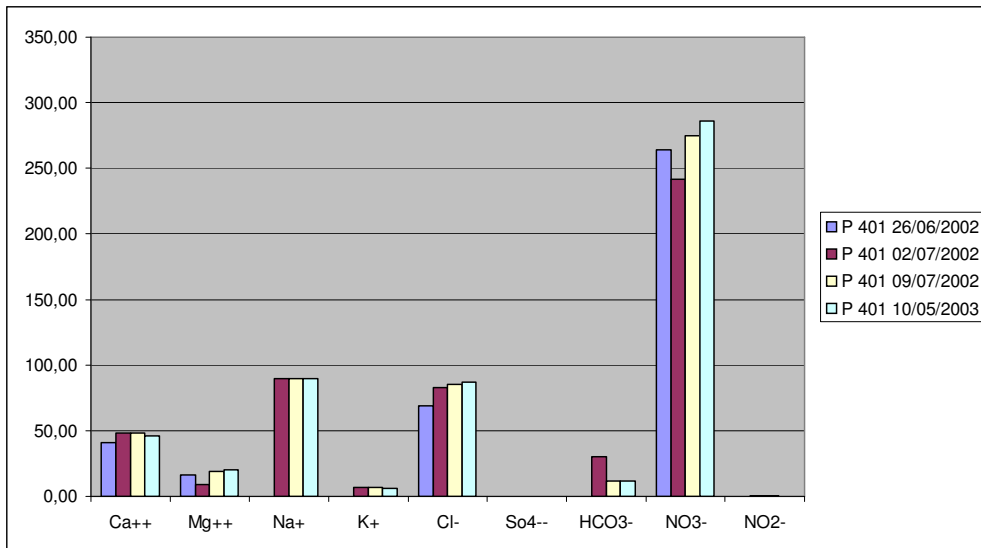
P 316 (Puits situé Zone 3)



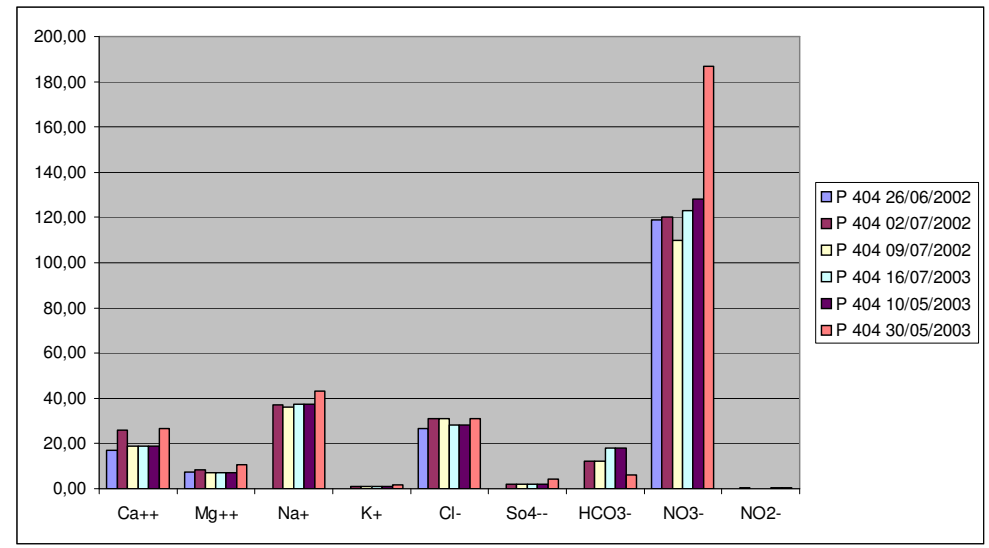
P 320 (Puits situé Zone 3)



P 333 (Puits situé Zone 3)



P 401 (Puits situé Zone 4)



P 404 (Puits situé Zone 4)

1.3 Interprétation et analyse

1.3.1 Analyse des paramètres physico chimiques

Les résultats physico-chimiques et bactériologiques de campagnes antérieures et récentes sont donnés dans le tableau 1 et 2.

Zone 1 : Goudel : P 105 et P 106

Les eaux des puits P 105 et P 106 sont de qualité moyenne. Les valeurs des conductivités sont comprises entre 544 et 616 $\mu\text{s/cm}$ pour le puits P 105 et elles restent approximativement constantes entre 28/08/01 et 30/05/2003. Les eaux ont atteint des teneurs en nitrites de 1,32 mg/l au puits P 106 situé dans un petit hameau et peu protégé (manque de margelle) par rapport au puits P 106 situé dans un vaste espace vide d'un grand enclos, ce montre l'impact des activités anthropiques sur la qualité des eaux. Les valeurs de conductivités du puits P 105 sont proches de celles de P 106 il s'agit probablement d'un même système aquifère du socle, d'ailleurs les cations ont également des valeurs assez proches confirmant ainsi cette hypothèse Les diagrammes en annexe :1 montrent les teneurs ioniques de ces eaux et leur évolution dans le temps.

Les concentrations en nitrate des eaux de P105 et P 106 n'excède pas la norme OMS de 50mg/l. L'évolution de la pollution due aux nitrates est donc assez limitée, cependant on n'observe des teneurs en nitrites au dessus de 0,1 mg/l (nomes OMS) ainsi des fortes teneurs en nitrites de 2003 par rapport à celles de 2001 semblent indiquer une dénitrification des nitrates expliquant leur forte réduction.

Les valeurs de la conductivité et des teneurs en nitrate nous renseignent assez bien sur la pollution des eaux de cette zone comme cela a été relevé dans les études antérieures. Le fort peuplement de ce quartier et les conditions hydrogéologiques de ce secteur sont les deux principaux facteurs de cette pollution nitraté des eaux.

Zone 2 – rive droite P 204

Les eaux du point P 204 sont relativement chargées avec des conductivités de plus de 900 $\mu\text{s/cm}$, dépassant largement les normes OMS. Les teneurs en nitrate variant de 138 à 990 mg/l montrent un degré élevé de la pollution nitraté de ces eaux. Cependant on observe une diminution des concentrations des teneurs en nitrate entre 2001 et 2003 contrairement aux autres éléments chimiques qui ont des concentrations constantes et/ou peu variées (voir les diagrammes en annexe 1). Par ailleurs un certain équilibre chimique semble s'observer d'ailleurs pour ces éléments majeurs en dehors des échantillons du 2/07/02.

Zone 3 Pays Bas : P316, P 320 et P 333

En dehors du puits P 2333, on constate que les eaux sont très faiblement chargées avec des conductivités inférieures à 100µs/cm, il s'agit des eaux douces et de bonne qualité sur le plan physico chimique. Les teneurs en nitrate et nitrite sont très faibles donc on n'a pas de trace de pollution nitratée qui ne semble montrer également aucune évolution. Cependant ces eaux sont relativement acides avec des PH < 6. Le puits P 333 est un cas particulier car il a été réalisé dans une ancienne carrière de prélèvement de matériaux de construction (banco) qui a été ensuite comblé par des ordures ménagères et des déchets divers en provenance des différents quartiers de la communauté urbaine, en clair le puits P 333 est placé au centre d'un dépotoir. Cependant c'est un cas intéressant qui illustre bien la pollution des eaux souterraines par les ordures en milieu urbain. Ainsi la conductivité a atteint plus de 6000µs/cm, les teneurs en nitrates, en nitrites et en potassium ont atteint des concentrations hors du commun. Les prélèvements effectués pendant la saison pluvieuse (juin et juillet 2002) montrent le rôle de l'infiltration des eaux de lessivage de ces ordures avant leur pénétration dans la nappe et / ou dans les puits.

Cette pollution reste quasi permanente mais chute beaucoup au cours de la saison sèche ce qui traduit le rôle important joué par les infiltrations à travers les buses du puits. Par ailleurs cette pollution semble se limiter dans un rayon assez faible de la nappe car les eaux du P 320 situé à 30 m environ du P 333 ne montrent aucune influence due à cette pollution. Les diagrammes de l'annexe 1 montrent les concentrations des autres éléments chimiques et leur évolution.

Zone 4 Route de Filingué : P 401 et P 404

Les conductivités des eaux de ces deux puits situés dans un rayon de moins de 100m et captant tous l'aquifère du continental terminal sont curieusement très différentes : plus de 800µs/cm pour le P 401 et moins de la moitié pour P 404. Les autres éléments chimiques montrent également des concentrations très différentes à l'exception des teneurs en bicarbonates relativement faibles en relation avec des valeurs très basses pour des PH qui montrent des eaux acides (PH < 5) très fréquemment (voir les diagrammes en annexe 1 montrant les teneurs et évolutions de ces éléments chimiques). Les teneurs en nitrates dépassent parfois 280mg/l pour le P 401 et 100mg/l pour le P 404, et les concentrations en nitrites sont largement supérieures à 0,1mg/l (normes OMS) ce qui atteste la forte présence d'une pollution nitratée des eaux de ce vieux quartier de Niamey confirmant ainsi les impacts

négatifs des concentrations humaines sur les eaux souterraines en milieu urbain d'Afrique.

1.3.2 Analyse des paramètres bactériologiques

Les teneurs bactériologiques des eaux des différents puits (tableau 1 et 2) montrent que tous les puits sans exception présentent une pollution bactériologique supérieure aux normes OMS. On peut ainsi analyser cette pollution dans les quatre zones de l'étude.

Zone 1 : Goudel : P105 et P 106

Les puits P105 et P 106 sont tous pollués avec des germes totaux dépassant 50000/100ml pour P 105 et 70000/100ml pour P 106 alors que les normes OMS sont de 1000 colonies par 100ml à 37°C. La contamination de ces eaux par les matières fécales est évidente par ailleurs car les coliformes totaux dépassent 10000 et même 50000/100ml dans le P 105 et P 106. Pour le P105 où on dispose d'une série d'analyses on peut noter que cette pollution est permanente et elle reste toujours très élevée malgré les fluctuations des concentrations dues aux nombreux facteurs externes et/ou aux conditions hydrodynamiques des nappes.

