



**DIRECTION DES ETUDES ET DES
SERVICES ACADEMIQUES.**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE D'INGENIEUR
DE L'EQUIPEMENT RURAL**

Présenté par :
COULIBALY Ousmane

THEME
***Baisse de productivité des forages à gros débits en zone de socle :
diagnostic et propositions de solutions***

DEDICACE

Je saisi cette opportunité pour dédier ce mémoire à

🇳🇬 *Mes parents plus particulièrement à ma mère*

Rahamata Diop ainsi que sa sœur Awa Diop

🇳🇬 *Mes frères et sœurs*

🇳🇬 *Mon défunt cousin Moussa pour tous les bons moments qu'on a eut à passer ensemble, je prie Allah pour que la terre lui soit légère.*

🇳🇬 *Mes frères et sœurs en la foi de la FIEED et du JMGY*

🇳🇬 *Mon ami et frère en la foi Younoussa Bah pour son soutien durant ces trois années de solitudes qu'Allah lui attribut de la plus belle manière ainsi qu'à sa famille amine !!!*

🇳🇬 *A toute la famille Diop*

REMERCIEMENTS

Après avoir rendu grâce à Allah le Tout Puissant, Qui nous a accordé la force est la santé pour mener ce travail à terme.

Nous tenons à signaler toute notre gratitude à toutes les personnes physiques ou morales qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Nous tenons à remercier particulièrement :

- *Nos encadreurs Monsieur DIENG Babacar et Monsieur KONE Mahamadou pour leurs conseils et tout le temps qu'ils ont consacré à ce travail malgré leur emploi du temps chargé. Nous tenons à leur faire part de notre profonde satisfaction. .*
- *Tout le corps enseignant de l'EIER pour la qualité de la formation reçue au cours des trois années ;*

Je remercie également tous les amis de la 34^{eme}, 35^{eme} et 36^{eme} promotion avec qui nous avons passé de bons moments dans le respect et la considération.

AUTEUR : COULIBALY Ousmane

Professeur responsable : DIENG Babacar

Organisme encadreur : ONEA

THEME

Baisse de productivité des forages à gros débits en zone de socle : diagnostic et propositions de solutions

RESUME

L'Office National des Eaux et de l'Assainissement (ONEA) gère actuellement 41 centre dotés de systèmes classiques d'adduction d'eau potable.

Pour l'alimentation des populations de ces centres, les ressources en eaux proviennent des eaux souterraines (forages et puits) et des eaux de surface (barrages et fleuves).

Sur les 41 centres, 37 sont alimentés partiellement ou exclusivement à partir des eaux souterraines.

Parmi ces 37 centres, 33 sont en zone de socle cristallin caractérisée par des problèmes de mobilisation et de gestion des ressources.

En effet les forages de ces centres sont confrontés à un phénomène de baisse cruciale de productivité poussant à l'abandon des ouvrages pour insuffisance de ressource.

Cette présente étude vise à déterminer les causes de ce phénomène de baisse de productivité par l'analyse des données de suivi d'exploitation de 5 centres choisis parmi les 33 concernés par cette problématique de baisse de productivité.

Le choix des 5 centres (Fada, Manga, Gourcy, Tenkodogo, Gaoua) c'est fait en fonction des zones climatique (sahélienne, soudano sahéenne, et soudanienne), mais tenant compte également du temps imparti pour ce stage de mémoire d'étude.

Parmi les 29 forages totalisant des 5 centres 19 sont affectés par le phénomène de la baisse de productivité, soit plus de 65%, reparti suivant les centres nous avons :

- ✓ Fada nous avons 6 forages affectés sur les 10 en service pour l'alimentation de la ville soit 6/10
- ✓ Manga, tous les forages sont affectés par le phénomène soit 5/5,
- ✓ Gourcy nous avons 4/5,
- ✓ Tenkodogo nous avons 4/11
- ✓ Gaoua le phénomène n'est c'est pas observé.

La principale cause à la baisse de productivité observée est la surexploitation des forages par un mauvais choix du débit d'exploitation (essais de pompages pas adéquats, ou exploitant augment le débit) ou du temps de pompage (dénoyage des venues d'eau, c'est à dire ND très bas) mais l'effet d'interférence entre forages d'un même champ de captage a été décelé comme facteur aggravant ou déclencheur du phénomène. Parmi les 19 forages affectés les 17 se trouvent sur un champ de captage à plusieurs forages (2 au minimum).

Par ailleurs il a été observé des comportements différents des forages vis-à-vis à la surexploitation et à l'effet d'interférence selon le contexte hydrogéologique.

Pour les zones hydrogéologiquement favorable (bas fond, pluviosité élevé) le forage peut supporter des coups d'une surexploitation sans pour autant affecter sa productivité, alors que si la zone est hydrogéologiquement défavorable (faible pluviosité, NS dans le réseau de fractures,) une simple surexploitation temporaire affecte directement la productivité de l'ouvrage (cas de Manga, Gourcy, Fada).

C'est à la base de toutes ces observation que des prépositions ont été faites en vue d'améliorer la situation qui prévaut actuellement dans les centres en zone de socle cristalline.

Mots clés : Forage, socle cristallin, Burkina Faso, niveau dynamique(ND), débit, productivité, venue d'eau (VDE) ,centre, champ de captage,interférence, eaux souterraines

✓ **SOMMAIRE**

PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE	12
A : GENERALITES.....	14
A.1 METHODOLOGIE GENERALE.....	14
A.1.1 <i>Choix de la zone d'étude</i>	14
A.1.2 <i>Phase préliminaire ou recherche documentaire</i>	14
A.1.3 <i>Phase d'analyse et de traitement des données</i>	14
A.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	15
A.2.1 <i>Géologie du Burkina Faso</i>	15
A.2.2 <i>Centre de Fada N'Gourma</i>	15
A.2.3 <i>Centre de Tenkodogo</i>	16
A.2.4 <i>Centre de Gaoua</i>	17
A.2.5 <i>Centre de Gourcy</i>	18
A.2.6 <i>Centre de Manga</i>	19
A.3 SYSTEME D'AQUIFERE DU SOCLE	20
A.3.1 <i>Structure</i>	20
A.3.2 <i>Réservoir supérieur d'altérités</i>	20
A.3.3 <i>Réservoir inférieur</i>	21
A.3.4 <i>Fonctionnement du système aquifère</i>	23
B : PRESENTATION DES RESULTATS D'ANALYSES DES DONNEES.....	24
B.1 DEMARCHE SUIVIE.....	24
B.1.1 <i>Mise en évidence de la baisse de productivité</i>	25
B.1.2 <i>Hypothèses d'explications du phénomène de la baisse de la productivité</i>	25
B.2 APPLICATION DE LA DEMARCHE AUX DIFFERENTS CENTRES	26
B.2.1 <i>Centre de Fada</i>	26
B.2.2 <i>Centre de Tenkodogo</i>	55
B.2.3 <i>Centre de Gaoua</i>	79
B.2.4 <i>Centre de Gourcy</i>	90
B.2.5 <i>Centre de Manga</i>	92
CONCLUSION	93
© : PROPOSITION DE SOLUTION ET RECOMMANDATION.....	94
CONCLUSION GENERALE	94
<u>REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	95
ANNEXES	96

LIESTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ONEA :	Office National des Eaux et l'Assainissement
NS :	Niveau Statique
ND :	Niveau Dynamique
VDE1 :	Première venue d'eau dans le forage
VDE2 :	Dernière venue d'eau dans le forage
BRGM :	Bureau de Recherche Géologique et Minière
CIEH :	Comité Inter africain d'Etudes Hydrauliques

LISTE DES FIGURES

FIGURE1 : ÉVOLUTION DE LA PLUIE TOTALE ANNUELLE DE FADA PAR RAPPORT A LA MOYENNE	16
FIGURE2 : ÉVOLUTION DE LA PLUIE TOTALE ANNUELLE DE TENKODOGO PAR RAPPORT A LA MOYENNE	17
FIGURE3 : ÉVOLUTION DE LA PLUIE TOTALE ANNUELLE DE GAOUA PAR RAPPORT A LA MOYENNE	18
FIGURE 4: ÉVOLUTION DE LA PLUIE TOTALE ANNUELLE DE GOURCY PAR RAPPORT A LA MOYENNE.....	19
FIGURE 5: ÉVOLUTION DE LA PLUIE TOTALE ANNUELLE DE GOURCY PAR RAPPORT A LA MOYENNE.....	20
TABLEAU 11: DISTANCES RELATIVES ENTRE LES FORAGES DU CHAMP1 DU CENTRE DE FADA.....	26
FIGURE12 : ÉVOLUTION DU NS ET DU DEBIT DE F6 DU CHAMP1 DE FADA (91-04).....	27
FIGURE13 : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F6 DU CHAMP1 DE FADA EN FONCTION DU TEMPS	28
FIGURE 14: COURBE DESCENTE ET MONTEE DES PALIERS D'ESSAIS F6 DU CHAMP1 DE FADA	28
FIGURE 15: COURBE RABATTEMENT DEBIT F6 DU CHAMP1 DE FADA	29
FIGURE 16: COURBE RABATTEMENT SPECIFIQUE DEBIT F6 DU CHAMP1 DE FADA	29
FIGURE 17: ÉVOLUTION DU NS ET DU DEBIT DE F7 DU CHAMP1 DE FADA	30
FIGURE 18: ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F7 DU CHAMP1 DE FADA	30
FIGURE 19: COURBE RABATTEMENT SPECIFIQUE DEBIT F7 DU CHAMP1 DE FADA	31
FIGURE20 : COURBE RABATTEMENT DEBIT F7 DU CHAMP1 DE FADA	31
FIGURE 21: COURBE RABATTEMENT SPECIFIQUE DEBIT F7 DU CHAMP1 DE FADA	32
FIGURE 23: ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F8 DU CHAMP1 DE FADA	33
FIGURE 24: ÉVOLUTION DU NS DE F6, F7, F8, DU CHAMPS1 DE FADA.....	35
FIGURE 26: ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION JOURNALIERE DU CHAMP1 DE FADA.....	36
FIGURE 27: ÉVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F11 DU CHAMP2 DE FADA (87-04)	37
FIGURE 28: ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F11 DU CHAMP2 DE FADA EN FONCTION DU TEMPS.....	38
FIGURE29 : ÉVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F15 DU CHAMP3 DE FADA (01-04)	39
FIGURE 30: ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F15 DU CHAMP3 DE FADA EN FONCTION DU TEMPS.....	40
FIGURE 31: COURBE DESCENTE ET MONTEE DES PALIERS D'ESSAIS DE F15 DU CHAMP3 DE FADA.....	40
FIGURE 32: COURBE RABATTEMENT DEBIT F15 DU CHAMP3 DE FADA	40
FIGURE 33: COURBE RABATTEMENT SPECIFIQUE DEBIT F15 DU CHAMP3 DE FADA	41
FIGURE34 : ÉVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F16 DU CHAMP3 DE FADA (01-04)	42
FIGURE35 : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F16 DU CHAMP3 DE FADA EN FONCTION DU TEMPS.....	42
FIGURE36 : COURBE RABATTEMENT DEBIT F16 DU CHAMP3 DE FADA	43
FIGURE37 : COURBE RABATTEMENT SPECIFIQUE DEBIT F16 DU CHAMP3 DE FADA	43
FIGURE 38: COURBE DESCENTE ET MONTEE DES PALIERS D'ESSAIS F16 DU CHAMP3 DE FADA	44
FIGURE 39: ÉVOLUTION DU DEBIT D'EXHAURE DE F16, F15 DU CHAMPS3 DE FADA	45
FIGURE40 : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION JOURNALIERE DU CHAMP3 DE FADA.....	45
FIGURE41 : ÉVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F12 DU CHAMP4 DE FADA (90-04).....	46
FIGURE42 : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F12 DU CHAMP4 DE FADA EN FONCTION DU TEMPS.....	47
FIGURE43 : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION EN FONCTION DE LA POSITION DU ND PAR RAPPORT AUX VENUES D'EAUX DANS LE FORAGE DU CHAMP4 DE FADA.....	48
FIGURE44 : ÉVOLUTION DE LA NAPPE DANS LE F12 DU CHAMP4 DE FADA PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE..	48
FIGURE 45: ÉVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F14 DU CHAMP5 DE FADA (94-04)	49
FIGURE 46: ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT DE F14 DU CHAMP5 DE FADA EN FONCTION DU TEMPS	49
FIGURE 47: ÉVOLUTION DU NS ET DE LA PLUVIOMETRIE MENSUELLE DE F14 DU CHAMP5 DE FADA (94-04) ..	50
FIGURE48 : ÉVOLUTION DU NS ET DU ND DE F14 DU CHAMP5 DE FADA EN FONCTION DU TEMPS PAR RAPPORT A LA VDE ET A LA LIMITE DES ALTERITES.....	51
FIGURE49 : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F13 DU CHAMP6 DE FADA EN FONCTION DU TEMPS.....	52
FIGURE50 : ÉVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F13 DU CHAMP6 DE FADA (94-04)	52
FIGURE51 : ÉVOLUTION DU NS PAR RAPPORT AUX VDE DE F13 DU CHAMP6 DE FADA (94-04).....	53
FIGURE 52: ÉVOLUTION DU NS ET DU DEBIT DE F10 DU CHAMP7 DE FADA (86-04).....	54
FIGURE 53: ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F10 DU CHAMP7 DE FADA EN FONCTION DU TEMPS.....	54