Zone 2 :Rive droite P204

La pollution des eaux du puits P204est constante et très élevée avec des teneurs en germes totaux supérieures à 300 000 /100ml et cette pollution est également permanente.

Cette pollution résulte au en partie d'une forte contamination par des matières fécales.

Zone 3 Pays-bas : P316, P320 et P333

Tous les puits montrent une forte pollution bactériologique avec des teneurs en germes totaux qui dépassent les 200 000/100ml pour le P316 38 000/100ml pour le P320 et les 400 000/100ml dans les eaux du puits Particulier P333.

La contamination des eaux par des matières fécales semble cependant relativement limitée dans le temps et cela même pour le P333 où il a été relevé des teneurs nulles de Coliformes fécaux à certaines périodes de l'échantillonnage.

Zone 4 Quartier route Filingué P401 et P404

La pollution bactériologique de ces deux points d'eau est très importante et elle demeure permanente.

Les teneurs en coliformes totaux et en streptocoques fécaux attestent la prédominance d'une contamination des eaux par des matières fécales.

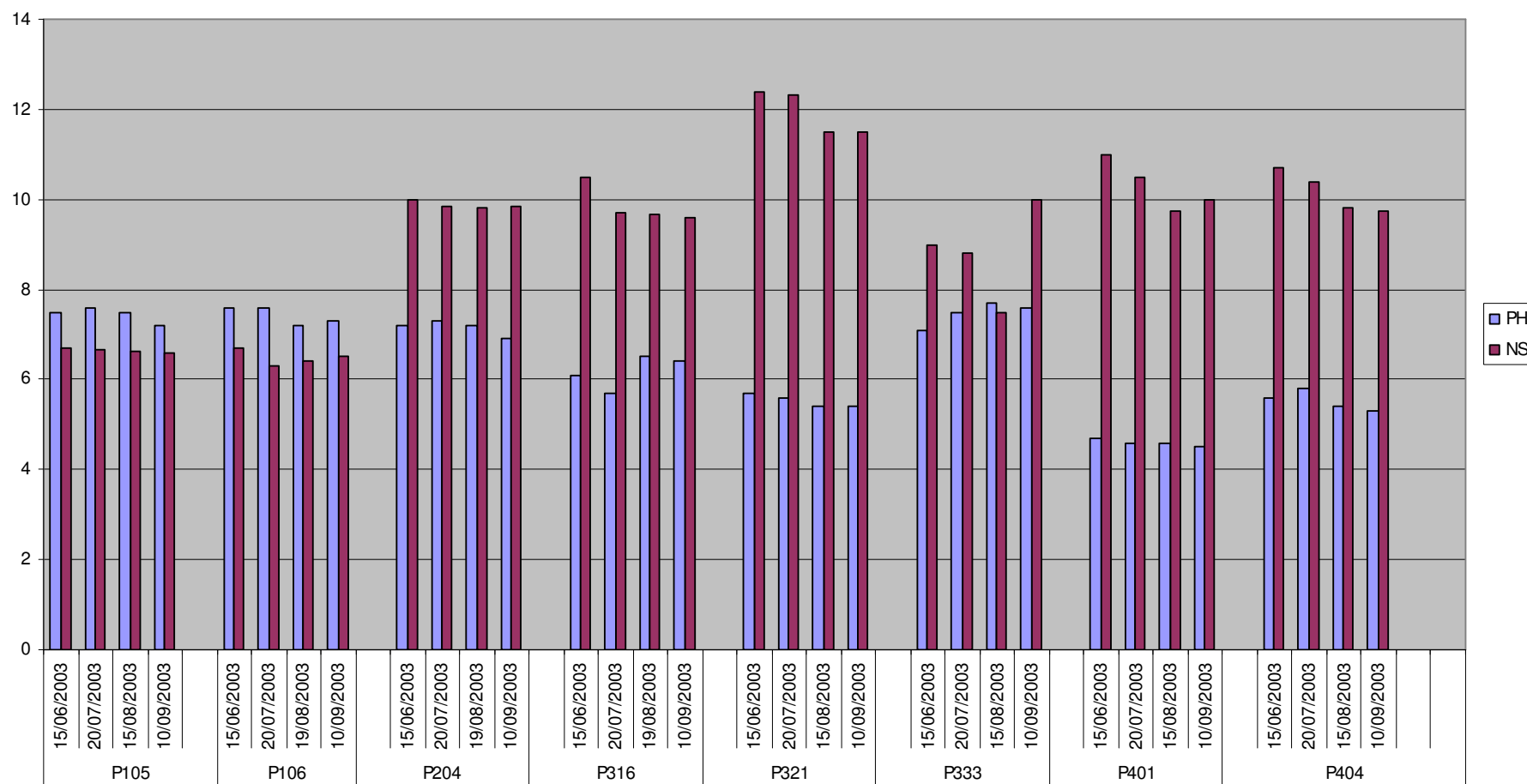
2 SITUATION EN SEPTEMBRE 2003

2.1 Données collectées

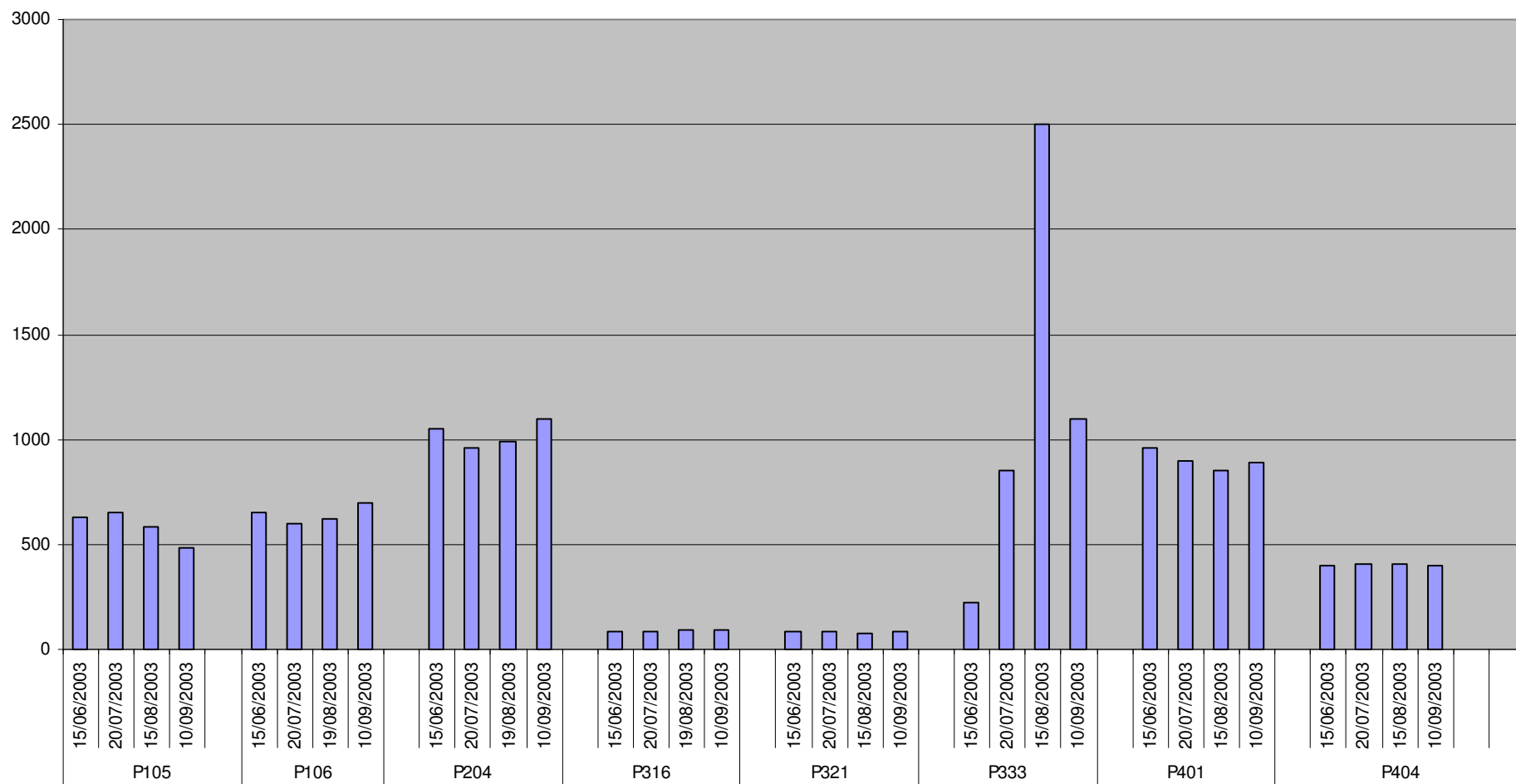
Paramètre physico-chimiques (PH, t, conductivité) mesurés in situ et niveaux piezométriques

Références points d'eau et dates		Paramètres mesurés in situ			
		PH	Cond. μcm^{-1}	t 0°C	NS (m)
P105					
	15/06/2003	7,5	630	30,2	6,7
	20/07/2003	7,6	650	30,4	6,65
	15/08/2003	7,5	580	31	6,63
	10/09/2003	7,2	480	31,2	6,6
P106					
	15/06/2003	7,6	650	30,8	6,7
	20/07/2003	7,6	600	30,1	6,3
	19/08/2003	7,2	625	30,1	6,4
	10/09/2003	7,3	700	31	6,5
P204					
	15/06/2003	7,2	1050	31,2	10
	20/07/2003	7,3	960	31	9,85
	19/08/2003	7,2	990	32	9,8
	10/09/2003	6,9	1100	32,9	9,86
P316					
	15/06/2003	6,1	85	31	10,5
	20/07/2003	5,7	87	30,5	9,7
	19/08/2003	6,5	90	31,5	9,65
	10/09/2003	6,4	92	31,5	9,6
Références points d'eau et dates		Paramètres mesurés in situ			
		PH	Cond. μcm^{-1}	t 0°C	NS (m)
P321					
	15/06/2003	5,7	83	31,3	12,4
	20/07/2003	5,6	85	30,9	12,3
	15/08/2003	5,4	78,5	31,2	11,5
	10/09/2003	5,4	85	32	11,5
P333					
	15/06/2003	7,1	220	31	9
	20/07/2003	7,5	850	31,8	8,8
	15/08/2003	7,7	2500	32	7,5
	10/09/2003	7,6	1100	32,1	10
P401					
	15/06/2003	4,7	960	32	11
	20/07/2003	4,6	900	31	10,5
	15/08/2003	4,6	850	30,8	9,75
	10/09/2003	4,5	890	32	10
P404					
	15/06/2003	5,6	400	32,7	10,7
	20/07/2003	5,8	410	31,5	10,4
	15/08/2003	5,4	408	32	9,8
	10/09/2003	5,3	400	32	9,75

2.2 Traitement et représentation graphique



Evolution du PH et du niveau piézométrique aux points de suivi de la pollution.



Variation de la conductivité aux points de suivi de la pollution.

2.3 Interprétation et analyse

2.3.1 La piézométrie

Les données du tableau 1 et la figure 2 montrent que tous les ouvrages enregistrent une remontée de leur niveau piézométrique qui varie de quelques centimètres à plus de un (1) mètre. Ce qui traduit un apport dû aux précipitations, toutefois l'estimation réelle du niveau statique est difficile compte-tenu de l'utilisation permanente des points d'eau et des apports directs plus ou moins importants à partir de la surface.

Cependant ces résultats confirment les observations antérieures.

Conclusion : il serait intéressant de disposer de quelques appareils enregistreurs pour équiper certains puits non utilisés afin de mieux suivre les fluctuations.

2.3.2 Paramètres physico-chimiques (PH, Conductivité, T°)

2.3.2.1 PH.

Les PH sont différents suivant les différents points d'eau, ainsi dans les zones 3 (Pays Bas) et 4 (Route Filingué) les PH sont faibles et compris entre 4,50 et 6,5 en dehors du puit P333 assez particulier. Pour les autres points d'eau : zone 1 (Goudel) et zone 2 (Nyalga) les PH sont généralement supérieurs à 7.

Les fluctuations des valeurs des PH s'observent au niveau de chaque point d'eau sans montrer une tendance nette au cours des mois.

2.3.2.2 Température (t°C)

Les températures (tableau 1) se situent autour d'une valeur moyenne de 31°C, cependant ces valeurs sont très influencées par la température atmosphérique avec laquelle l'eau prélevée semble s'équilibrer très rapidement, ainsi on constate des énormes écarts de température pour les prélèvements effectués sur le même point d'eau à des périodes différentes de la journée.

2.3.2.3 Conductivité (μscm^{-1})

A partir des données du tableau 1 et de la figure 3, on peut relever que l'évolution des valeurs des conductivités est assez complexe et elle varie selon les points d'eau. Cependant les conductivités semblent diminuer ou se stabiliser après les premières pluies, par la suite pour certains puits cette diminution des valeurs des conductivités se poursuit ce qui pourrait traduire une dilution des eaux de la nappe par des apports d'eau moins chargée, on note également une augmentation des valeurs des conductivités pour le cas de certains points d'eau, ce qui pourrait signifier des infiltrations d'eau qui repoussent les eaux anciennes à travers les ouvrages. Pour les autres dont les

conductivités demeurent stables on peut penser à des apports faibles par rapport aux réserves de la nappe exploitée. Par ailleurs il est intéressant de noter le cas particulier du puit P333, on note une pollution par diffusion qui se produit pendant la saison pluvieuse, et au fur et à mesure que la saison avance, et les pluies cessent cette diffusion s'arrête et la pollution se réduit considérablement, toute fois elle reste permanente au niveau des eaux de la nappe dont les valeurs de la conductivité sont nettement supérieures aux eaux des autres puits captant la même nappe.

Conclusion : il serait intéressant d'entreprendre des études des sols pour mieux connaître les mécanismes de diffusion des certains sels dans la zone non saturée.

3 SITUATION EN DECEMBRE 2003

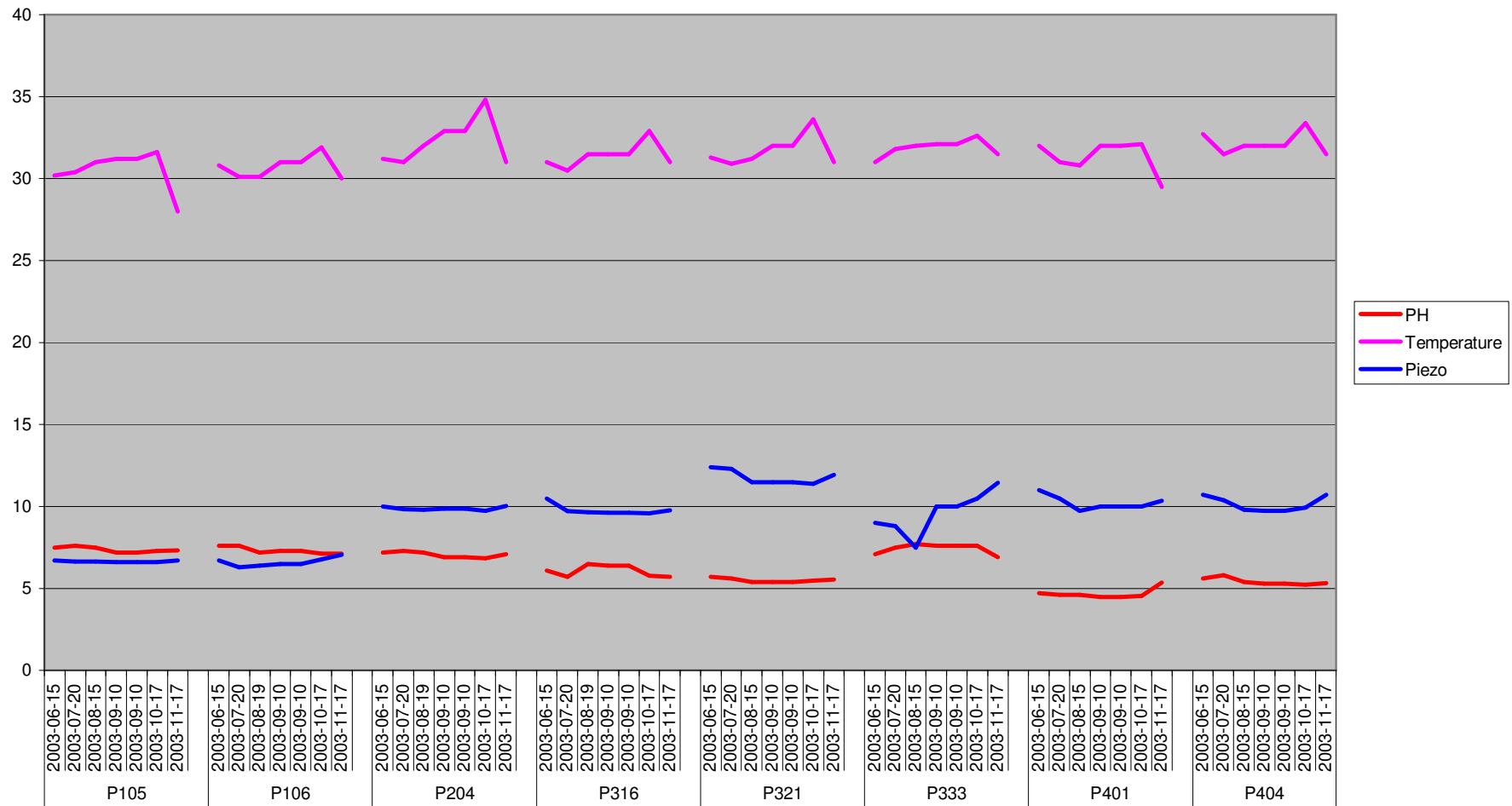
3.1 Données collectées

Paramètres physico-chimiques (PH, Conductivité, Température et Niveau Piezométrique) pour l'année 2003.