FIGURE 54: SCHEMA D'IMPLANTATION DES FORAGES DU CENTRE DE TENKODOGO	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE55 : EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F3 DU CHAMP1 DE TENKODOGO	57
FIGURE 56: EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F3 DU CHAMP1 DE TENKODOGO EN FONCTION DU TEMPS	58
FIGURE 57: COURBE RABATTEMENT DEBIT F3 DU CHAMP1 DE TENKODOGO	58
FIGURE58 : EVOLUTION DU NS DE F4 ET F5 DU CHAMP1 DE TENKODOGO PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE MENSUELLE EN FONCTION DU TEMPS.....	59
FIGURE59 : EVOLUTION DU DEBIT CUMULE ET DE LA PRODUCTION CUMULEE F4 F5 DU CHAMP1 DE TENKODOGO (84-04)	59
FIGURE 60: EVOLUTION DU DEBIT CUMULE ET DES NS DE F4 F5 DU CHAMP1 DE TENKODOGO	60
FIGURE 61: EVOLUTION DU ND PAR RAPPORT A LA VENUE D'EAU DE F4F5 DU CHAMP1 DE TENKODOGO.....	60
FIGURE 62: EVOLUTION DU NS DES FORAGES DU CHAMP1 DE TENKODOGO EN FONCTION DU TEMPS	62
FIGURE 63: EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F6 DU CHAMP2 DE TENKODOGO	63
FIGURE 64: EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU D'EXHAURE DEBIT DE F6 DU CHAMP2 DE TENKODOGO EN FONCTION DU TEMPS	64
FIGURE 65: EVOLUTION DU ND PAR RAPPORT A LA VENUE D'EAU F6 DU CHAMP2 DE TENKODOGO.....	64
FIGURE66 : EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F7 DU CHAMP2 DE TENKODOGO.....	65
FIGURE67 : EVOLUTION DU NS DE F7 DU CHAMP2 DE TENKODOGO PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE EN FONCTION DU TEMPS.....	66
FIGURE68 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU D'EXHAURE DEBIT DE F7 DU CHAMP2 DE TENKODOGO EN FONCTION DU TEMPS.....	66
FIGURE69 : EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F13 DU CHAMP2 DE TENKODOGO.....	67
FIGURE70 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F13 DU CHAMP2 DE TENKODOGO EN FONCTION DU TEMPS.....	68
FIGURE 71: COURBE D'EVOLUTION DU NS DE F6, F7, ET F13 DU CHAMP2 DE TENKODOGO EN FONCTION DU TEMPS.....	69
FIGURE 72: EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F8 DU CHAMP3 DE TENKODOGO	70
FIGURE73 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU NS DE F8 DU CHAMP3 DE TENKODOGO.....	70
FIGURE74 : EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F11 DU CHAMP4 DE TENKODOGO.....	71
FIGURE 75: EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU NS DE F11 DU CHAMP4 DE TENKODOGO.....	72
FIGURE76 : EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F12 DU CHAMP4 DE TENKODOGO.....	73
FIGURE77 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU NS DE F12 DU CHAMP4 DE TENKODOGO	73
FIGURE 78: EVOLUTION DU ND ET DU NS DE F12 DU CHAMP4 DE TENKODOGO	74
FIGURE 79: EVOLUTION DU DEBIT DE F12 ET F11 DU CHAMP4 DE TENKODOGO.....	75
FIGURE80 : EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT DE F9 DU CHAMP5 DE TENKODOGO DE (93-04)	76
FIGURE81 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU NS DE F9 DU CHAMP5 DE TENKODOGO EN FONCTION DU TEMPS.....	76
FIGURE82 : EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT DE F9 DU CHAMP5 DE TENKODOGO (93-04).....	77
FIGURE 83: EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU NS DE F9 DU CHAMP5 DE TENKODOGO EN FONCTION DU TEMPS.....	78
FIGURE84 : EVOLUTIONS DU NS DE F9 ET F10 DU CHAMP5 DE TENKODOGO EN FONCTION DU TEMPS.....	78
FIGURE86 : EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F1 DU CHAMP1 DE GAOUA (83-04)	80
FIGURE87 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU NS DE F1 DU CHAMP1 DE GAOUA EN FONCTION DU TEMPS	81
FIGURE88 : EVOLUTION DU ND ET DU NS DE F1 DU CHAMP1 DE GAOUA EN FONCTION DU TEMPS PAR RAPPORT A LA VENUE D'EAU DANS LE FORAGE.....	81
FIGURE89 : EVOLUTION DU NS DE F1 DU CHAMP1 DE GAOUA PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE.....	82
FIGURE 90: EVOLUTION DU NS ET DU DEBIT D'EXHAURE DE F2 DU CHAMP1 DE GAOUA (83-04)	83
FIGURE91 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU NS DE F2 DU CHAMP1 DE GAOUA EN FONCTION DU TEMPS	83
FIGURE92 : EVOLUTION DU ND ET DU NS DE F2 DU CHAMP1 DE GAOUA EN FONCTION DU TEMPS PAR RAPPORT A LA VENUE D'EAU DANS LE FORAGE.....	84
FIGURE93 : EVOLUTION DU NS DE F2 DU CHAMP1 DE GAOUA PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE.....	84
FIGURE 94: EVOLUTION DU NS DES FORAGES DU CHAMP1 DE GAOUA EN FONCTION DU TEMPS	85
FIGURE95 : EVOLUTION DU DEBIT DE F1 ET F2 DU CHAMP1 DE GAOUA EN FONCTION DU TEMPS	86
FIGURE96 : EVOLUTION DU NS DES FORAGES DU CHAMP2 DE GAOUA EN FONCTION DU TEMPS	88
FIGURE97 : EVOLUTION DU DEBIT DE F4 ET F5 DU CHAMP2 DE GAOUA EN FONCTION DU TEMPS	88
FIGURE98 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DU NS DE F6 DU CHAMP3 GAOUA EN FONCTION DU TEMPS... ..	88

FIGURE99 : EVOLUTION DU ND DE F6 DU CHAMP3 DE GAOUA EN FONCTION DU TEMPS PAR RAPPORT A LA VENUE D'EAU DANS LE FORAGE.....	89
FIGURE100 : EVOLUTION DU NS DE F6 DU CHAMP3 DE GAOUA PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE	89
FIGURE 101: SCHEMA D'IMPLANTATION DES FORAGES DU CENTRE DE GOURCY. ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
FIGURE102 : EVOLUTION DU ND ET DU NS DE F3 DU CHAMP1 DE GOURCY EN FONCTION DU TEMPS PAR RAPPORT AUX VENUES D'EAU DANS LE FORAGE	91
FIGURE 103: EVOLUTION DU NS DE F6 DU CHAMP3 DE GAOUA PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE	92

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE L'ONEA DU CENTRE DE FADA.....	26
TABLEAU 2: RESUME DE L'EVOLUTION DES FORAGES DU CHAMP1 DE FADA	34
TABLEAU 3 : RESUME DE L'EVOLUTION DES FORAGES DU CHAMP3 DE FADA	44
TABLEAU 4: CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE L'ONEA DU CENTRE DE TENKODOGO.....	55
TABLEAU 5 : DISTANCES RELATIVES ENTRE LES FORAGES DU CHAMP1 DE TENKODOGO	56
TABLEAU 6: RESUME DE L'EVOLUTION DES FORAGES DU CHAMP1 DE TENKODOGO	61
TABLEAU 7 : DISTANCES RELATIVES ENTRE LES FORAGES DU CHAMP2 DE TENKODOGO	62
TABLEAU 8: RESUME DE L'EVOLUTION DES FORAGES DU CHAMP2.....	68
TABLEAU 9: RESUME DE L'EVOLUTION DES FORAGES DU CHAMP4.....	74
TABLEAU 10: RESUME DE L'EVOLUTION DES FORAGES DU CHAMP5 DE TENKODOGO	79
TABLEAU 11 : CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE L'ONEA DU CENTRE DE GAOUA.....	79
TABLEAU 12 : RESUME DE L'EVOLUTION DES FORAGES DU CHAMP1	87
TABLEAU 13 : CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE L'ONEA DU CENTRE DE GOURCY	90
TABLEAU 14 : RESUME DE L'EVOLUTION DES FORAGES DU CHAMP1 DE GOURCY	91
TABLEAU 15: CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE L'ONEA DU CENTRE DE MANGA	93

INTRODUCTION

Le groupe des écoles EIER-ETSHER est une école inter Etats d'ingénieurs et techniciens ressortissant de quatorze (14) états francophones de l'Afrique occidentale et centrale dont le siège est à Ouagadougou capitale du Burkina Faso

Pour mieux amener ses futurs ingénieurs à être apte à résoudre dès leur sortie les problèmes de développement, le groupe des écoles EIER-ETSHER a intégré dans les cursus de formation d'ingénieur le mémoire de fin d'étude.

Le thème suivant nous a été proposé : « **Baisse de productivité des forages à gros débits en zone de socle : diagnostic et propositions de solution** » par l'ONEA en collaboration avec le groupe des écoles de l'EIER ETSHER, dans le cadre de ce mémoire
Les objectifs globaux visés par cette présente étude sont :

- faire l'état des connaissances et des expériences en matière de baisse de productivité des forages à gros débit au Burkina Faso avec en particulier les forages de l'ONEA,
- faire éventuellement de nouvelles propositions de solutions susceptibles d'aider l'ONEA à faire face à cette problématique de baisse de productivité des forages à gros débit.

Les objectifs spécifiques de ces études sont :

- identifier des causes possibles de ce phénomène,
- faire l'état des lieux des recherches et études menées au Burkina Faso sur cette problématique (causes identifiées et leurs pertinences),
- synthétiser et analyser les données disponibles au niveau de l'ONEA pouvant avoir un lien avec la baisse de productivité des forages (chroniques de niveaux piézométriques et des volumes d'eau pompés, mesures d'essai de pompage, pluviométrie)
- identifier les causes et solutions complémentaires le cas échéant.

PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE

Avant les années soixante le socle était considéré comme dépourvu de ressources en eaux mobilisables par des forages .L'exploitation de ces zones était limitée uniquement au captage des altérités saturées par des puits dans les zones favorables : abords de marigot, bas-fond, etc.

Avec l'apparition des techniques de foration rapide (marteau fond de trou), le potentiel aquifère du socle est mieux connu et son exploitation est devenue une réalité.

Durant la décennie internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (1981-1990), de nombreux forages ont été réalisés dans le cadre des programmes d'hydraulique villageoise, permettant ainsi au-delà de la satisfaction des besoins en eau potable des populations concernées, d'affiner les connaissances sur la structure et le fonctionnement des aquifères en zone de socle cristallin.

Cependant face à la démographie galopante et un taux d'urbanisation croissant, ces programmes n'étaient pas suffisants pour répondre aux besoins en eaux des populations des villes et des centres secondaires.

Ainsi, l'ONEA (Office National des Eaux et l'Assainissement) pour faire face à ces exigences (satisfaction des besoins en eau de la population), avait entrepris de vastes campagnes d'exécution de forages à gros débit (5 m³/h minimum) dans la zone de socle cristallin burkinabé. On conviendra bien volontiers, que la mobilisation des eaux souterraines est la solution la plus réaliste et réalisable en pays sahélien pour l'alimentation en eau des petites agglomérations. Car le recours alternatif à l'eau de surface implique de multiples contraintes :

- ✓ les risques liés à une eau de mauvaise qualité bactériologique,
 - ✓ les coûts élevés de mobilisation (barrage) et d'exploitation (station de traitement, conduite, etc.)
 - ✓ la perte énorme d'eau par évaporation dans les barrages (2m de lame d'eau en moyenne/an),
 - ✓ les conflits potentiels avec les pays voisins pour la gestion des bassins partagés,
- Pour ne citer que ceux là.

Mais le suivi de l'exploitation de ces forages à exhaure motorisé a montré dans bien de cas des baisses de productivité importante (chute du débit, baisse du niveau statique) après quelques années de fonctionnement, poussant à l'abandon de certains ouvrages.

Ce phénomène a déjà fait l'objet de plusieurs études de recherche (CIEH, BRGM...) mais les réponses et les propositions faites n'ont pas apporté toutes les solutions escomptées. L'une des études sur ce phénomène qui c'est réalisé en 1994 par l'EIER et IAGU (Institut Africain de Gestion Urbaine), où il a été tenté d'expliquer le phénomène par « le colmatage physique des crépines ». Mais si dans peu de cas on a observé une légère augmentation de la production, le phénomène est resté persistant dans le majeur parti des cas après traitement chimique des ouvrages de captage. Ce qui laisse croire que le colmatage physique des ouvrages de captages n'est pas la cause principale de la baisse de productivité des forages.

D'où l'intérêt de mieux étudier le comportement hydrodynamique des champs de captages des forages en zone de socle pour mieux comprendre le phénomène de la baisse de la productivité et d'apporter des solutions complémentaires qui pourront contribuer à améliorer cette situation, est toujours d'actualité.

Dans le cadre de cette présente étude « **baisse de productivité des forages à gros débit en zone socle : diagnostic et proposition de solution** » il sera tenté d'expliquer le phénomène par rapport aux régimes et conditions d'exploitation de ces ouvrages, afin de proposer des consignes d'exploitation allant dans le sens d'atténuer le phénomène de la baisse de productivité. En effet parmi les quarante sept (47) centres que compte l'ONEA,

trente trois (33) sont en zone de socle et sont confrontés à la problématique de la baisse de productivité, soit plus 80% de ces centres

A : GENERALITES

A.1 Méthodologie générale

Pour atteindre les objectifs qui ont été fixés par le terme de référence, nous avons adopté une méthodologie qui se résume en trois grandes phases :

- choix de la zone d'étude
- phase préliminaire
- phase d'analyse et traitement de données
- phase de rédaction du rapport

A.1.1 Choix de la zone d'étude

Le choix de la zone d'étude a été fait sur la base de deux critères principalement : le temps matériel imparti pour effectuer le travail demandé et la zone climatique.

En effet c'est par rapport au délai de l'étude que nous avons choisi en concertation avec l'ONEA de faire le diagnostic sur cinq (5) centres parmi les trente trois (33) qui sont affectés par le phénomène de la baisse de productivité.

Pour que notre échantillon soit représentatif des trente trois (33) centres nous avons introduit le critère climatique c'est-à-dire la répartition des centres suivant les trois (3) zones climatiques du Burkina Faso :

- ✓ zone sahélienne, pluviométrie comprise entre 400 et 600mm
- ✓ zone soudano sahélienne, pluviométrie comprise entre 600 et 800mm
- ✓ zone soudanienne, pluviométrie comprise entre 800 et 1200mm.

Ainsi nous avons retenue avec la suggestion du maître d'ouvrage (ONEA) les centres suivants :

- ✓ Gourcy dans la zone sahélienne ;
 - ✓ Fada dans la zone soudano sahélienne,
 - ✓ Tenkodogo en cheval entre la zone soudano sahélienne et la zone soudanienne,
 - ✓ Manga dans la zone soudanienne,
 - ✓ et Gaoua à la limite de la zone soudanienne,
- (Voir carte ci-contre)

A.1.2 Phase préliminaire ou recherche documentaire

Cette partie consistera à :

- rassembler et exploiter le maximum de documents qui ont trait à la mobilisation des eaux souterraines (forages à gros débit) en zone de socle. (études antérieures du CIEH, études de recherche, etc.)
- capitaliser les différentes causes identifiées
- consulter et exploiter la base de données de l'ONEA sur l'exploitation des forages (caractéristiques des forages, les essais de pompage, l'évolution du NS et ND, les débits d'exploitations, etc.)

A.1.3 Phase d'analyse et de traitement des données

Cette phase constitue la partie la plus importante de notre étude.

Elle consistera essentiellement à :

- synthétiser et analyser les différentes données recueillies pendant la phase préliminaire,
- identifier les causes potentielles de baisses de débit des forages en zones de socle,
- proposer des solutions ou ébauche de solutions,

- ✦ proposer un plan de gestion des centres d'exploitations afin de prévenir les baisses de débits.
- ✦ visite de reconnaissance sur certains centres pour affiner les données.

La durée des différentes phases de la méthodologie est mentionnée dans le planning suivant :

PLANNING GENERAL DE L'ETUDE												
PHASE	Avril				Mai				Juin			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	
Recherche bibliographique												
Analyse et traitement des données												
Rédaction												

A.2 Présentation de la zone d'étude

A.2.1 Géologie du Burkina Faso

Le Burkina Faso est constitué à plus de 80% de socle cristallin et cristallophyllien et recouvert en discordance par des formations sédimentaires sur les frontières avec le Mali, le Niger au Nord, le Bénin et le Togo au sud. (Figure ci contre)

Cet ensemble cristallin fait partie du bloc Baoulé Mossi du craton ouest africain. On peut distinguer globalement trois principales unités lithologiques au Burkina Faso qui sont :

- ✓ L'Antébirrimien ou précambrien D

Elles sont constituées de granites et migmatites indifférenciés, de gneiss, de leptynites, d'amphibolites, de méta gabbros. Ce sont des formations plissées et métamorphisées.

- ✓ Le Birrimien ou Précambrien C

Ce sont les roches volcano-sédimentaires et les roches plutoniques mises en place au cours de l'orogénèse éburnéenne, le long de la fracturation du socle libérien suivant deux directions principales NNE-SSW à NE-SW et WNW-ESE créant des sillons intracratonique.