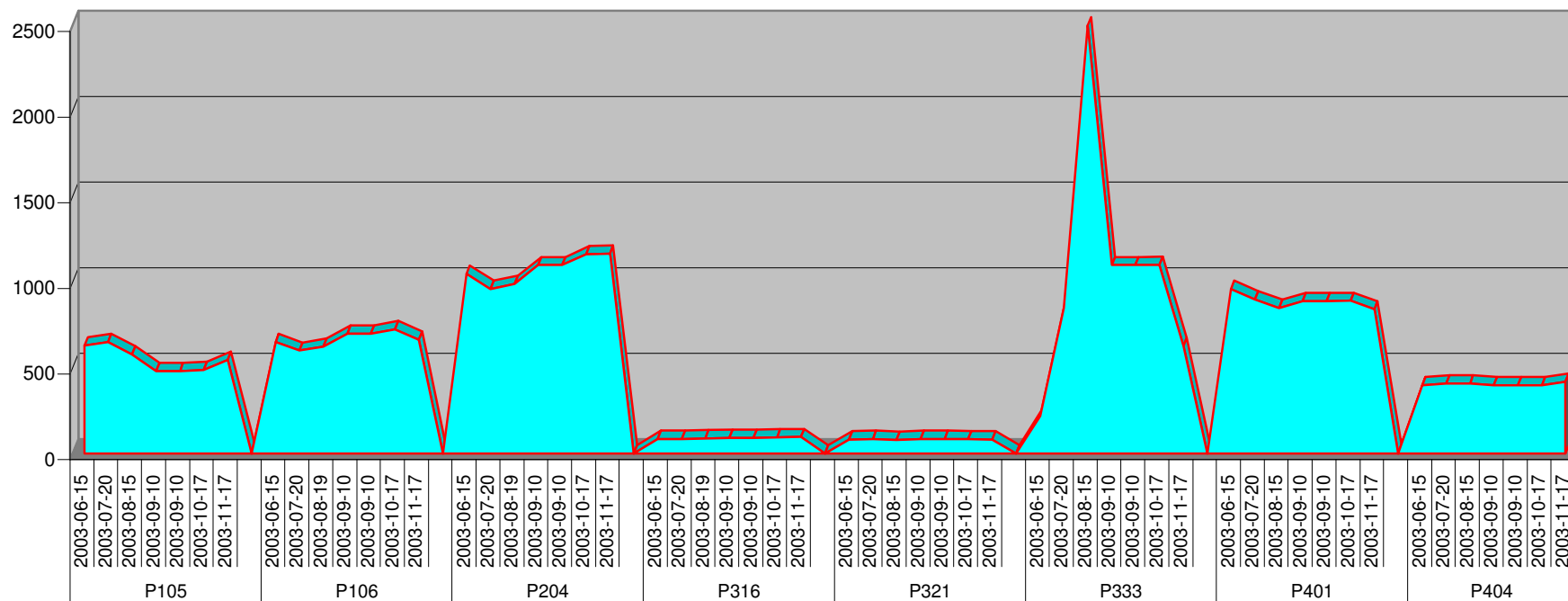
Points d'eau	Date	PH	Conductivité	Température	Piezo
P105	15/06/2003	7,5	630	30,2	6,7
	20/07/2003	7,6	650	30,4	6,65
	15/08/2003	7,5	580	31	6,63
	10/09/2003	7,2	480	31,2	6,6
	10/09/2003	7,2	480	31,2	6,6
	17/10/2003	7,3	487	31,6	6,6
	17/11/2003	7,31	546	28	6,7
P106	15/06/2003	7,6	650	30,8	6,7
	20/07/2003	7,6	600	30,1	6,3
	19/08/2003	7,2	625	30,1	6,4
	10/09/2003	7,3	700	31	6,5
	10/09/2003	7,3	700	31	6,5
	17/10/2003	7,12	726	31,9	6,77
	17/11/2003	7,13	664	30	7,05
P204	15/06/2003	7,2	1050	31,2	10
	20/07/2003	7,3	960	31	9,85
	19/08/2003	7,2	990	32	9,8
	10/09/2003	6,9	1100	32,9	9,86
	10/09/2003	6,9	1100	32,9	9,86
	17/10/2003	6,84	1164	34,8	9,74
	17/11/2003	7,1	1167,5	31	10,02
P316	15/06/2003	6,1	85	31	10,5
	20/07/2003	5,7	87	30,5	9,7
	19/08/2003	6,5	90	31,5	9,65
	10/09/2003	6,4	92	31,5	9,6
	10/09/2003	6,4	92	31,5	9,6
	17/10/2003	5,77	95,3	32,9	9,59
	17/11/2003	5,71	97	31	9,79

Points d'eau	Date	PH	Conductivité	Température	Piezo
P321	15/06/2003	5,7	83	31,3	12,4
	20/07/2003	5,6	85	30,9	12,3
	15/08/2003	5,4	78,5	31,2	11,5
	10/09/2003	5,4	85	32	11,5
	10/09/2003	5,4	85	32	11,5
	17/10/2003	5,48	84	33,6	11,4
	17/11/2003	5,56	82,6	31	11,95
P333	15/06/2003	7,1	220	31	9
	20/07/2003	7,5	850	31,8	8,8
	15/08/2003	7,7	2500	32	7,5
	10/09/2003	7,6	1100	32,1	10
	10/09/2003	7,6	1100	32,1	10
	17/10/2003	7,6	1102	32,6	10,5
	17/11/2003	6,9	627	31,5	11,46
P401	15/06/2003	4,7	960	32	11
	20/07/2003	4,6	900	31	10,5
	15/08/2003	4,6	850	30,8	9,75
	10/09/2003	4,5	890	32	10
	10/09/2003	4,5	890	32	10
	17/10/2003	4,55	891	32,1	10
	17/11/2003	5,36	842	29,5	10,36
P404	15/06/2003	5,6	400	32,7	10,7
	20/07/2003	5,8	410	31,5	10,4
	15/08/2003	5,4	408	32	9,8
	10/09/2003	5,3	400	32	9,75
	10/09/2003	5,3	400	32	9,75
	17/10/2003	5,22	400	33,4	9,94
	17/11/2003	5,31	420	31,5	10,72

3.2 Traitement et représentation graphique



Evolution du PH, Température et du Niveau Piézométrique aux points de suivi de la pollution.



Variation de la conductivité aux points de suivi de la pollution au cours de l'année 2003.

3.3 Interprétation et analyse

L'ensemble des données collectés (PH, t, conductivité) du tableau 1 ont permis de dresser différents graphiques (fig. 2, 3 ,4) qui montrent l'évolution soit très passive, soit nuancée de ces paramètres pour les différents points observés au cours de 2003.

Dans tous les cas, la tendance générale reste l'augmentation de la pollution des eaux souterraines, d'où la nécessité de prendre des mesures de correction qui malheureusement tardent à se mettre en place.

4 SITUATION EN JUILLET 2004

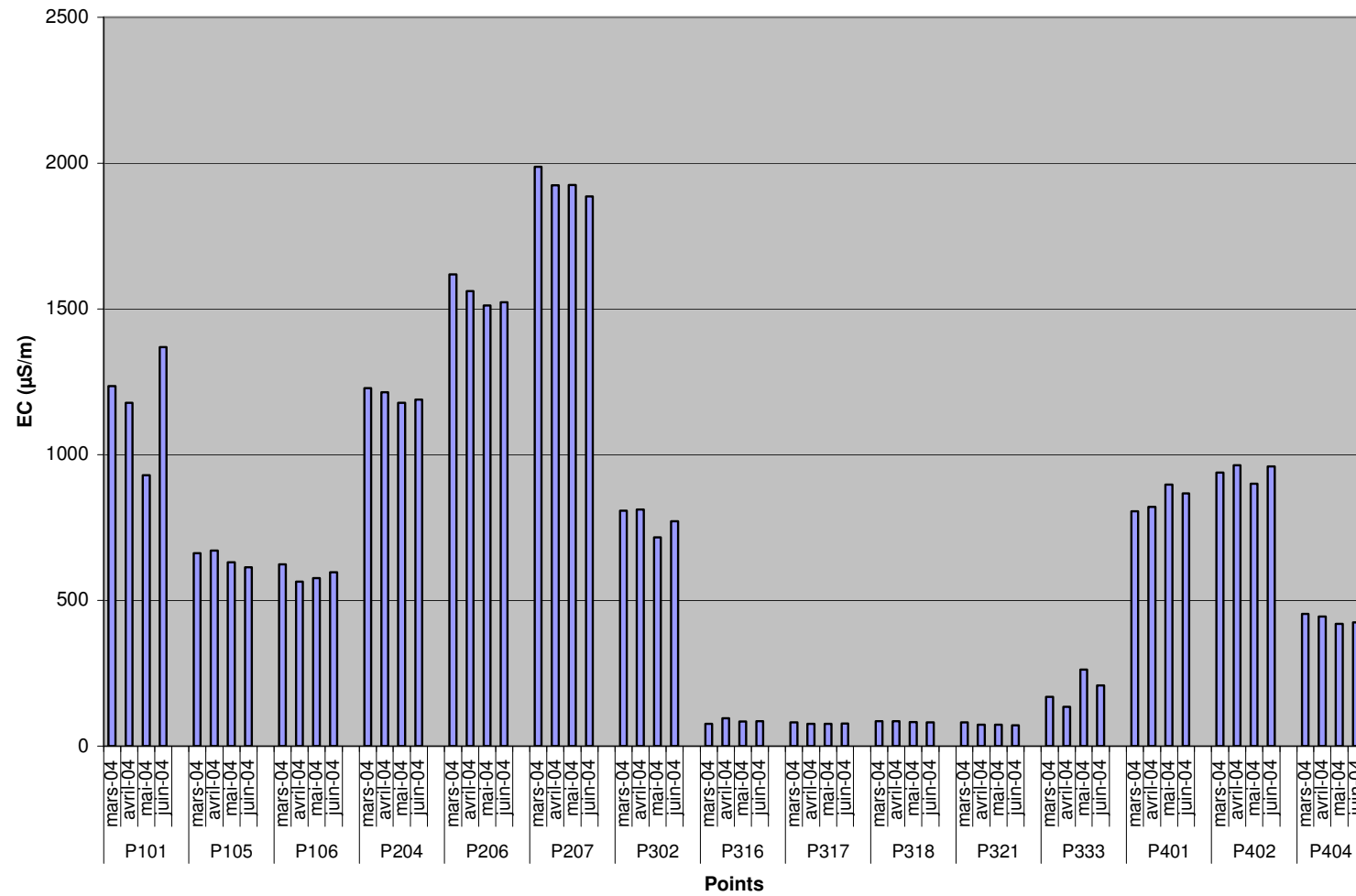
4.1 Données collectées

Paramètres physico-chimiques (PH, Conductivité, Température et Niveau Piezométrique)