- ✓ Le Précambrien supérieur (Précambrien A) et du Tertiaire

Ce sont les formations de grés, de calcaires, et de schistes de l'infracambrien (dans la partie ouest notamment région de Bobo Dioulasso, Dédougou) puis les sables et les grés argileux du Continental Terminal du tertiaire. Cet ensemble constitue de vastes bassins sédimentaires tabulaires ou parfois plissés et métamorphisés (Dahoméyides, Gourma), dans le cadre de l'orogénèse panafricaine.

L'ensemble des départements de la zone d'étude est situé sur les formations de l'Antébirrimien ou Précambrien C. [G. COMPAORE 1997]

A.2.2 Centre de Fada N'Gourma

A.2.2.1 Cadre géographique et hydrogéologique

✦ Situation

La ville de Fada est située à 236 km à l'Est de Ouagadougou. C'est le chef lieu de la province du Gourma.

Le système d'alimentation en eau de la ville a été crée en 1981

Le centre est alimenté en eau potable actuellement par onze forages d'un débit cumulé de 42 m³/ h environ repartis sur sept stations de pompage.

La ville de Fada est d'une population estimée en 2004 à 35 490 habitants.

Le nombre d'abonnés en 2004 est de 289 pour une population desservie estimée à 21040 habitants

■ Climat

Le climat correspond au type "Soudano Sahélien" (600 à 800mm), caractérisé par une saison sèche de 8 à 9 mois et une saison humide de 3 à 4 mois (juin à septembre) avec un maximum des précipitations en juillet-août.

La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 789 mm sur la période 1980-2004.

[Météo nationale]

Le graphe qui suit représente l'évolution de la pluviométrie par rapport à la moyenne annuelle sur 24 ans.

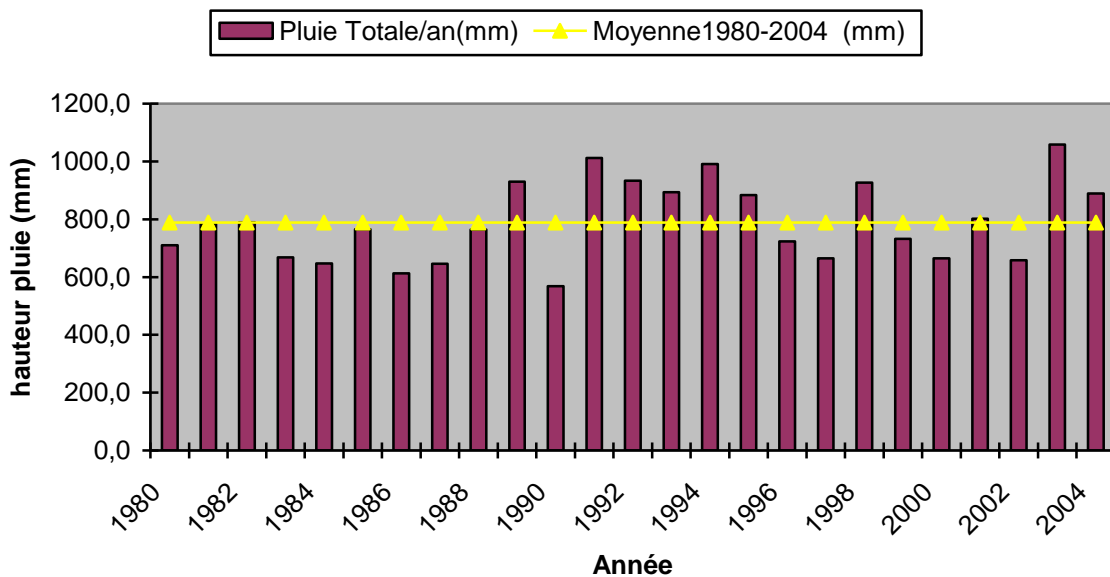


Figure1 : Evolution de la pluie totale annuelle de Fada par rapport à la moyenne 1980-2004

A.2.3 Centre de Tenkodogo

A.2.3.1 Cadre géographique et hydrogéologique

■ Situation

La ville de Tenkodogo est située à 180 km au Sud-est de Ouagadougou. C'est le chef lieu de la province du Boulgou.

Le système d'alimentation en eau de la ville a été créé en 1981

Le centre est alimenté en eau potable actuellement par onze forages d'un débit cumulé de 65 m³/ h environ repartis sur cinq stations de pompage.

La ville de Tenkodogo est d'une population estimée en 2004 à 39091 habitants

Le nombre d'abonnés en 2004 est de 456 pour une population desservie estimée à 19780 habitants

■ Climat

Le climat correspond au type "Soudano Sahélien" (600 à 800mm), caractérisé par une saison sèche de 8 à 9 mois et une saison humide de 3 à 4 mois (juin à septembre) avec un maximum des précipitations en juillet-août.

La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 748,2 mm sur la période 1980-2004.

[Météo nationale]

Le graphe qui suit représente l'évolution de la pluviométrie par rapport à la moyenne annuelle sur 24 ans.

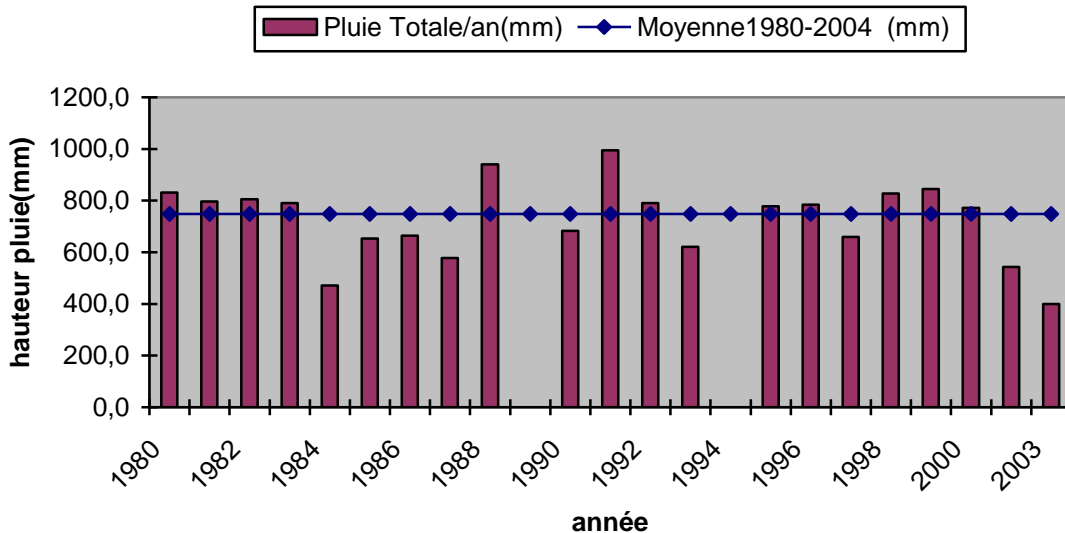


Figure2 : Evolution de la pluie totale annuelle de Tenkodogo par rapport à la moyenne 1980-2004

A.2.4 Centre de Gaoua

A.2.4.1 Cadre géographique et hydrogéologique

✚ Situation

La ville de Gaoua est située à 382 km au Sud-Ouest de Ouagadougou. C'est le chef lieu de la province du Poni.

Le système d'alimentation en eau de la ville a été crée en 1980

Le centre est alimenté en eau potable actuellement par six forages d'un débit cumulé de 53 m3/ h environ repartis sur trois stations de pompage.

La ville de Gaoua est d'une population estimée en 2004 à 17 471 habitants

Le nombre d'abonnés en 2004 est de 428 pour une population desservie estimée à 15 490 habitants

✚ Climat

Le climat correspond au type "Soudano " (800-1200mm), caractérisé par une saison sèche de 6 à 8 mois et une saison humide de 4 à 6 mois (mai à octobre) avec un maximum des précipitations en juillet-août.

La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 1057 mm sur la période 1980-2004.

[Météo nationale]

Le graphe qui suit représente l'évolution de la pluviométrie par rapport à la moyenne annuelle sur 24 ans.

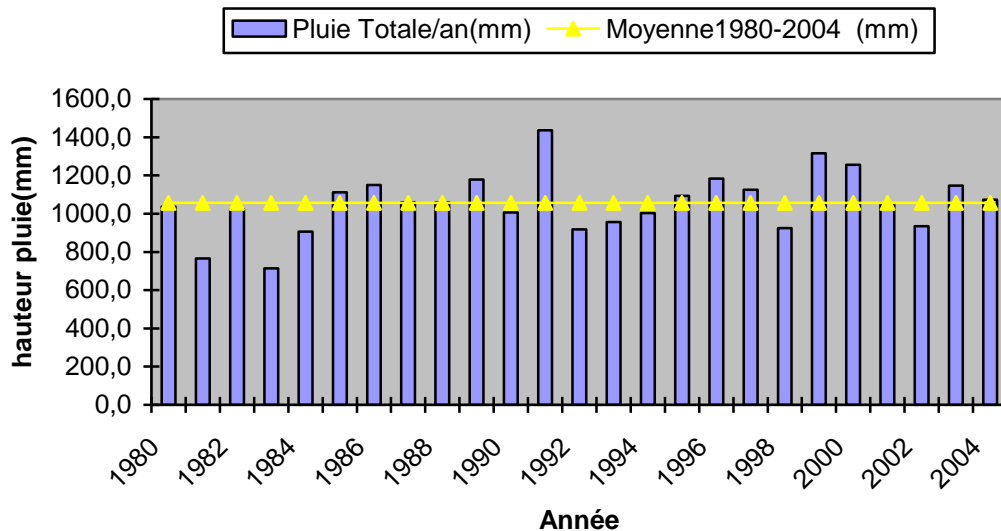


Figure3 : Evolution de la pluie totale annuelle de Gaoua par rapport à la moyenne 1980-2004

A.2.5 Centre de Gourcy

A.2.5.1 Cadre géographique et hydrogéologique

■ Situation

La ville de Gourcy est située à 140 km au Nord de Ouagadougou. C'est le chef lieu de la province du Zandoma.

Le système d'alimentation en eau de la ville a été créé en 1988

Le centre est alimenté en eau potable actuellement par cinq forages d'un débit cumulé de 22 m³/ h environ repartis sur trois stations de pompage.

La ville de Gourcy est d'une population estimée en 2004 à 28084 habitants

Le nombre d'abonnés en 2004 est de 112 pour une population desservie estimée à 15080 habitants

■ Climat

Le climat correspond au type "Sahélien" (400 à 600mm), caractérisé par une saison sèche de 8 à 9 mois et une saison humide de 3 à 4 mois (juin à septembre) avec un maximum des précipitations en juillet-août.

La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 603,7 mm sur la période 1980-2004. [Météo nationale]

Le graphe qui suit représente l'évolution de la pluviométrie par rapport à la moyenne annuelle sur 24 ans.

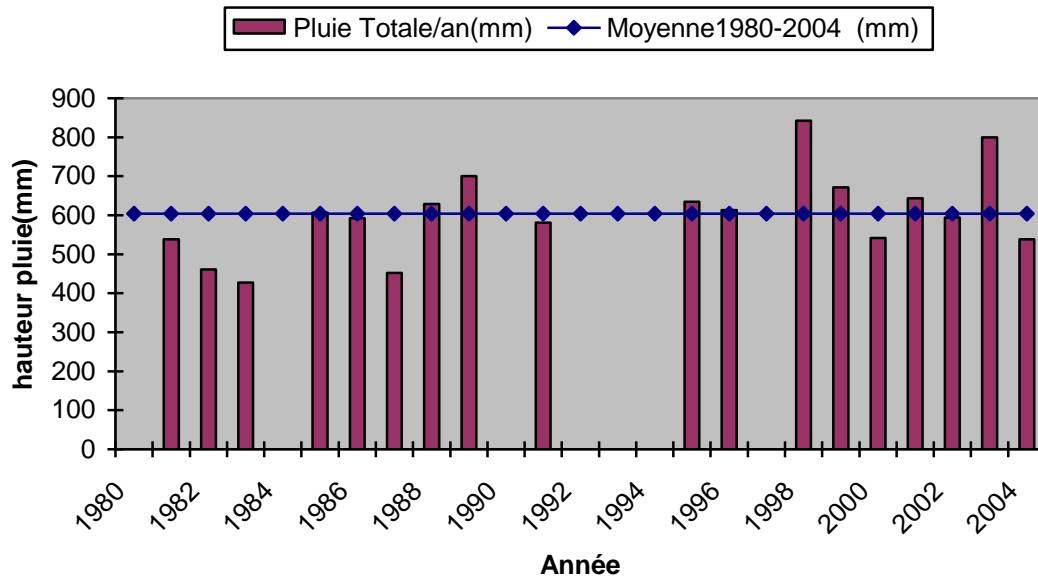


Figure 4: Evolution de la pluie totale annuelle de Gourcy par rapport à la moyenne 1980-2004

A.2.6 Centre de Manga

A.2.6.1 Cadre géographique et hydrogéologique

✚ Situation

La ville de Manga est située à 100 km au sud-Est de Ouagadougou. C'est le chef lieu de la province du Zoundwéogo.

Le système d'alimentation en eau de la ville a été crée en 1988.

Le centre est alimenté en eau potable actuellement par quatre forages d'un débit cumulé de 16 m³/ h environ repartis sur deux stations de pompage.

La ville de Manga est d'une population estimée en 2004 à 16 760 habitants

Le nombre d'abonnés en 2004 est de 260 pour une population desservie estimée à 15 080 habitants

✚ Climat

Le climat correspond au type "Soudano " (800-1200mm), caractérisé par une saison sèche de 6 à 8 mois et une saison humide de 4 à 6 mois (mai à octobre) avec un maximum des précipitations en juillet-août.

La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 910 mm sur la période 1980-2004.

[Météo nationale]

Le graphe qui suit représente l'évolution de la pluviométrie par rapport à la moyenne annuelle sur 24 ans.

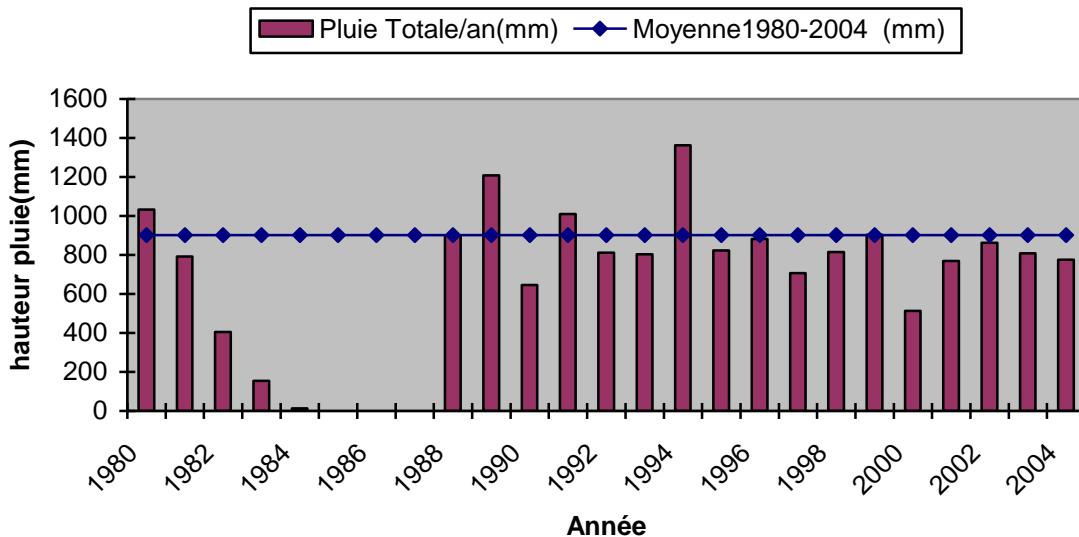


Figure 5: Evolution de la pluie totale annuelle de Gourcy par rapport à la moyenne 1980-2004

A.3 Système d'aquifère du socle

Les formations géologiques de socle, par nature compactes, ont été longtemps considérées comme dépourvues de ressources en eau exploitables. Nous savons aujourd'hui que les réseaux de fractures et de fissures d'origine tectonique ainsi que les processus d'altération physico-chimique qui affectent ces formations ont conduit à la constitution de structures de réservoirs le plus souvent modestes, parfois fort productives. [BRGM/AQUATER 91]

A.3.1 Structure

L'aquifère du socle présente une structure bicouche comprenant un réservoir supérieur d'altérité, qui par sa porosité (relativement bonne) assure le rôle de stockage et un réservoir inférieur discontinu de fractures et de fissures assurant le rôle de transmission. C'est par le captage de ces réseaux de fractures qu'il sera possible de mobiliser les eaux stockées les altérités [CIEH/BRGM 1990]

A.3.2 Réservoir supérieur d'altérités

Dans les granito gneiss, ce réservoir comprend généralement de haut en bas, trois horizons principaux :

- La cuirasse latéritique ;
- les altérations argileuses ;
- les arènes grenues.

Dans les schistes, il correspond à une tranche épaisse à dominante argileuse.

Selon les études réalisées en Afrique occidentale les altérités ont une extension considérable, leur épaisseur varie selon les régions et les zones climatiques : elle est en moyenne de 10 à 20 m en domaine granito gneissique et de 15 à 40 m en domaine schisteux.

La tranche saturée de ce réservoir est également variable en fonction des saisons, des zones climatiques, de la lithologie et de la topographie. [Hydrogéologie de l'Afrique de l'ouest. 2^e édition 1990]

A.3.3 Réservoir inférieur

A.3.3.1 Réservoir de fissures

Au dessus de la roche saine, on rencontre une zone plus ou moins intensément fissurée et partiellement altérée vers le haut, comportant de nombreuses fissures et diaclases à pendage variable, ouvertes mais souvent remplies par des produits d'altération. L'épaisseur de ce réservoir est encore mal connue avec précision, et elle varie en fonction de la lithologie : elle peut être estimée de 40 à 50 m dans les formations cristallines et cristallophylliennes

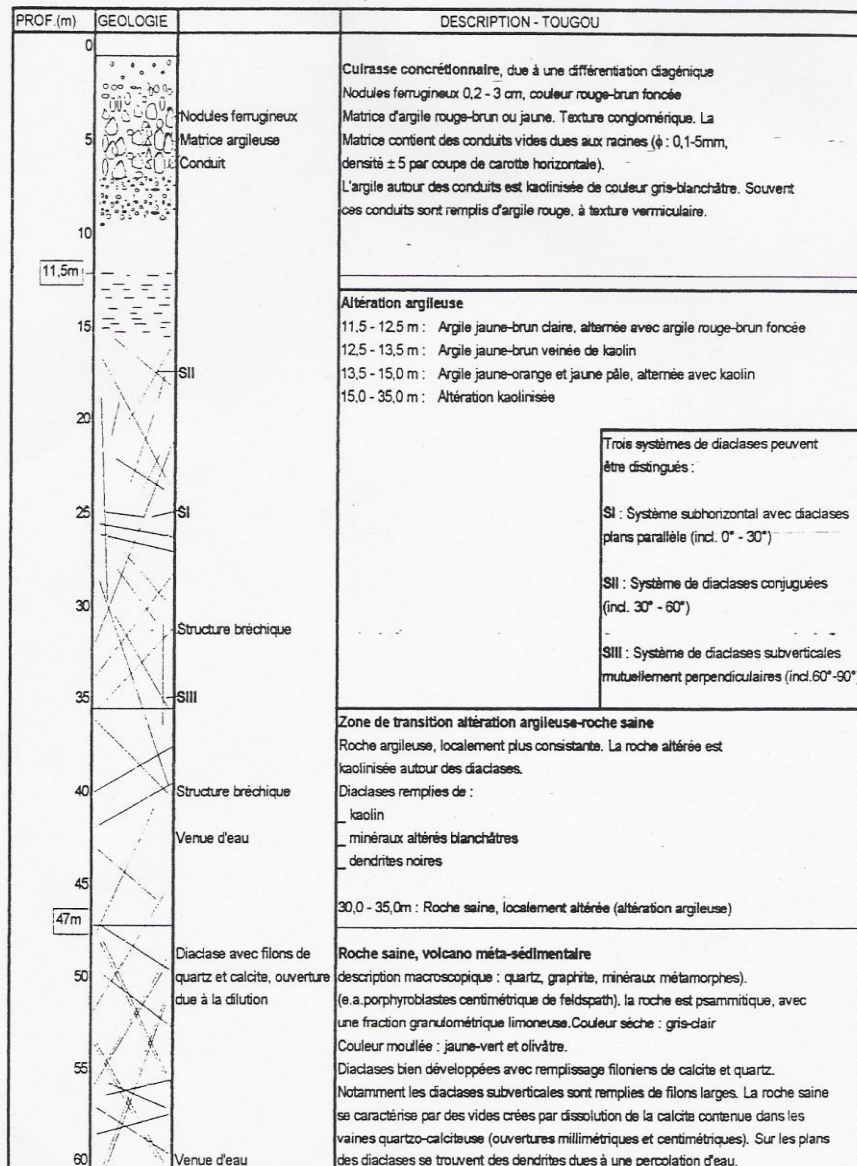


Figure 6: Description d'un sondage réalisé dans les schistes (d'après CIEH-IWACO 1990)

A.3.3.2 Réservoir de failles majeures

Le socle sain est découpé par un réseau de fractures majeures, très profondes, d'extension longitudinale kilométrique ou multi kilométrique. Ces fractures sont généralement verticales [Guiraud, 1975 ; Engalenc, 1978]. L'existence de fracture obliques est un modèle possible comme le mentionnent certains auteurs [Faillat, 1986].

Les fractures ouvertes sont favorables à la circulation de l'eau et peuvent être captées par des forages profonds (80 à 100m)

La figure qui suit illustre le schéma type de réservoirs en milieu cristallin

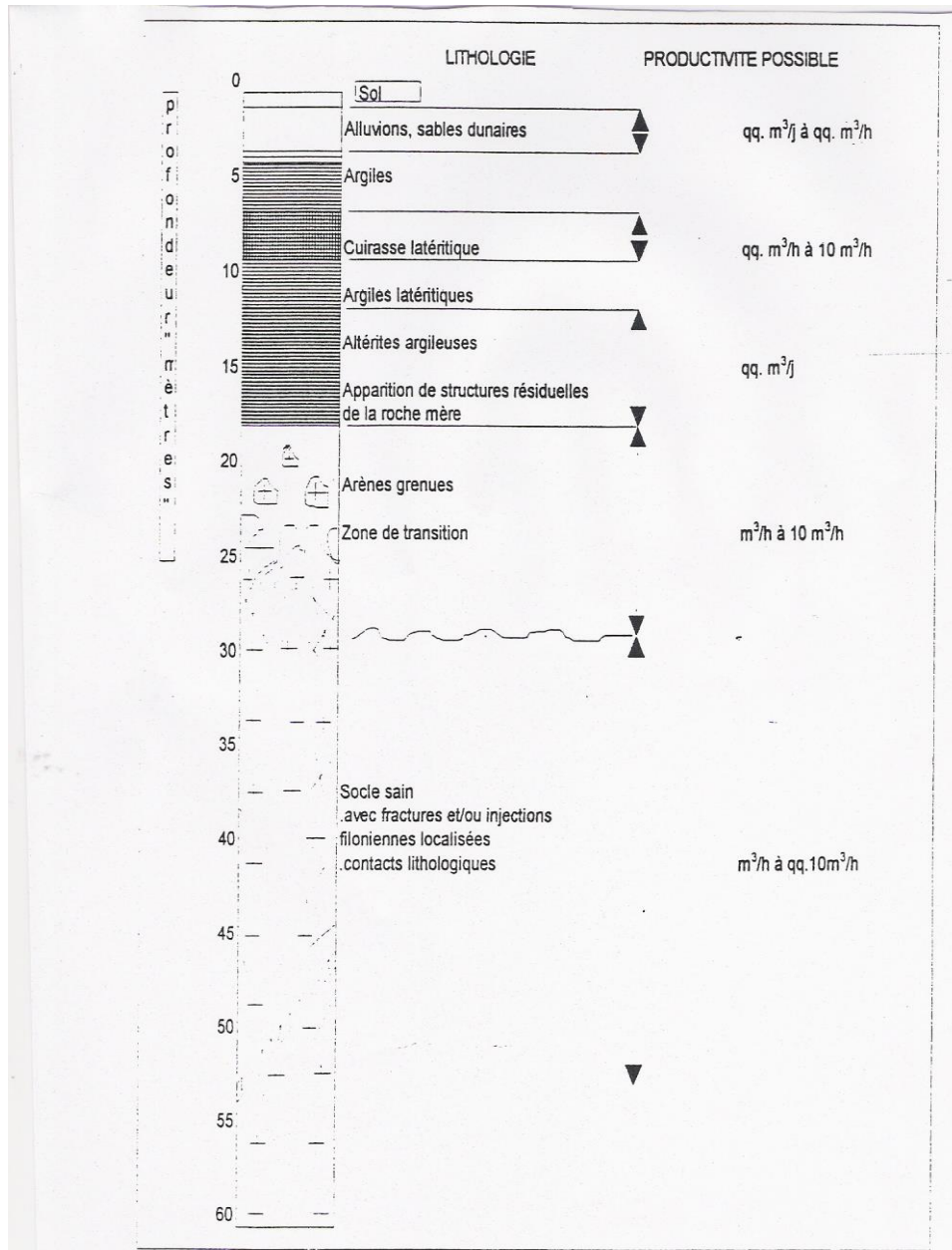


Figure 7: Schéma type des réservoirs en milieu cristallin et cristallophyllien (d'après BRGM-AQUATER 1990)

A.3.4 Fonctionnement du système aquifère

En condition d'écoulement non influencé par pompage, les altérites assurent, du fait de leur "position stratigraphique" et de leurs propriétés capacitives, une fonction de régulation des écoulements naturels qui sont drainés principalement par les zones fracturées du substratum. Cette fonction de stockage ou régulatrice est d'autant plus importante avec la hauteur altération saturée au dessus du substratum

Lorsque les altérites sont absentes ou sèches, les ressources disponibles à long terme sont limitées aux seules ressources renouvelables c'est-à-dire à la fraction de la pluie qui chaque année atteint le réservoir de fractures

Compte tenu de la faible diffusivité et du compartimentage de ces aquifères, le débit demandé à un champ de captage devra être du même ordre de grandeur que la ressource renouvelable disponible. La pérennité de la production sera d'autant mieux assurée que l'aquifère de socle sollicité sera surmonté d'altérations saturées capables par leur capacité régulatrice d'écrêter les fortes variations interannuelles de la recharge qui est estimée à 5% au maximum de la pluviométrie totale annuelle. [CIEH/BRGM 1992]

Le schéma qui suit illustre le modèle conceptuel du fonctionnement hydrogéologique de l'ensemble altérité/socle

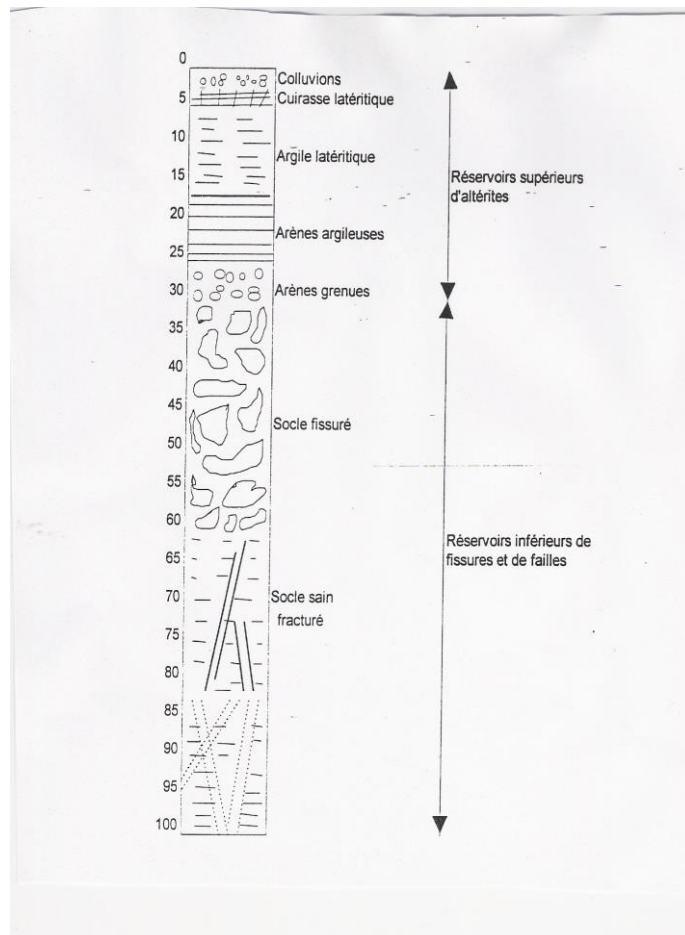


Figure 8: schéma hydrogéologique de l'ensemble altérites /socle

B : PRESENTATION DES RESULTATS D'ANALYSES DES DONNEES

INTRODUCTION

Dans cette partie nous allons exposer les résultats de notre travail c'est-à-dire le diagnostic que nous avons eu à faire sur le phénomène de baisse de la production des forages à gros débit en zone de socle des centres de l'ONEA, retenus dans le cadre de notre étude, ainsi que l'explication des causes possibles du phénomène.

B.1 Démarche suivie

Pour mener à bien notre travail d'analyse et de traitement de données, nous avons adopté une démarche qui se décline principalement en deux phases :

- ✚ La mise en évidence du phénomène de la baisse de la productivité
 - ✚ L'identification d'hypothèses d'explications du phénomène après sa mise en évidence
- Une étude préliminaire qui consiste à définir les limites des champs de captages a précédé la mise en application de la démarche.

Nous allons décrire dans ce qui suit les différents étapes de cette étude.

1. La définition des limites du champ de captage s'appuiera essentiellement des conclusions des études antérieures du CIEH/BRGM sur les conditions d'exploitation des forages à gros débit permettant d'assurer la pérennité de la ressource c'est-à-dire une stabilisation du niveau statique dans l'aquifère.

D'après les essais de simulation (ISAPE et MARTHE 4.3) effectués sur plusieurs forages selon les zones climatiques et la structure des aquifères il a été retenu que : « **le rayon d'influence du forage après 10 ans d'exploitations à 100m³/j est compris entre 700 et 900m suivant la valeur de recharge** » [CIEH-BRGM 1992]

Nous avons adopté un rayon de 700m compte tenu du fait que tous les forages étudiés ont connue une baisse de débit bien avant d'atteindre 10ans de fonctionnement .