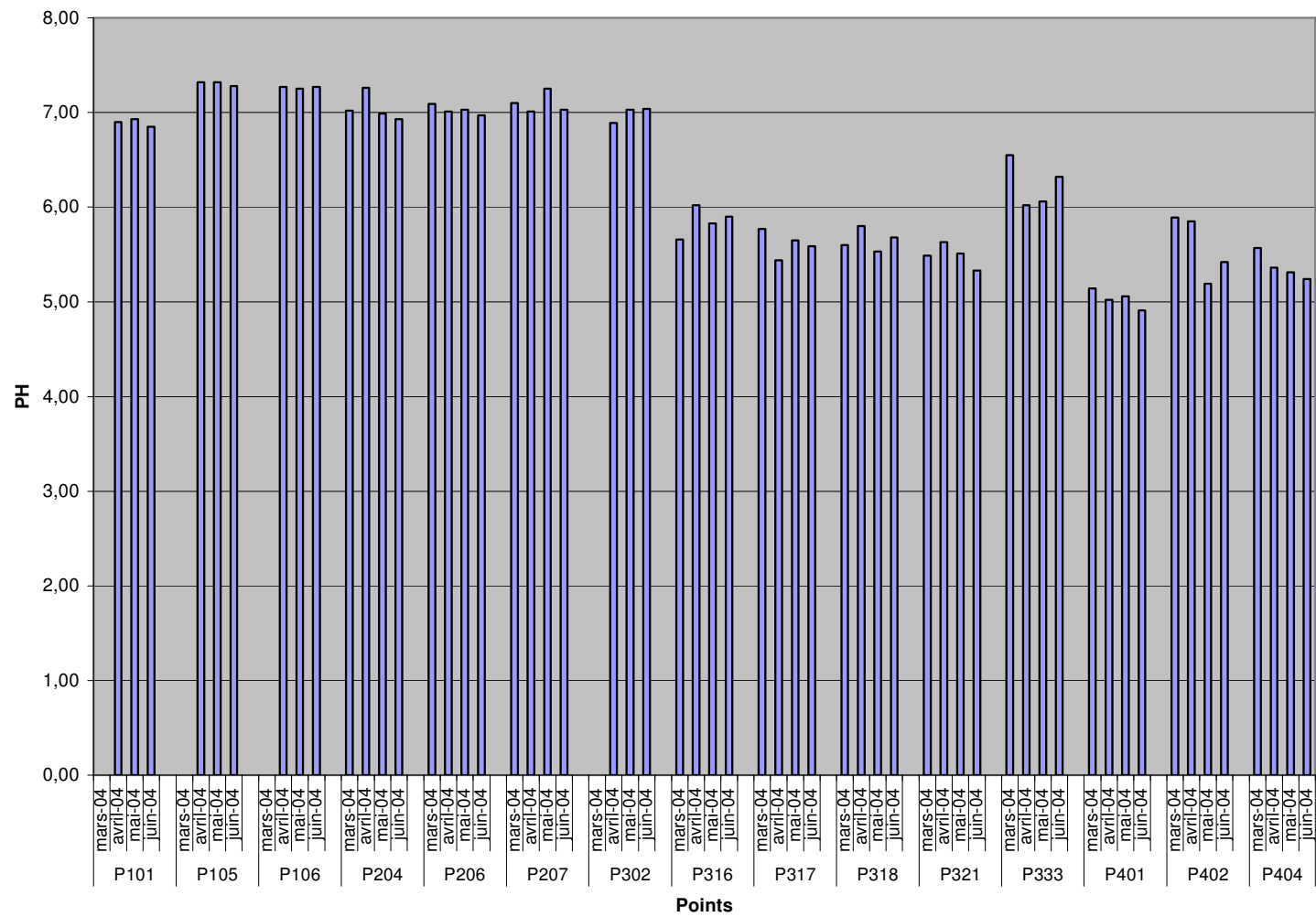
N°	Date	pH	T(°C)	EC(μS/m)	Piézo
P101	mars-04		27,00	1235	171,4
	avril-04	6,9	28,4	1178	171,25
	mai-04	6,93	30	929	
	juin-04	6,85	29,9	1369	
P105	mars-04		27,00	662	187,7
	avril-04	7,32	28,4	671	187,69
	mai-04	7,32	30	630	
	juin-04	7,28	30,1	613	
P106	mars-04		28,40	624	179,7
	avril-04	7,27	29,9	564	179,48
	mai-04	7,25	30,6	577	
	juin-04	7,27	30,7	596	
P204	mars-04	7,02	30,80	1228	184,2
	avril-04	7,26	31,2	1214	184,36
	mai-04	6,99	31,8	1178	
	juin-04	6,93	31,6	1189	
P206	mars-04	7,09	31,50	1618	172,7
	avril-04	7,01	31,9	1561	172,23
	mai-04	7,03	31,6	1511	
	juin-04	6,97	32,2	1523	
P207	mars-04	7,10	28,30	1988	165,1
	avril-04	7,01	29,7	1924	164,83
	mai-04	7,25	30,6	1925	
	juin-04	7,03	30,8	1886	
P302	mars-04		29,00	808	184,7
	avril-04	6,89	30,2	812	184,35
	mai-04	7,03	30,4	716	
	juin-04	7,04	30,1	771	
P316	mars-04	5,66	30,80	77	207,2
	avril-04	6,02	30,6	96	207,21
	mai-04	5,83	32	84	
	juin-04	5,9	31,5	86	

N°	Date	pH	T(oC)	EC(μS/m)	Piézo
P317	mars-04	5,77	29,40	81	177,9
	avril-04	5,44	31,1	77	177,43
	mai-04	5,65	31,7	77	
	juin-04	5,59	31,7	78	
P318	mars-04	5,60	31,00	85	197,5
	avril-04	5,8	31,9	86	197,29
	mai-04	5,53	32,4	82	
	juin-04	5,68	32,4	81	
P321	mars-04	5,49	31,60	81	198,8
	avril-04	5,63	32,1	74	198,6
	mai-04	5,51	32,7	74	
	juin-04	5,33	32,7	72	
P333	mars-04	6,55	30,10	169	199,6
	avril-04	6,02	31,8	135	199,52
	mai-04	6,06	32,1	263	
	juin-04	6,32	32,4	208	
P401	mars-04	5,14	29,60	805	210,5
	avril-04	5,02	30,5	820	210,35
	mai-04	5,06	31,1	897	
	juin-04	4,91	30,9	867	
P402	mars-04	5,89	28,80	939	217,1
	avril-04	5,85	30,3	963	216,94
	mai-04	5,19	31,2	900	
	juin-04	5,42	31,1	959	
P404	mars-04	5,57	30,50	454	222,3
	avril-04	5,36	31,8	444	222,1
	mai-04	5,31	31,7	420	
	juin-04	5,24	31,8	424	

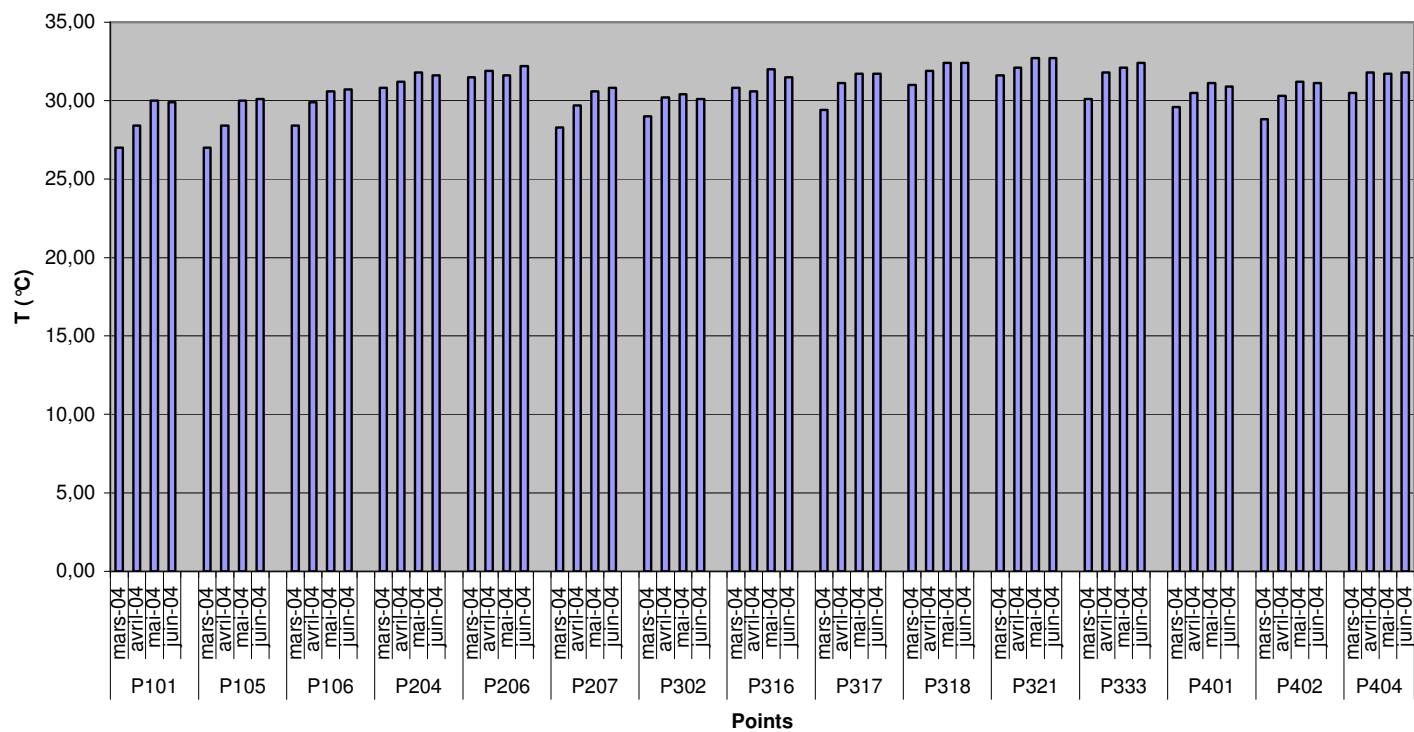
4.2 Traitement et représentation graphique



Distribution spatiale et évolution de la conductivité aux divers points de suivi de la pollution.