Et en plus rare sont les forages qui ont une production de 100m³/j ;

2. Ce critère a permis de regrouper les forages par champs de captage ;

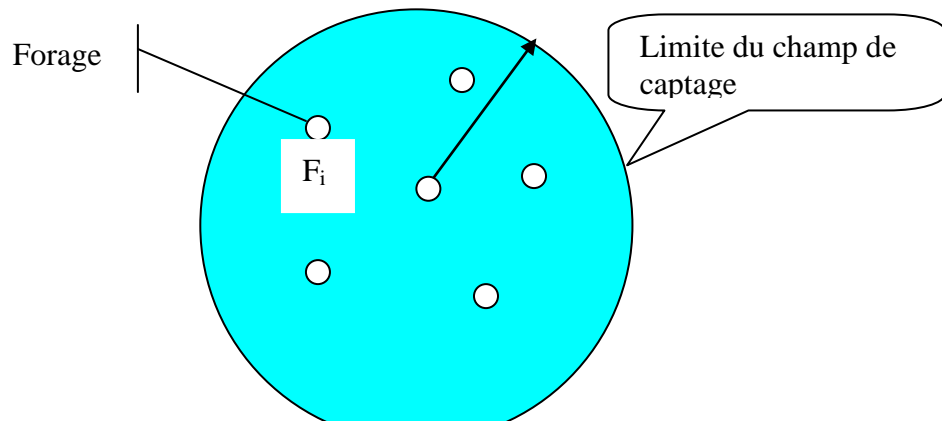


Figure 9: exemple de définition des limites d'un champ de captage

3. nous avons procédé par la suite à l'identification des champs à problème, c'est-à-dire les champs pour lesquels un au moins de ses forages a connu une baisse de productivité dans le temps (cf. §B-1-1) ;

B.1.1 Mise en évidence de la baisse de productivité

La mise en évidence du phénomène de baisse de productivité dans les centres a été faite à partir

- ✚ des renseignements recueillis au niveau des chefs de centre
- ✚ du traitement des données de suivies d'exploitations des différents centres.

Pour le traitement des données nous avons utilisé comme paramètre de mise en évidence du phénomène de la baisse, l'évolution du débit, de la production et du NS dans le temps.

B.1.2 Hypothèses d'explications du phénomène de la baisse de la productivité

Nous avouons que c'était la partie la plus difficile et la plus déterminante de notre travail. Car si a vue d'œil à partir du graphe de l'évolution du NS et du débit on peut déceler le phénomène, il en est moins évident pour la détermination des causes.

Car le phénomène peut être dû à plusieurs facteurs pris individuellement, ou par une combinaison de facteurs.

Pour trouver des explications possibles au phénomène de baisse de la productivité nous avons adopté un diagnostic suivant deux approches.

✚ première approche

Dans cette première approche nous allons considérer le forage comme étant seul dans son environnement, puis après avoir déterminé : la date de mise en service du forage, la date à laquelle le phénomène a débuté, l'amplitude de la baisse ; nous procéderons à :

➤ la vérification des conditions d'exploitations de l'ouvrage et sa mise en service, par :

- la vérification du choix du débit d'exploitation et du temps de pompage du forage (essai de pompage et évolution du ND par rapport à la venue d'eau la plus importante)
- la comparaison du débit de mise en service par rapport au débit d'exploitation obtenu par l'interprétation des pompages d'essais

⇒ **Ces deux sous points nous permettrons de conclure sur le régime d'exploitation du forage, c'est-à-dire de voir s'il y a surexploitation ou pas de l'ouvrage, ce qui pourra être une première hypothèse d'explication du phénomène**

➤ vérifier le régime d'alimentation de la nappe, c'est-à-dire la recharge de la nappe par la pluie (on trace le graphe évolution de la pluviométrie et du NS dans le temps.

⇒ **Ceci nous permettra de déterminer l'impact de la pluviométrie sur le phénomène de baisse de la productivité : c'est-à-dire le degré de la recharge.**

Nous appliquerons la même démarche sur l'ensemble des forages du champ de captage, avant de passer à la deuxième approche de l'analyse

✚ deuxième approche

Pour la deuxième approche nous allons raisonner à l'échelle du champ de captage en déterminant :

- l'impact des distances entre ouvrages sur le phénomène de baisse de débit : c'est à dire l'ampleur de l'interférence entre les forage du champ (nous représenterons dans un même graphe l'évolution du NS de tous les forages du champ de captage, nous ferons le même exercice pour les débits)

⇒ **Ce qui nous permettra de faire la corrélation entre le début ou l'accentuation du phénomène dans certains forages par rapport à la mise en service d'autres forages à leur proximité, et en plus de pouvoir éventuellement proposer une distance optimale entre forages d'un même champ de captage.**

- l'évolution de la production totale du champ de captage dans le temps

⇒ Ce qui nous permettrons de vérifier l'hypothèse que les forages prélèvent dans le même réservoir.

B.2 Application de la démarche aux différents centres

B.2.1 Centre de Fada

Le centre de Fada comprend onze (11) forages repartis sur sept (7) champs de captages
Les caractéristiques des forages sont résumées dans le tableau qui suit

CHAMPS	FORAGES	DATE D'EXECUT°	DATE DE MISE EN SERVICE	PROF FORAT°	PROF ALTERAT°	N.S. init. (m)	HAUTEUR D'ALT SATUREE	VENUES D'EAU (m)	COTE CREPINE (m)	Débit foration (m3/h)	GEOLOGIE
	F6	07/04/1982	07/04/1984	52	20	25	0	41;50	34 - 52	8	
	F7	23/04/1982	23/04/1984	62	30	19,3	10,7	38;56	32 - 62	7,2	
	F8	05/04/1982	05/04/1984	61	30	20,2	9,8	50	31 - 61	5	
CHAMP 2	F11	27/04/1977	01/10/1987	36,7	20	11,4	8,6	13;20	19,8 - 35,4		Gneiss+Quartz
CHAMP 3	F15	23/02/2000	01/10/2001	98,04	35	9,04	NAP CAP	67;92;98		10,2	Granite
	F16	23/12/1999	01/10/2001	55,3	32,64	19,43	13,21	37 ; 49		10	Granite
CHAMP 4	F12	07/03/1989	01/01/1990	55	24	17,88	6,12	39;45	35,2 - 49,2	34	Gneiss
CHAMP 5	F14	08/12/1988	01/10/1994		18	4,6	13,4	21;28;36	16 - 39	30	Gneiss
CHAMP 6	F13	09/12/1988	01/10/1994			10,45		31;36;44	29,5 - 53	8,5	Gneiss+Altérité
CHAMP 7	F10	19/11/1983	9/11/1985	56	25	6,7	18,3	25;31;37	26,56 - 56	6,5	Gneiss

Tableau 1: Caractéristiques des forages de l'ONEA du centre de Fada

La figure suivante représente le schéma d'implantation des forages dans la ville

B.2.1.1 Mise en évidence et hypothèse d'explication du phénomène de baisse de la productivité des forages

B.2.1.1.1 Champ 1

Situé à 300 m du centre de l'ONEA, il a été mis en service en 1982 au moment de l'ouverture du centre, ce champ comporte actuellement trois (3) forages (F6, F7, F8) en service. La distance relative entre les forages du champ est consignée dans le tableau qui suit :

Forage	F6	F7	F8
F6	0 m	130 m	260 m
F7	130 m	0 m	300 m
F8	260 m	300 m	0 m

Tableau 10: distances relatives entre les forages du champ1 du centre de Fada

B.2.1.1.1.1 Forages F6 du champ1 de Fada

➤ Evolutions du forage F6

Le forage F6 a été mis en service en avril 1984 avec un débit d'exhaure de 7 m³/h pour un temps de pompage de 10 heures.

Ce forage a connu au fil du temps les évolutions suivantes :

- le débit a chuté de 7 m³/h en 1984 à 1 m³/h en août 1987 où il fut arrêté pour insuffisance de ressource, soit une baisse de débit de 86% en trois ans
- repris en mars 1991 avec un débit de 4 m³/h, il a chuté de 50% en novembre 1993, où il fut de nouveau arrêté,
- repris de nouveau en décembre 1995 avec un débit de 5 m³/h son débit est actuellement stabilisé au tour de 2 m³/h soit une baisse de 60%

La baisse de la productivité suite à une exploitation (à un certain débit et un temps de pompage) et la remontée du débit d'exploitation après un certain temps d'arrêt laisse comprendre que :

- l'ouvrage concerné n'est pas affecté par un problème de colmatage,
- la baisse de productivité est certainement le fait d'une non adéquation des conditions d'exploitation (débit et temps de pompage) avec la ressource.

Le graphe suivant décrit l'évolution du débit au cours du temps

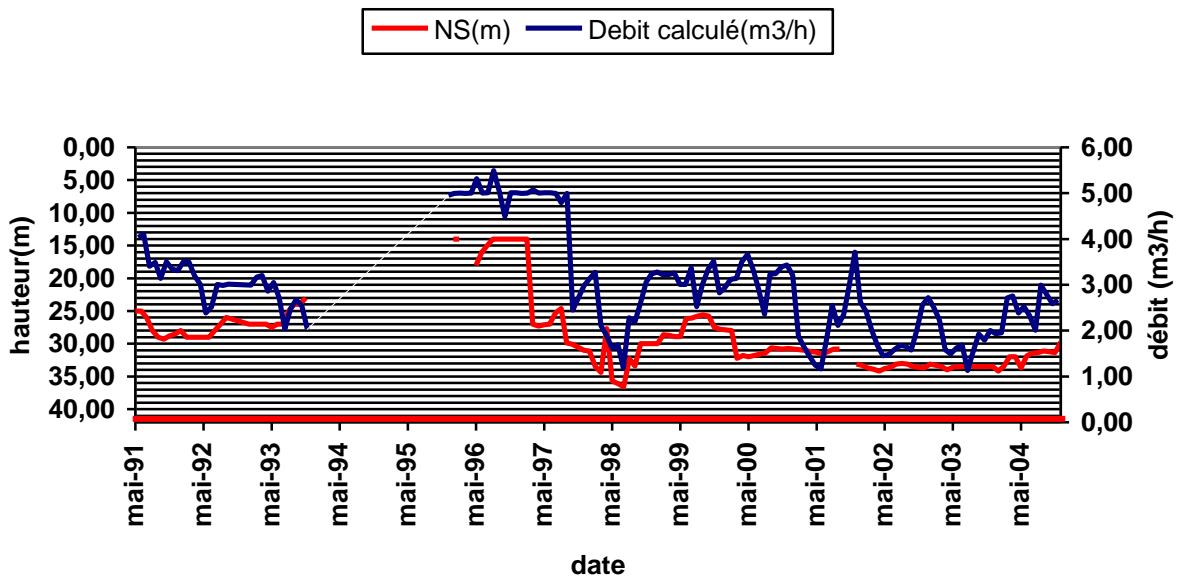


Figure11 : Evolution du NS et du Débit de F6 du champ1 de Fada (91-04)

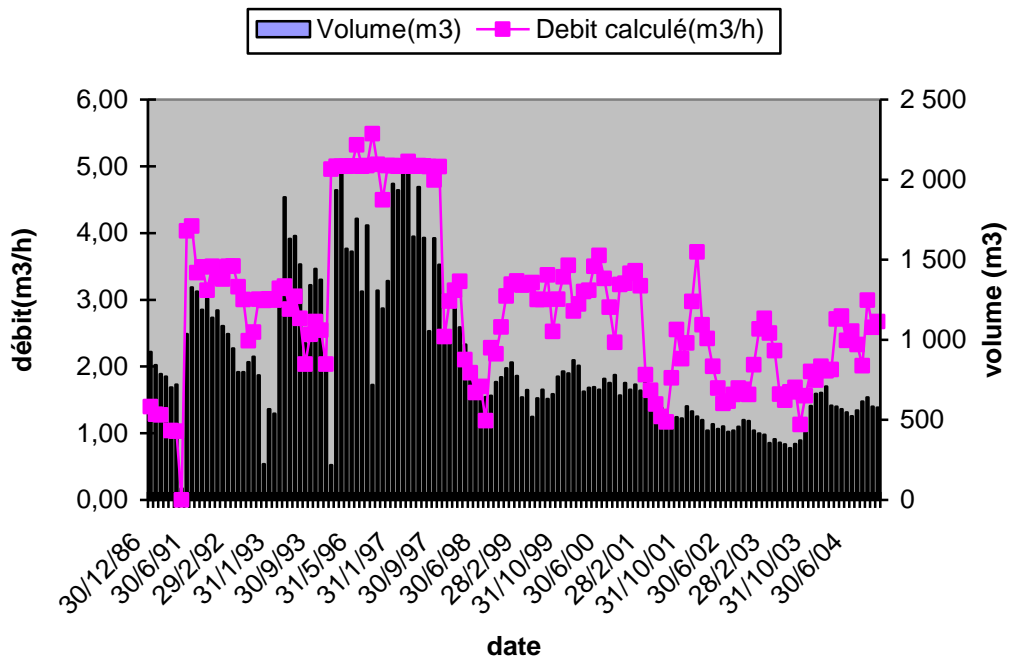


Figure12 : Evolution de la production et du débit d'exhaure de F6 du champ1 de Fada en fonction du temps

Sur ce graphe nous voyons bien la baisse de la productivité et du débit du forage à partir de l'année

- ➔ **Conditions d'exploitations**
 - Choix du débit d'exploitation

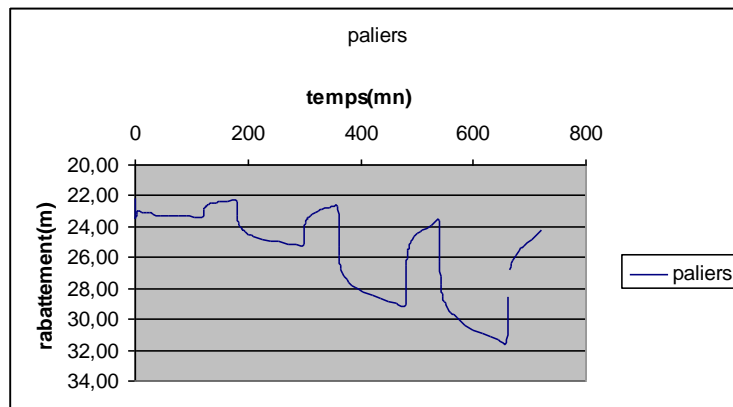


Figure 13: courbe descente montée des paliers d'essais F6 du champ1 de Fada

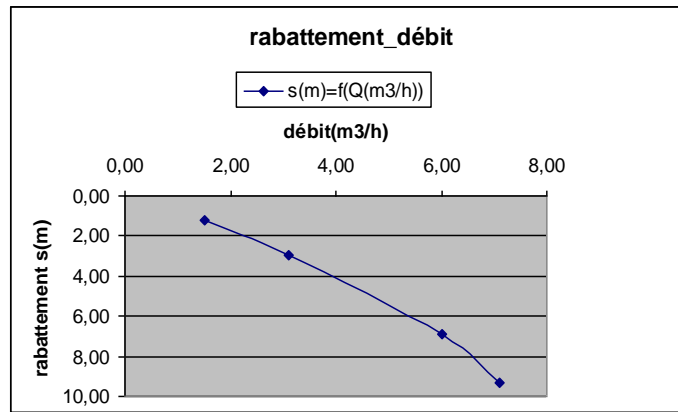


Figure 14: courbe rabattement débit F6 du champ1 de Fada

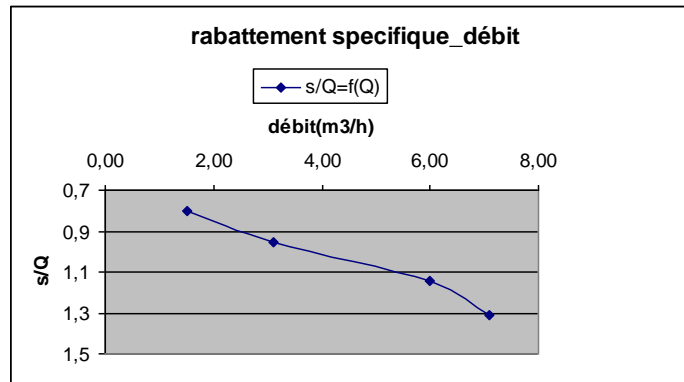


Figure 15: courbe rabattement spécifique débit F6 du champ1 de Fada

- ✓ la courbe 16 montre que les niveaux ne sont pas assez stabilisés en fin de paliers de pompage ; ainsi considérer les rabattements obtenus dans l'interprétation des essais par paliers revient à surestimer le débit d'exploitation,
- ✓ les courbes 14 et 15 montrent que le débit d'exploitation doit être inférieur à $6\text{m}^3/\text{h}$.

Donc le débit de $5\text{m}^3/\text{h}$ choisi pour F6 lors de sa mise en service en 1995 nous semble être bon. Nous pouvons dire que la baisse de productivité apparue sur ce forage ne provient pas d'un mauvais choix du débit d'exploitation du forage.

B.2.1.1.1.2 Forage F7

➔ Evolutions du forage

Mis en service en 1984 à la même période que le F6 avec un débit d'exhaure de $6,5\text{ m}^3/\text{h}$, son évolution au cour du temps se résume comme suit :

- de 1984 à décembre 1992 où il fut arrêté pour insuffisance de ressource, son débit est passé de $6,5\text{ m}^3/\text{h}$ à $2\text{m}^3/\text{h}$ soit une baisse 69% sur 8ans.
- repris en mars 1996 avec un débit de $4,5\text{ m}^3/\text{h}$, sa production actuelle n'excède pas $2\text{ m}^3/\text{h}$ soit une baisse de près de 56%.

Ces évolutions sont décrites par le graphe qui suit :

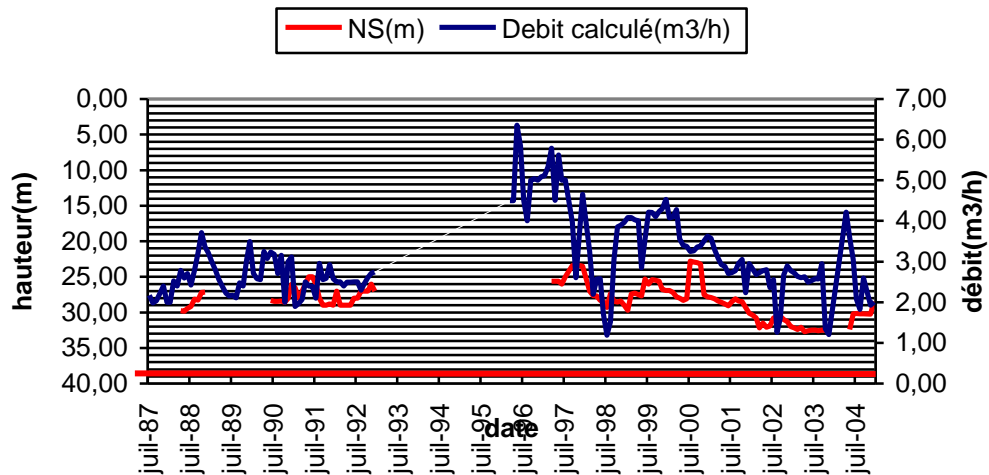


Figure 16: Evolution du NS et du Débit de F7 du champ1 de Fada (87-04)

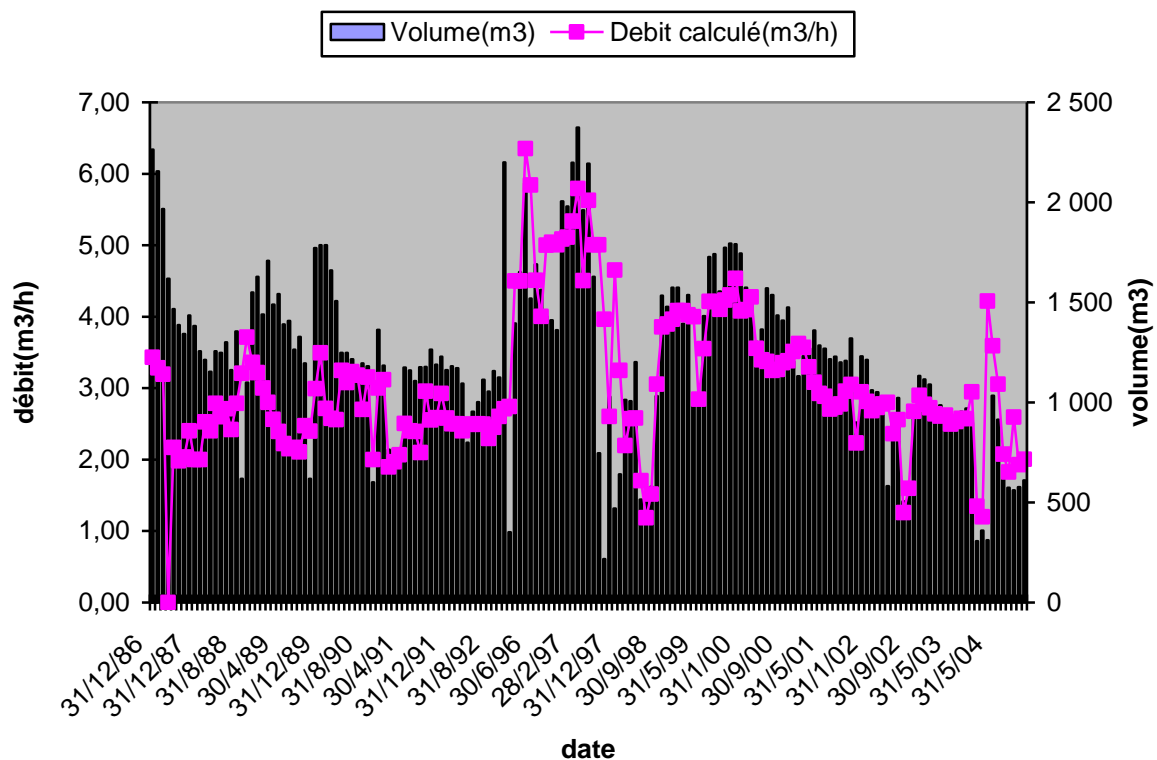


Figure 17: Evolution de la production et du débit d'exhaure de F7 du champ1 de Fada en fonction du temps

De même que dans le forage F6, l'évolution de la production du forage F7 est fortement liée à la variation du débit

En analysant l'évolution de la production en fonction du débit d'exhaure des forages F6 et F7, nous constatons qu'entre mars 1997 et août 1998, ces deux forages ont accusés une forte variation de débit entraînant du coup la chute de leur production .Après cette

forte variation de régime les deux forages n'ont plus atteint leur régime d'avant. Nous avons respectivement pour F6 et F7 les variations suivantes :

F6 : pour une baisse de 80% du débit (5 à 1 m³/h), la production a subit une baisse de 75%(2000 à 500m³/mois)

F7 : pour une baisse de 83% du débit (6 à 1 m³/h) la production a chuté de 74% (2300 à 600 m³/mois)

- Conditions d'exploitations
 - choix du débit d'exploitation

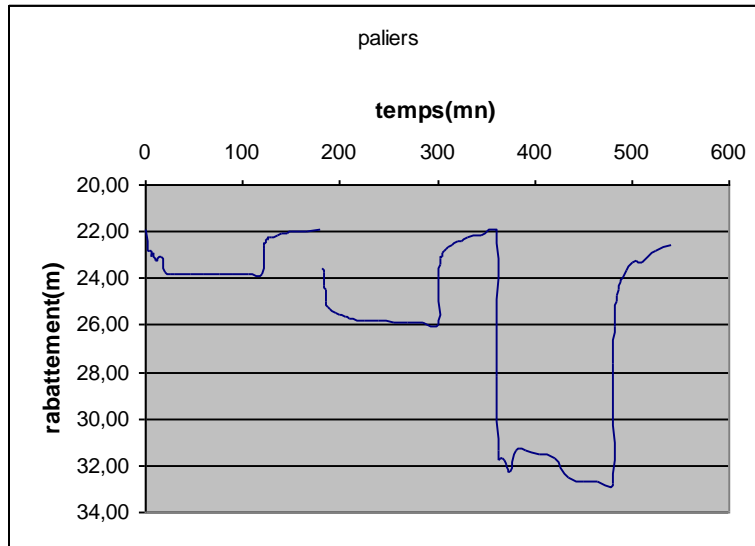


Figure 18: courbe rabattement spécifique débit F7 du champ1 de Fada

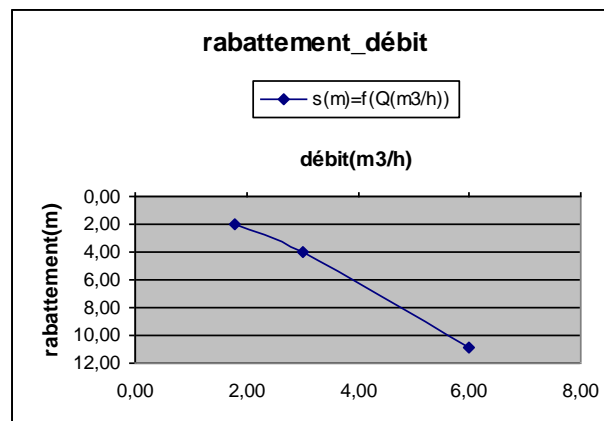


Figure19 : courbe rabattement débit F7 du champ1 de Fada

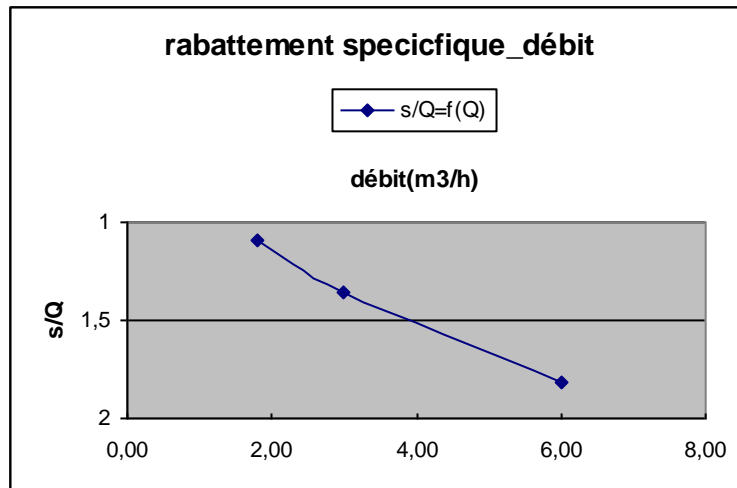


Figure 20: courbe rabattement spécifique débit F7 du champ1 de Fada

De l'interprétation de ces courbes il ressort que le débit d'exploitation peut être pris égal à 6 m³/h pour ce forage, en plus contrairement au forage F6 les essais se sont déroulés dans des conditions acceptables, car les niveaux se sont plus ou moins stabilisés aux différents paliers comme le montre la courbe 19.

Donc le débit de 4 m³/h, adopté à la mise en service de ce forage en 1995 nous paraît acceptable.

De même que F6, la baisse de productivité observée sur ce forage n'est pas liée au choix du débit d'exploitation lors de la mise en service du forage.

B.2.1.1.1.3 Forage F8

Mis en service en 1984, avec un débit d'exhaure de 4,5 m³/h pour un temps de pompage de 10 h/jour, il a connu au cours du temps les évolutions suivantes :

- son débit est passé de 4,5 m³/h à 2 m³/h entre 1984 et août 1989 où il fut arrêté soit une baisse de près de 86% sur 5 ans
- repris en mars 1992 avec un débit relativement faible de 2,5 m³/h, ce débit est resté constant au tour de 2 m³/h avec piques temporaires (erreurs de mesures, ou variations saisonnières).

Le graphique qui suit résume ces différentes évolutions

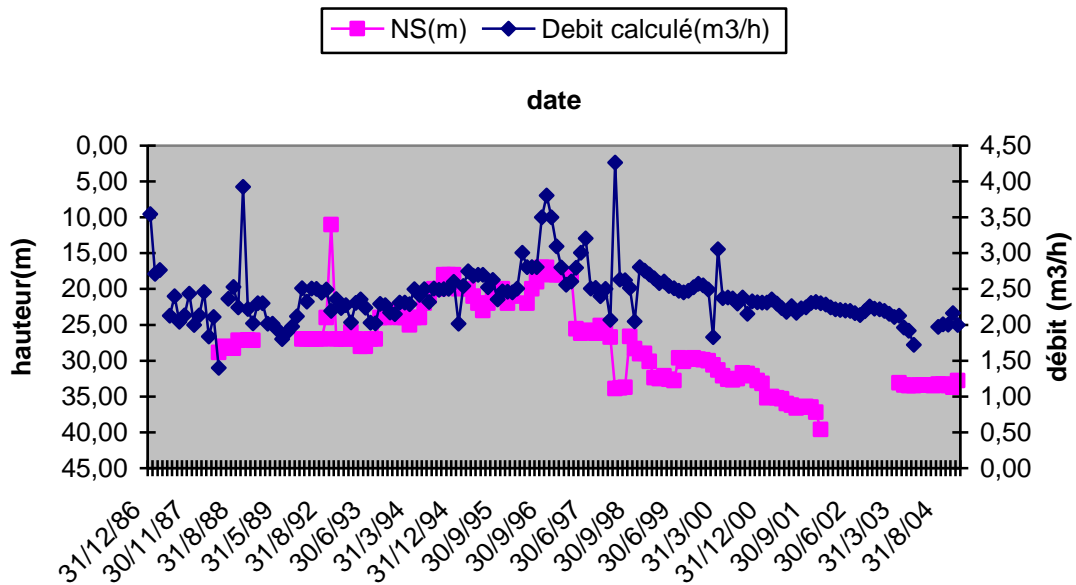


Figure 21: Evolution du NS et du Débit de F8 du champ1 de Fada (86-04)

Malgré que le débit s'est stabilisé au tour de 2 m³/h on voit que le NS continue à baisser, il est passé de 17 m en septembre 1996 à 33 m actuellement (novembre 04), ce qui laisse présager une baisse continue de la réserve, un rabattement de 16 m sur 8 ans .soit un rabattement de 2 m/an. On dira que la tendance pluriannuelle est au tarissement

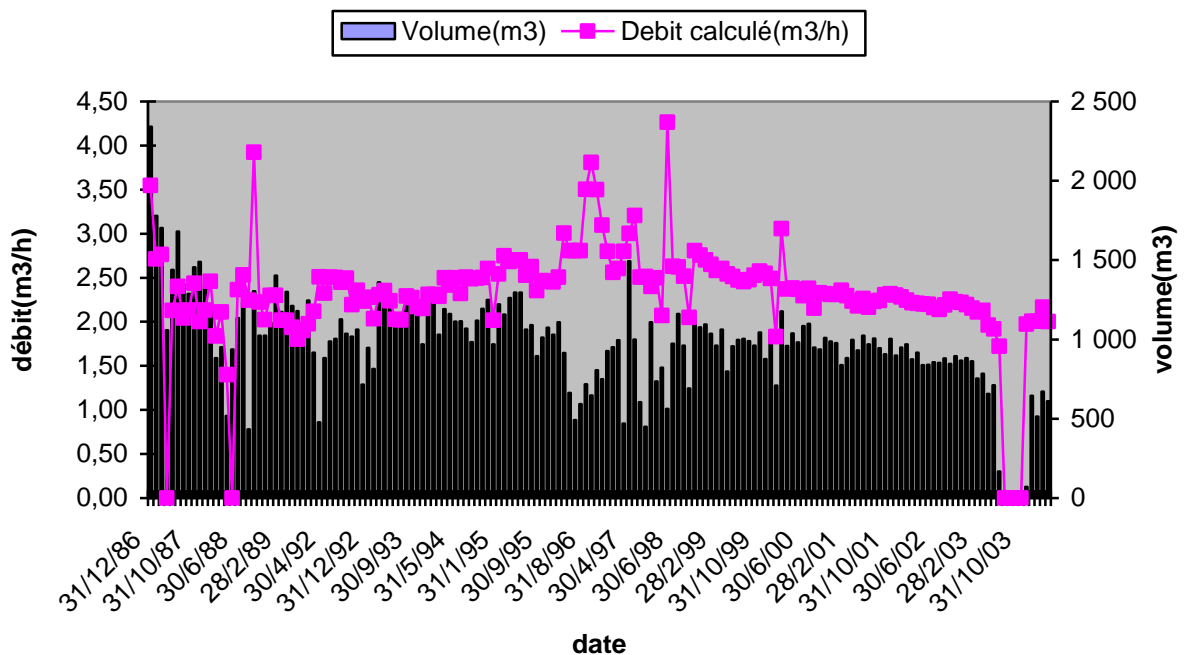


Figure 22: Evolution de la production et du débit d'exhaure de F8 du champ1 de Fada En fonction du temps

En ce qui concerne le forage F8 nous ne disposons pas des données des essais réalisés sur ce forage, mais l'observation de la courbe de l'évolution du débit de ce forage nous montre que le débit de 2 m³/h à sa mise en service en 1995 a été bien choisi.