Distribution spatiale et évolution du PH aux divers points de suivi de la pollution.



Distribution spatiale et évolution de la température aux divers points de suivi de la pollution.

4.3 Interprétation et analyse

L'ensemble des données collectées (PH, t, conductivité) du tableau 1 ont permis de dresser différents graphiques (fig. 2, 3 ,4) qui montrent d'une part la grande variabilité de la conductivité et du PH dans les différentes zones (zone 1, zone 2, zone 3 et zone 4) ce qui traduit en plus des facteurs lithologiques les effets des pollutions différentielles des eaux par endroit. On note également au niveau de chaque point des fluctuations des données de la conductivité, du PH et de la température qui sont dues probablement aux sources polluantes locales et aux variations de la piézométrie. En effet, on observé une chute des niveaux piézzométriques dans plusieurs ouvrages.

Dans tous les cas, une interprétation ultérieure de l'ensemble des données prélevées au cour de cette période et de celle de la période des précipitations nous permettra de mieux caractériser les tendances de l'évolution générale de la pollution des eaux souterraines au niveau de la Communauté Urbaine de Niamey.

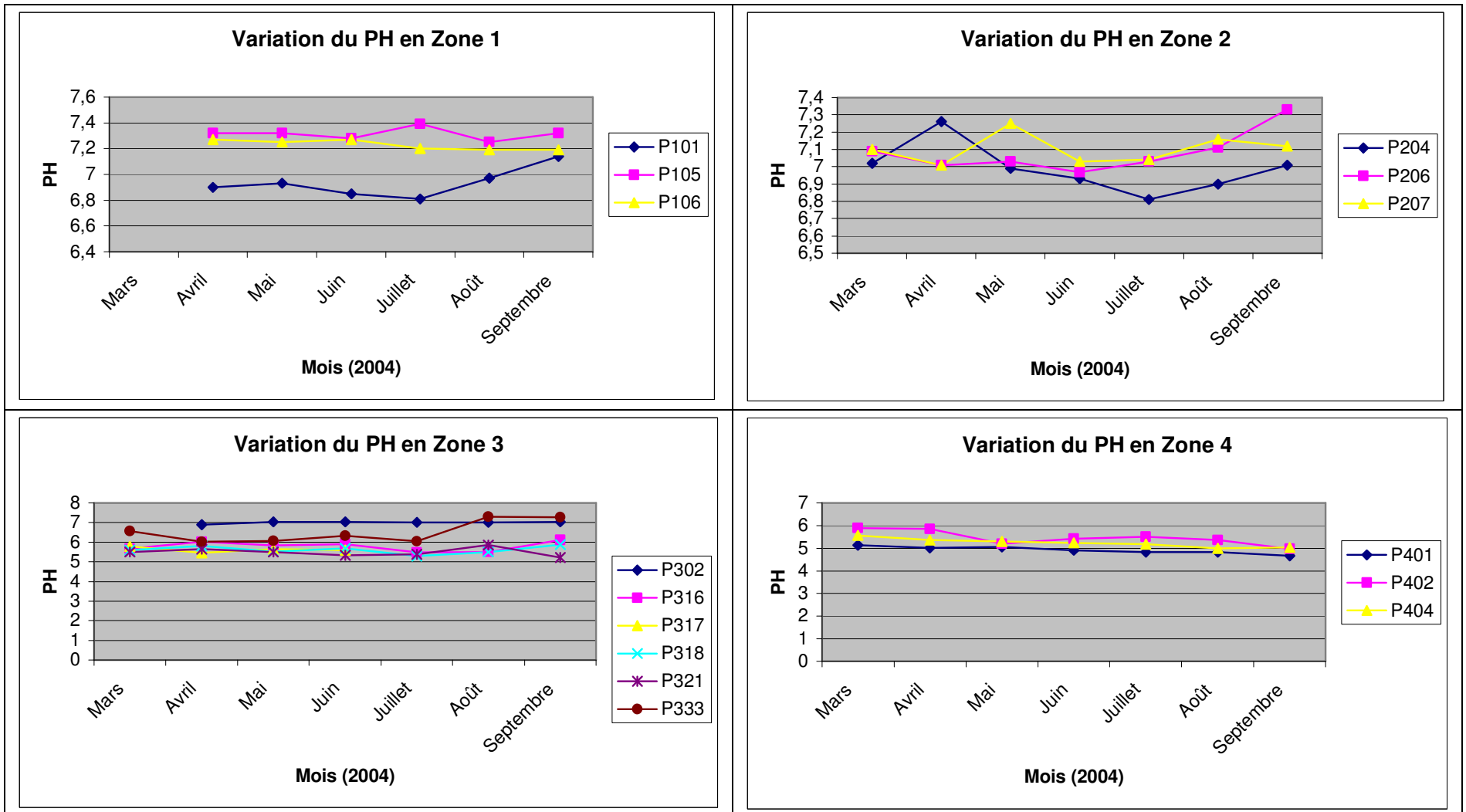
5 SITUATION EN SEPTEMBRE 2004

5.1 Données collectées

N°	Date	pH	T(oC)	EC(μS/m)	Piézo
P101	01-03-04		27,00	1235	171,4
	01-04-04	6,9	28,4	1178	171,25
	01-05-04	6,93	30	929	171,56
	01-06-04	6,85	29,9	1369	171,65
	15-07-04	6,81	30,4	1286,00	171,55
	19-08-04	6,97	30,30	1610,00	171,83
	20-09-04	7,14	29,8	1552	172,16
P105	01-03-04		27,00	662	187,7
	01-04-04	7,32	28,4	671	187,69
	01-05-04	7,32	30	630	187,73
	01-06-04	7,28	30,1	613	187,98
	15-07-04	7,39	30,2	656,00	187,87
	19-08-04	7,25	30,40	652,00	188,04
	20-09-04	7,32	29,7	650	188,18
P106	01-03-04		28,40	624	179,7
	01-04-04	7,27	29,9	564	179,48
	01-05-04	7,25	30,6	577	179,46
	01-06-04	7,27	30,7	596	179,92
	15-07-04	7,2	30,8	604,00	179,72
	19-08-04	7,19	30,20	820,00	179,36
	20-09-04	7,19	29,8	869	180,49
P204	01-03-04	7,02	30,80	1228	184,2
	01-04-04	7,26	31,2	1214	184,36
	01-05-04	6,99	31,8	1178	184,06
	01-06-04	6,93	31,6	1189	184,11
	15-07-04	6,81	31,5	1201,00	184,22
	19-08-04	6,90	31,70	1160,00	184,3
	20-09-04	7,01	31,4	1164	184,65
P206	01-03-04	7,09	31,50	1618	172,7
	01-04-04	7,01	31,9	1561	172,23
	01-05-04	7,03	31,6	1511	172,37
	01-06-04	6,97	32,2	1523	172,34
	15-07-04	7,03	31,7	1509,00	172,48
	19-08-04	7,11	31,80	1491,00	173,2
	20-09-04	7,33	31,8	1542	174,03
P207	01-03-04	7,10	28,30	1988	165,1
	01-04-04	7,01	29,7	1924	164,83
	01-05-04	7,25	30,6	1925	163,75
	01-06-04	7,03	30,8	1886	164,33
	15-07-04	7,04	30,2	1895,00	163,28
	19-08-04	7,16	30,00	1927,00	167,07
	20-09-04	7,12	30,2	1960	166,94
P302	01-03-04		29,00	808	184,7
	01-04-04	6,89	30,2	812	184,35
	01-05-04	7,03	30,4	716	184,51
	01-06-04	7,04	30,1	771	184,31
	15-07-04	7,02	30,4	775,00	184,4
	19-08-04	7,02	30,10	701,00	184,62
	20-09-04	7,03	29,9	633	184,88