Si pris individuellement les débits d'exploitations des forages ont été bien choisis, il n'en demeure pas moins qu'à l'échelle du champ de captage que ces débits puissent conduire à une surexploitation de la réserve.

B.2.1.1.1.4 Interférence entre forages du champ

Le tableau qui suit résume l'évolution du débit et la production mensuelle des différents forages du champ1, ainsi que leurs périodes de fonctionnement.

Forages	date en année																		
	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	01	02	03
F6/service																			
evoluto débit(m3/h) F6	7 → 86% → 1								4 → 50% → 2				5 → 60% → 2						
evoluto product°(m3) F6	variable								1300 → 38% → 800				2000 → 75% → 500						
F7/service																			
evoluto débit(m3/h) F7	6,5 → 69% → 2								4 → 50% → 2										
evoluto product°(m3) F7	2300 → 57% → 1000								2300 → 74% → 600										
F8/service																			
evoluto débit(m3/h) F8	4,5 → 56% → 2								2 → 2										
evoluto product°(m3) F8	2300 → 78% → 500								2300 → 74% → 600										
■ en service ■ arrêté → augmentation ↘ baisse → constant																			

Tableau 2: résumé de l'évolution des forages du champ1 de Fada

Il apparaît clairement de ce tableau que les périodes où il a été observé de fortes variations de productivité correspondent à celles où les trois forages pompent en même temps dans le champ, ce qui montre l'effet de l'interférence entre les forages sur le phénomène de la baisse de productivité. La représentation de l'évolution des débits et du NS des trois forages du champ nous permet d'illustrer cela.

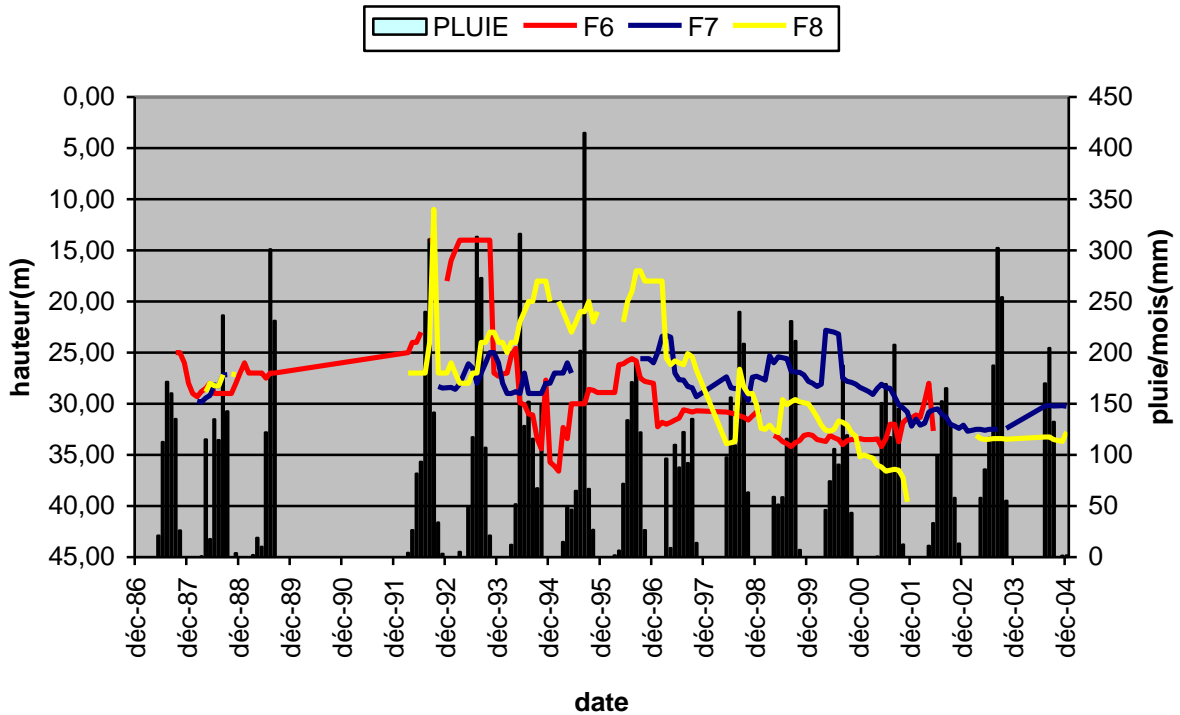


Figure 23: évolution du NS de F6, F7, F8, du champ1 de Fada

Sur ce graphe nous observons une baisse généralisée du NS à partir de décembre 1996, où les trois forages étaient en service, l'effet de la pluviométrie se ressent plus sur la courbe de F7, ceci vient du fait que le forage F7 à une hauteur d'altération saturée élevée (10,7 m) comparai aux autres forages

Le graphe qui suit illustre la perturbation du débit des forages due à l'interférence entre forage.

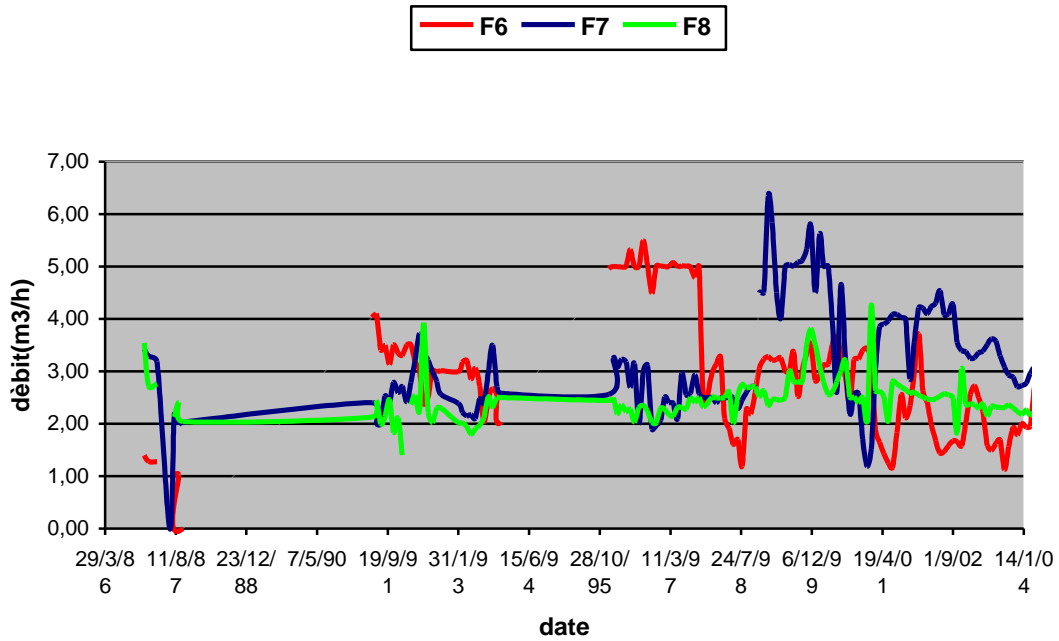


Figure 24: évolution du NS de F6, F7, F8, du champ1 de Fada

Les perturbations de débit apparaissent là où plus d'un forage fonctionne, dans le champ. La forte interférence entre les forages montre bien que les forages partagent la même réserve, causant ainsi la surexploitation de la nappe du champ, comme le montre le graphe qui suit :

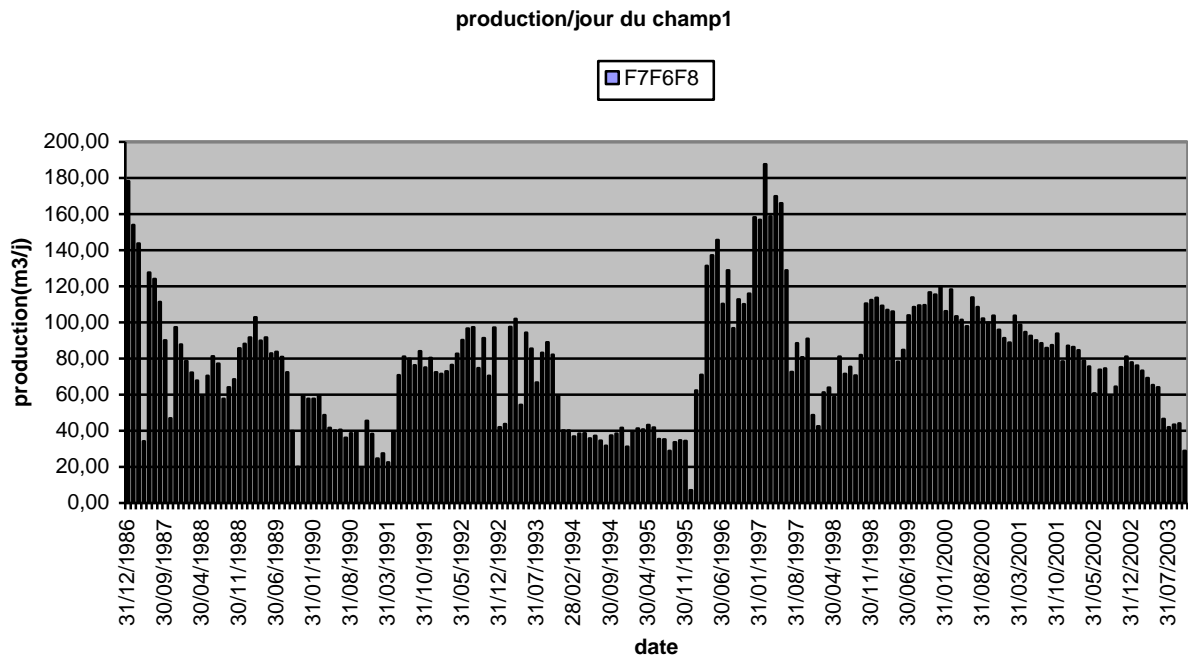


Figure 25: évolution de la production journalière du champ1 de Fada

Nous observons bien une tendance vers une baisse de la production journalière du champ1 ce qui prouve que les trois forages pompent dans le même réservoir.

Donc nous pouvons dire que la cause principale de la baisse de productivité observée sur les forages du champ1 est due à la surexploitation de la ressource du champ. Mais cette baisse a été accentuée par la proximité relativement proche des forages, entraînant des interférences entre les ouvrages, se traduisant ainsi par une perturbation de leur débit d'exploitation.

B.2.1.1.2 Le champ2 de Fada

Ce champ est capté par un seul forage (F11), il est situé à 1,7 km du champ1. Le forage F11 a été mis en service en octobre 1987 avec un débit d'exhaure de 6 m³/h son débit est actuellement (décembre 2004) 5,7 m³/h soit une baisse de 5% en dix sept ans de fonctionnement.

L'évolution de son débit et NS sont représentés par le graphe qui suit :

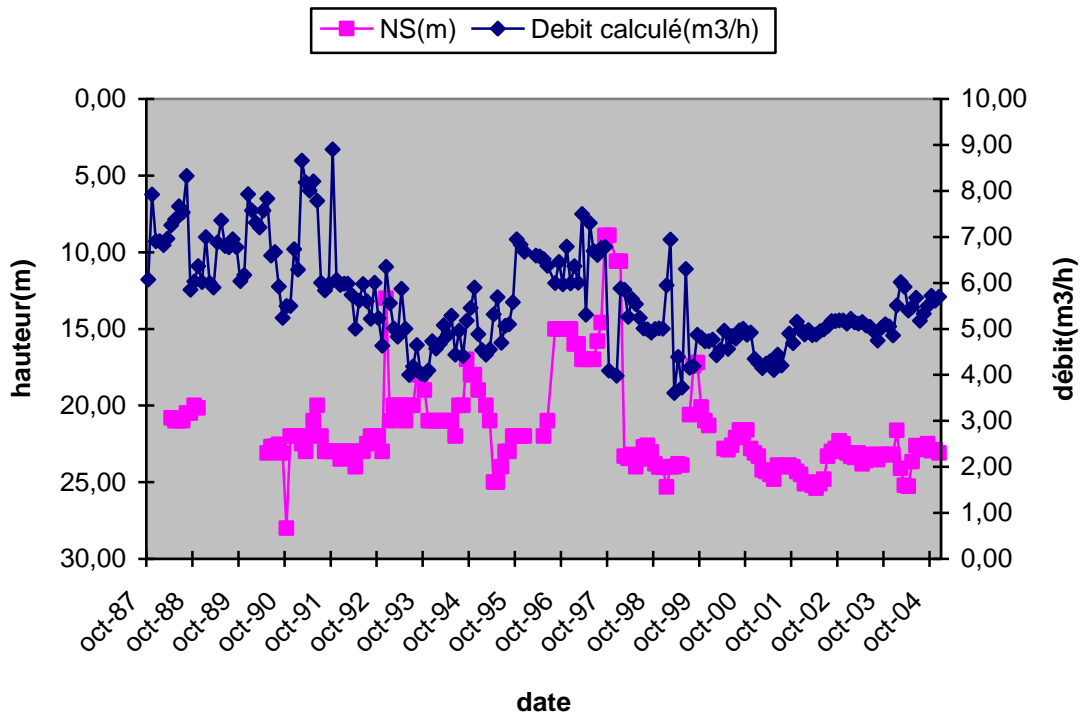


Figure 26: Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F11 du champ2 de Fada (87-04)

Sur ce graphe, exception faite à certaines baisses temporaires, nous pouvons dire que le forage F11 n'a pas connu le phénomène de baisse de productivité au cours de son fonctionnement.