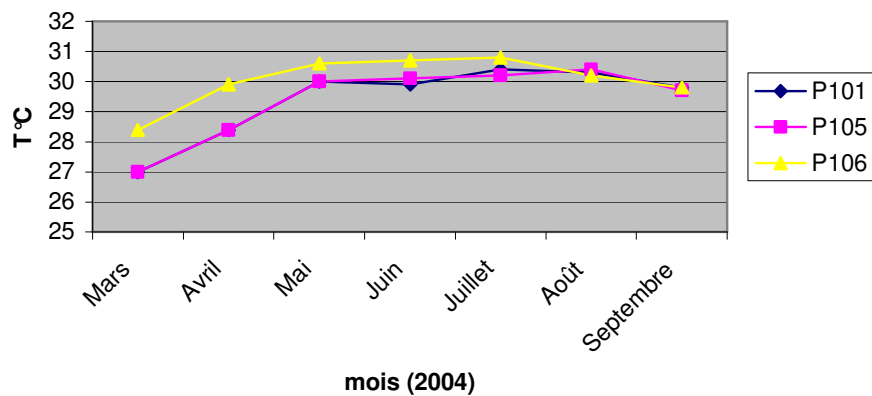
N°	Date	pH	T(oC)	EC(μS/m)	Piézo
P316	01-03-04	5,66	30,80	77	207,2
	01-04-04	6,02	30,6	96	207,21
	01-05-04	5,83	32	84	207,2
	01-06-04	5,9	31,5	86	207,15
	15-07-04	5,47	31,4	85,70	207,1
	19-08-04	5,51	32,00	107,30	207,24
	20-09-04	6,12	31,6	99,3	207,46
P317	01-03-04	5,77	29,40	81	177,9
	01-04-04	5,44	31,1	77	177,43
	01-05-04	5,65	31,7	77	
	01-06-04	5,59	31,7	78	
P318	01-03-04	5,60	31,00	85	197,5
	01-04-04	5,8	31,9	86	197,29
	01-05-04	5,53	32,4	82	197,23
	01-06-04	5,68	32,4	81	197,09
	15-07-04	5,28	32,1	80,30	197,49
	19-08-04	5,51	32,00	80,90	197,79
	20-09-04	5,87	32,3	83,5	197,96
P321	01-03-04	5,49	31,60	81	198,8
	01-04-04	5,63	32,1	74	198,6
	01-05-04	5,51	32,7	74	199,67
	01-06-04	5,33	32,7	72	198,64
	15-07-04	5,37	32,4	75,00	198,73
	19-08-04	5,86	32,10	75,50	198,87
	20-09-04	5,22	32,6	83	199,04
P333	01-03-04	6,55	30,10	169	199,6
	01-04-04	6,02	31,8	135	199,52
	01-05-04	6,06	32,1	263	199,49
	01-06-04	6,32	32,4	208	199,59
	15-07-04	6,05	31,5	317,00	199,59
	19-08-04	7,30	30,10	281,00	199,75
	20-09-04	7,28	30,1	1771	199,93
P401	01-03-04	5,14	29,60	805	210,5
	01-04-04	5,02	30,5	820	210,35
	01-05-04	5,06	31,1	897	210,55
	01-06-04	4,91	30,9	867	210,45
	15-07-04	4,83	30,8	829,00	210,4
	19-08-04	4,84	30,50	915,00	210,91
	20-09-04	4,66	30,7	819	211,76
P402	01-03-04	5,89	28,80	939	217,1
	01-04-04	5,85	30,3	963	216,94
	01-05-04	5,19	31,2	900	217,02
	01-06-04	5,42	31,1	959	216,98
	15-07-04	5,51	30,9	1025,00	216,92
	19-08-04	5,36	30,50	938,00	217,45
	20-09-04	4,97	30,9	874	218,18
P404	01-03-04	5,57	30,50	454	222,3
	01-04-04	5,36	31,8	444	222,1
	01-05-04	5,31	31,7	420	222,36
	01-06-04	5,24	31,8	424	222,2
	15-07-04	5,18	31,8	440,00	222,17
	19-08-04	5,00	31,70	419,00	222,79
	20-09-04	5,04	32	405	223,55

5.2 Traitement et représentation graphique

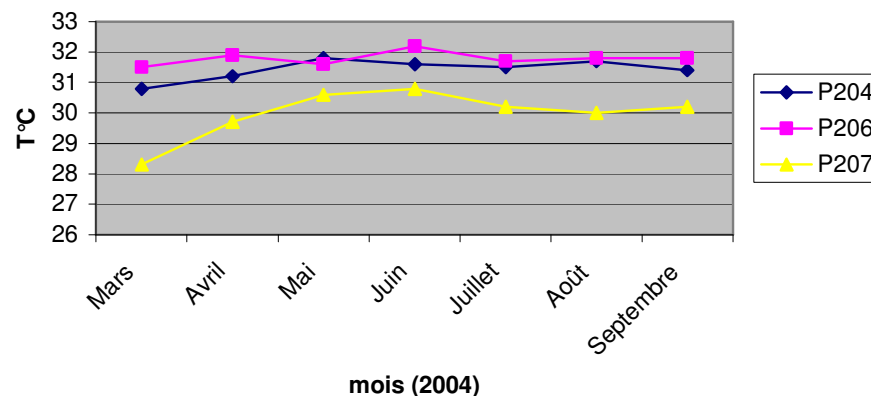


Distribution spatiale et évolution du PH aux divers points de suivi de la pollution.

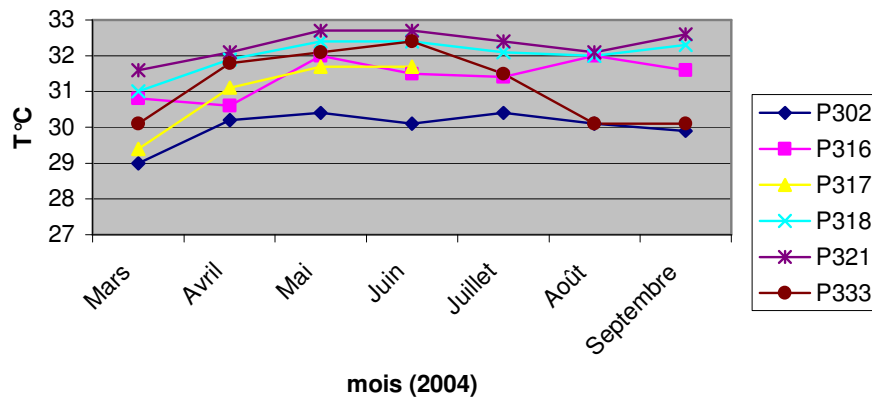
Variation de la température en Zone 1



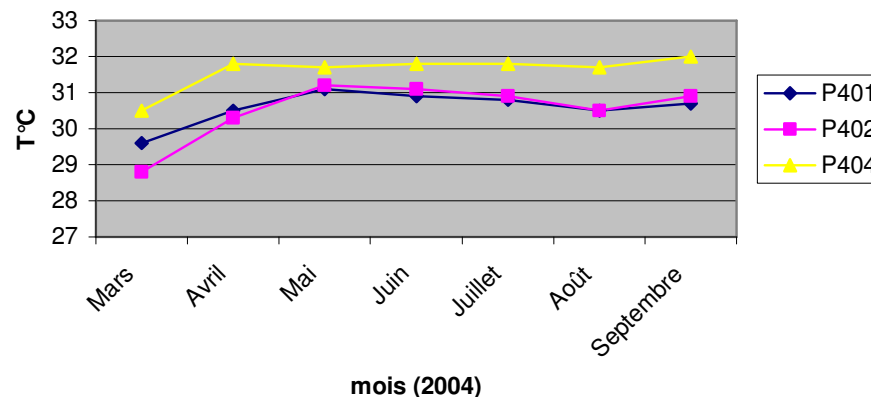
Variation de la température en Zone 2



Variation de la température en Zone 3

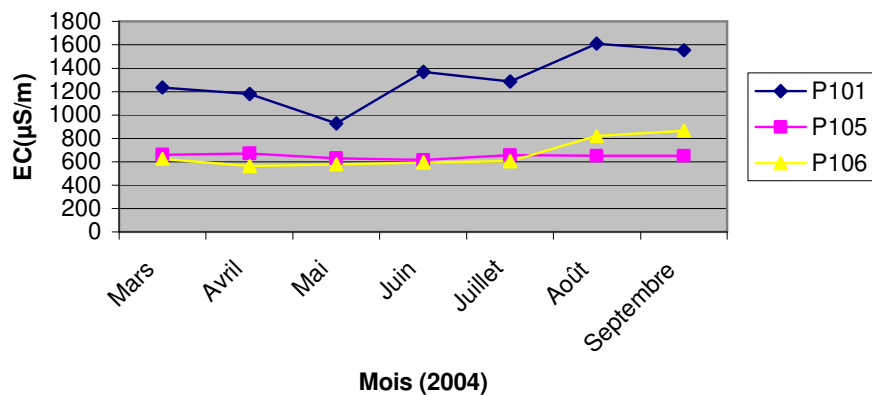


Variation de la température en Zone 4

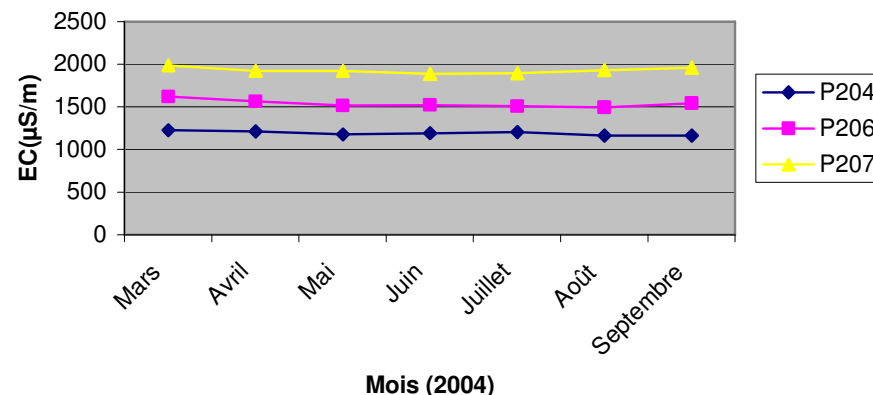


Distribution spatiale et évolution de la température aux divers points de suivi de la pollution.

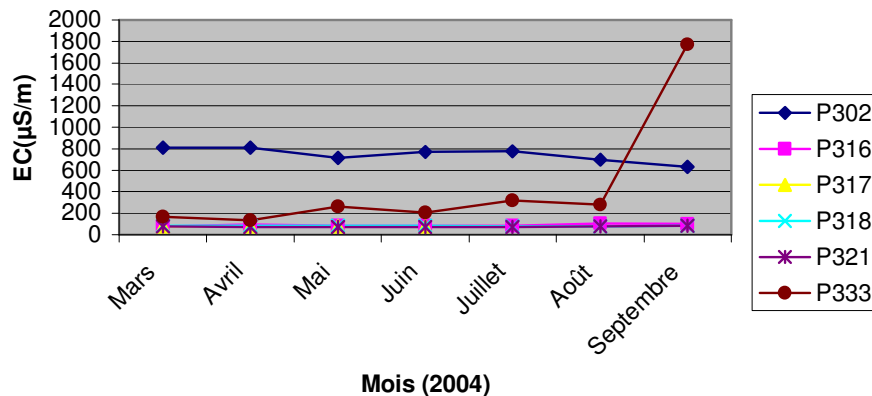
Variation de la conductivité en zone 1



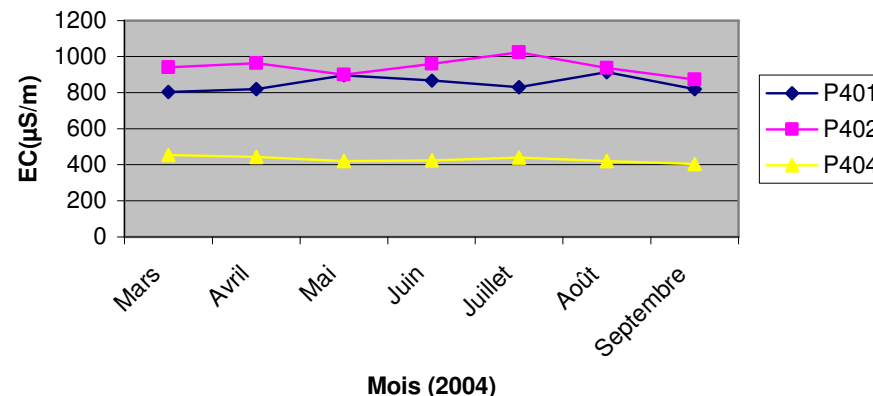
Variation de la conductivité en zone 2



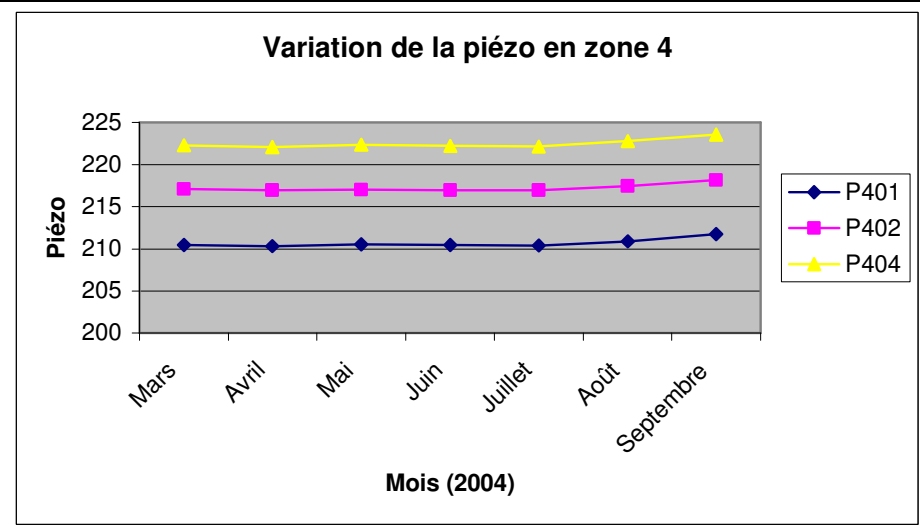
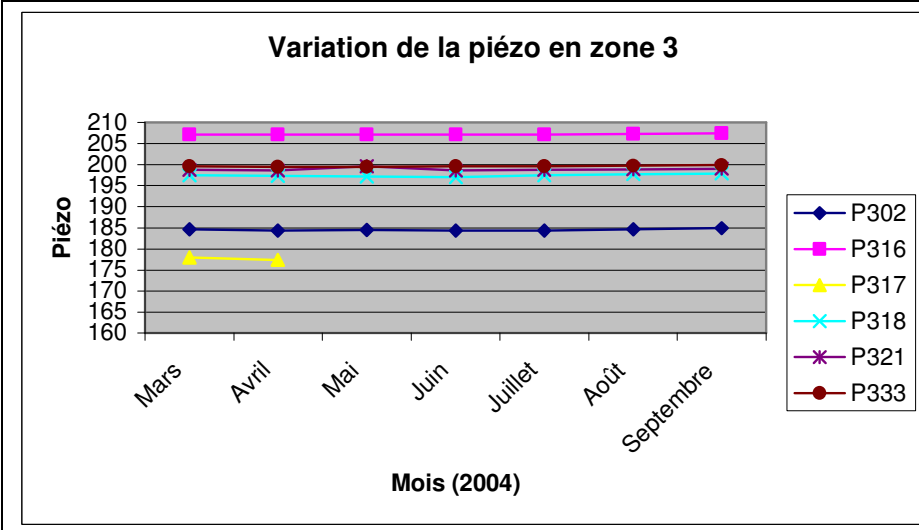
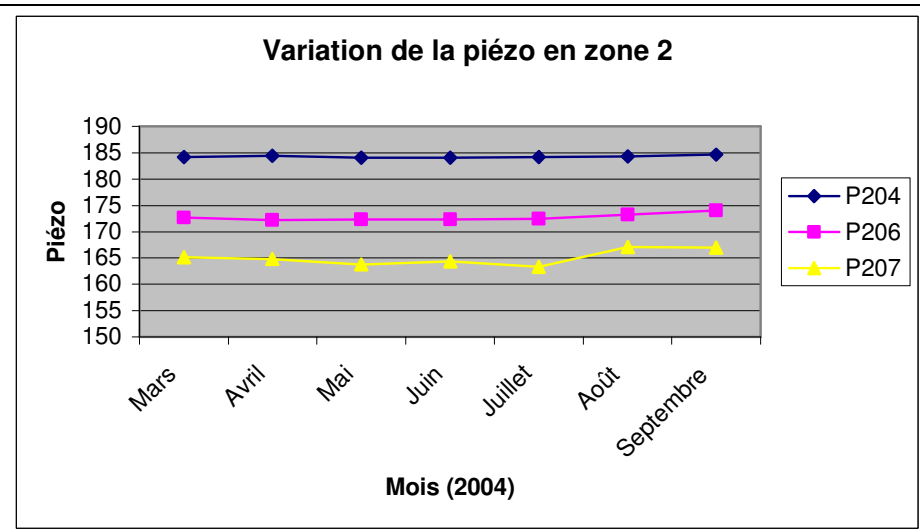
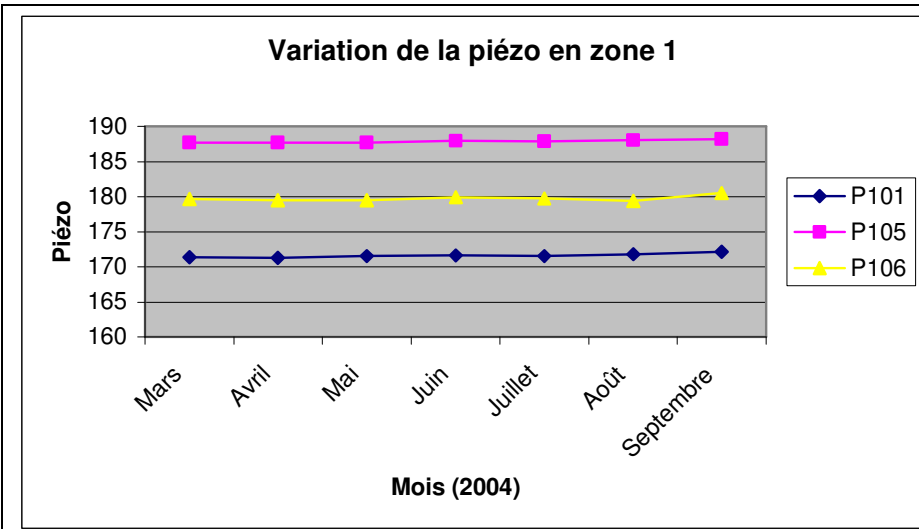
Variation de la conductivité en zone 3



Variation de la conductivité en zone 4



Distribution spatiale et évolution de la conductivité aux divers points de suivi de la pollution.



Distribution spatiale et évolution du niveau piézométriques aux divers points de suivi de la pollution.

5.3 Interprétation et analyse

5.3.1 *La piézométrie*

Les données piézométriques (cf. tableau et graphiques) montrent des faibles fluctuations des niveaux d'eau dans la grande majorité des puits, néanmoins, à partir de mois de juillet, on observe une nette augmentation du niveau piézométriques dans certains puits, ce qui traduit une recharge rapide de certaines nappes. La hauteur de la remontée varie de 1 à 2 m.

5.3.2 *La conductivité*

Les valeurs de la conductivité (cf. tableau et graphiques) semblent variables d'un puits à un autre, on note une nette augmentation de ces valeurs pendant la saison pluvieuses pour certains puits (P333), par contre, plusieurs puits gardent une variation très nuancée des valeurs en saison sèche comme en saison pluvieuse, ce qui traduit un comportement très différent des nappes par rapport aux précipitations. Dans tous les cas, la conductivité des eaux tend à montrer que la pollution est permanente ou augmente.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les résultats de cette 2ème phase confirment ceux de la première phase à savoir que les nappes superficielles et profonde de la communauté urbaines son polluées sur le plan chimique et/ou bactériologiques. Cette pollution due aux fortes teneurs en nitrates, en nitrites, en coliformes et streptocoques est d'origine organique et elle est liée aux matières fécales, aux eaux usées et aux divers déchets urbains.

Compte tenu de l'importance des eaux souterraines dans l'alimentation en eau des populations surtout périurbaines, il serai nécessaire d'entreprendre des études plus approfondi pour mieux connaître les mécanismes de cette pollution. Aussi la thèse de doctorat en cours s'inscrit dans cette perspective.

Par ailleurs, au cours de cette phase, quatre bulletins d'alerte ont été édités et diffusés et un séminaire a été organisé pour une plus large diffusion des informations acquises sur la pollution des nappes de la communauté urbaine de Niamey.