Cela est d'autant plus justifié par l'évolution (plus ou moins stabilisée au tour de 20 m) du NS dans le forage qui a subi un rabattement de moins de trois (3) mètres en dix sept ans (17ans) de service. Soit une baisse annuelle de 18 cm en moyenne.

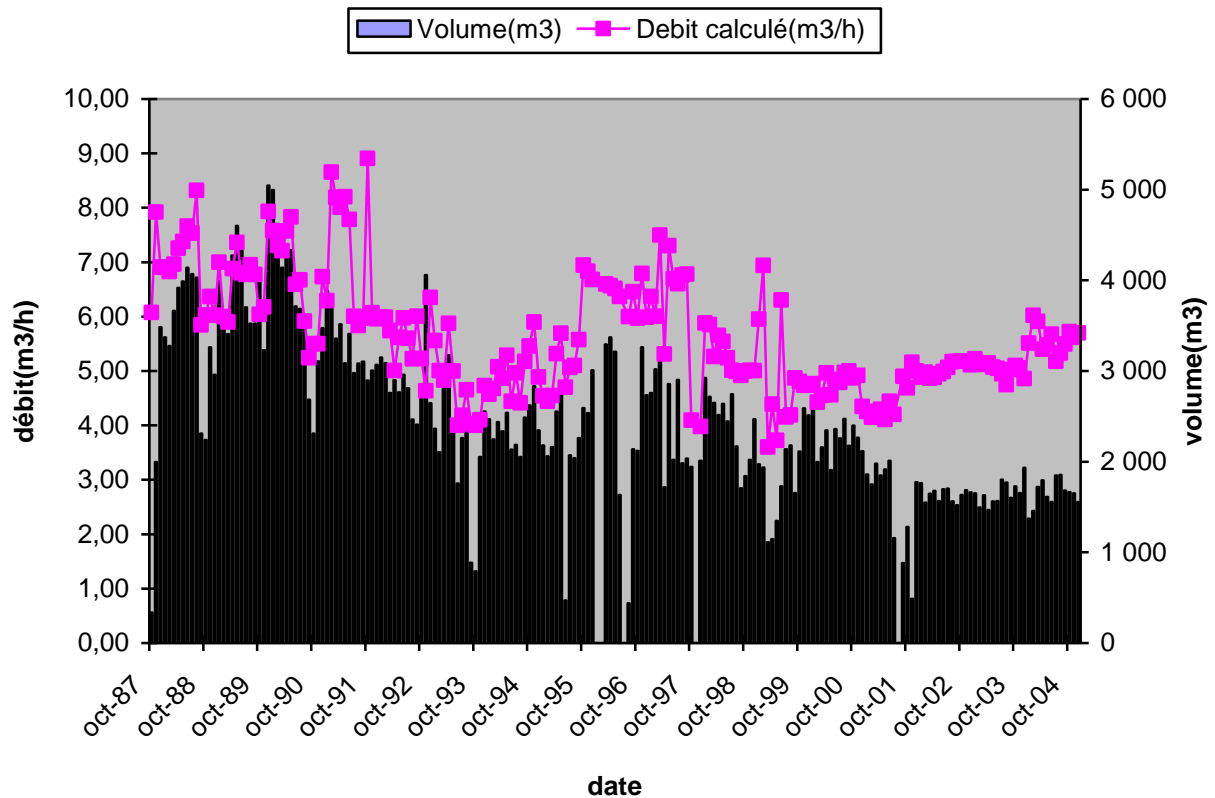


Figure 27: Evolution de la production et du débit d'exhaure de F11 du champ2 de Fada en fonction du temps

La baisse de productivité constatée à partir de 1999 malgré que le débit tend vers une augmentation, est essentiellement due à la réduction du temps de pompage dans le forage. Le temps est passé de 16 h à 10 h par jour.

La faible productivité de ce forage est due plutôt aux conditions de réalisation de ce forage.

En effet nous avons une profondeur de foration de 36,7 m avec toutes ses venues d'eau dans les altérites (20 m), alors qu'en zone de socle pour s'attendre à des gros débits on doit avoir au minimum une profondeur de 60m.

Ce qui montre bien que ce forage n'est pas destiné à une exhaure motorisée, c'est-à-dire forage récupéré d'un programme d'hydraulique villageoise.

B.2.1.1.3 Le champ de captage3

Ce champs, situé à environ 10 km du champ2 comporte deux (2) forages (F15, F16) distant l'un de l'autre de 400 m.

B.2.1.1.3.1 Forage F15

➔ Evolutions du forage

Mis en service en novembre 2001 avec un débit d'exhaure de 4 m3/h qui est largement inférieur au débit de consigne de 10 m3/h son débit est actuellement

2,8 m³/h, nous pouvons noter pour ce forage les variations suivantes de son régime de fonctionnement :

- son débit est resté constant au tour de 3,6 m³/h jusqu'en septembre 2002 ;
- de septembre 2002 à novembre 2003 le débit a subi une augmentation constante de 3,6 à 5,6 m³/h soit une augmentation de 56% en 14 mois;
- de novembre 2003 à octobre 2004 le débit a chuté de 5,6 à 2,8 m³/h soit une baisse de 50% en 13 mois.

Nous pouvons constater ces différentes variations dans le graphe qui suit :

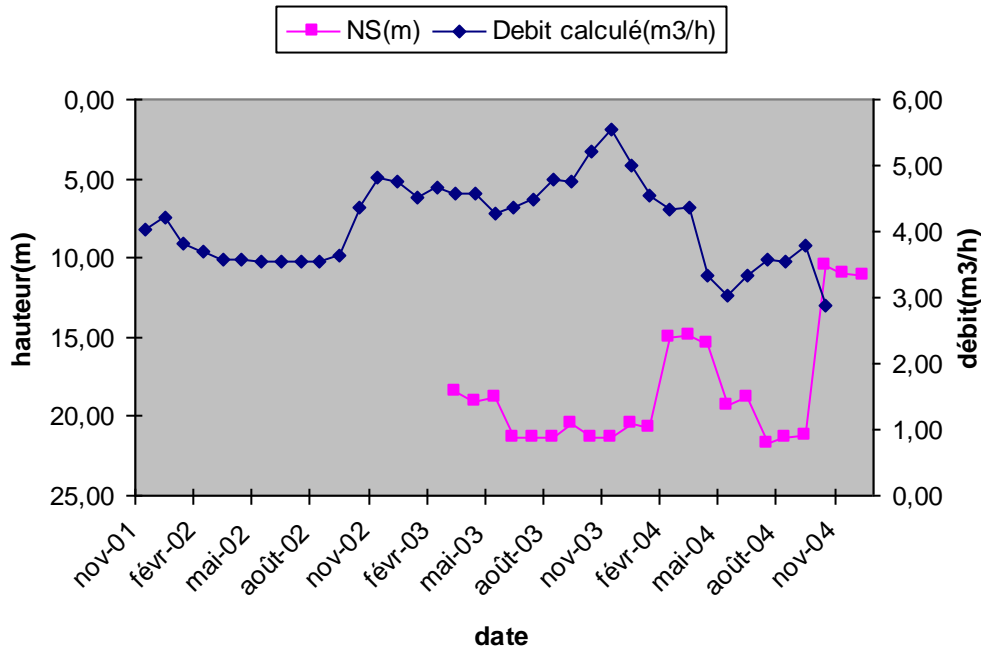


Figure 28 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F15 du champ3 de Fada (01-04)

L'évolution de la production du forage F15 est illustrée par le graphe suivant :

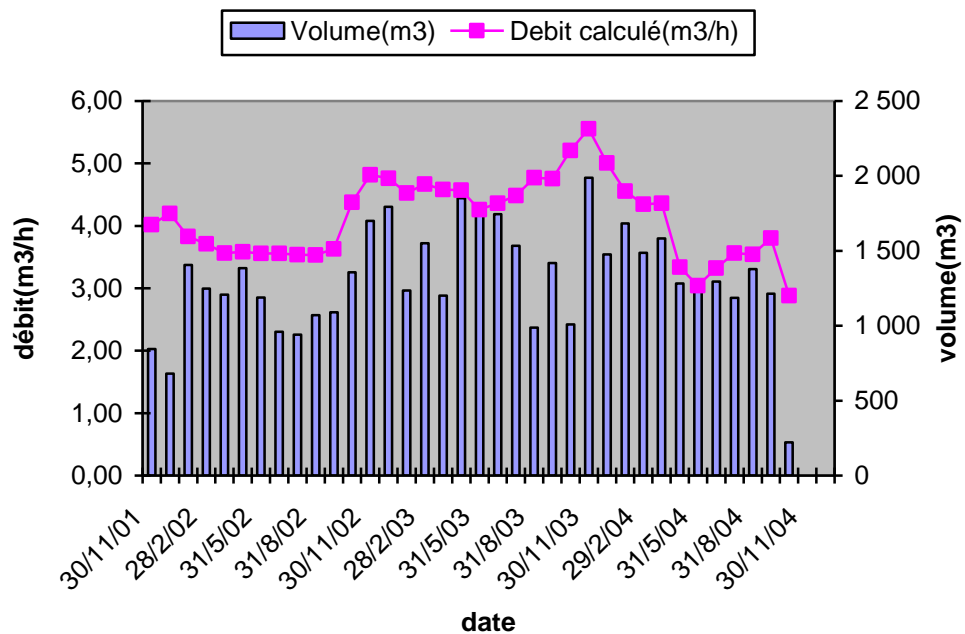


Figure 29: Evolution de la production et du débit d'exhaure de F15 du champ3 de Fada en fonction du temps

Nous pouvons constater que la production évolue avec le débit vers une tendance à la baisse, à moins de cinq (5) années de fonctionnement.

➔ **Conditions d'exploitations**

➤ choix du débit d'exploitation

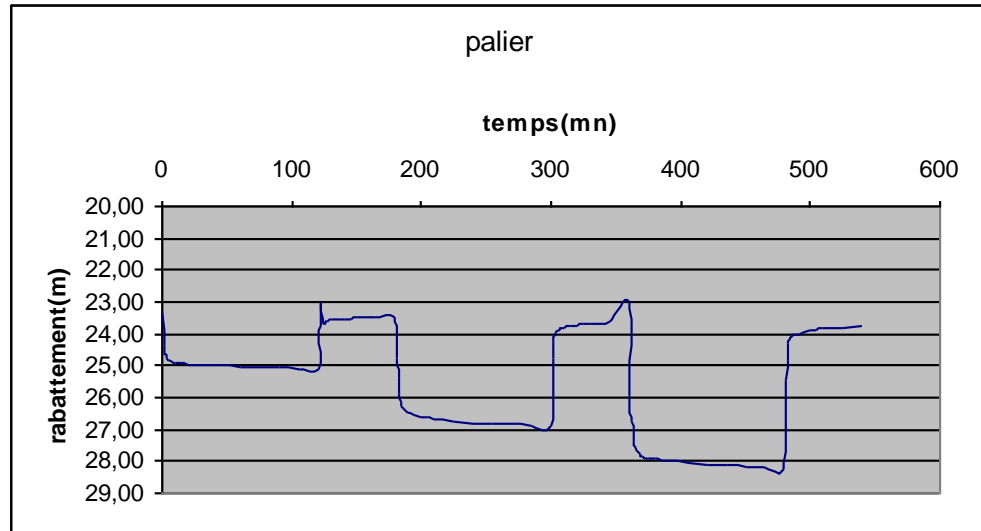


Figure 30: courbe descente et montée des paliers d'essais de F15 du champ3 de Fada

Ce graphe montre une stabilisation des paliers, ce qui prouve le bon déroulement des essais de palier pour ce forage.

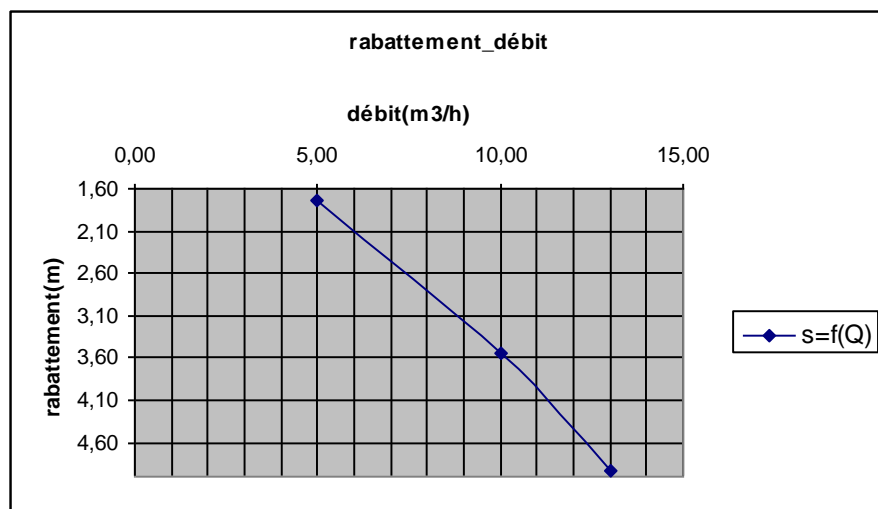


Figure 31: courbe rabatement débit F15 du champ3 de Fada

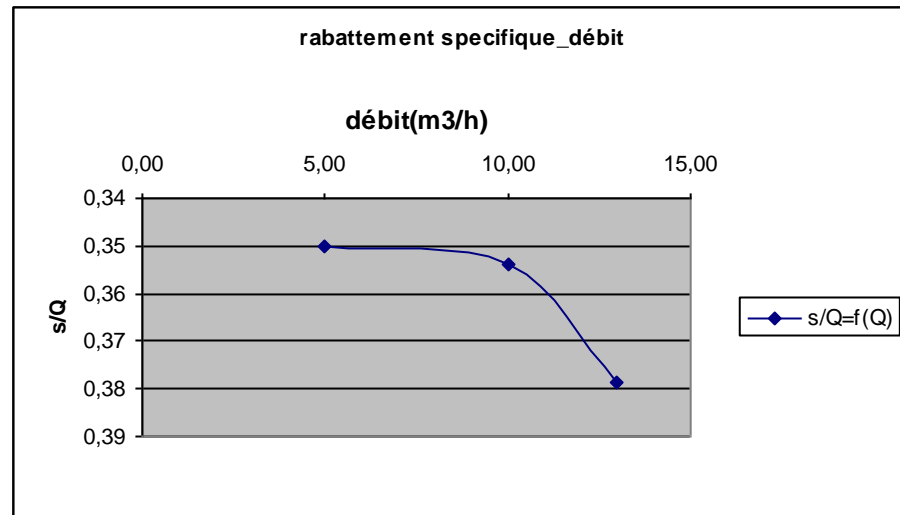


Figure 32: courbe rabattement spécifique débit F15 du champ3 de Fada

De l'interprétation de ces deux courbes il ressort que le débit maximum d'exploitation que l'on peut adopter pour ce forage ne peut excéder 10 m³/h. Ce forage a été mis en service avec un débit d'exploitation de 4 m³/h, ce qui est très en dessous du débit de 10 m³/h qui n'a jamais pu être atteint dans ce forage. Montrant en fait le contexte hydrogéologique défavorable de la ville de Fada.

B.2.1.1.3.2 Forage F16

➔ Evolution du forage

Mis en service à la même période que F15 avec un débit d'exhaure de 8m³/h, il a évolué comme suit :

- dès sa mise en service ce forage a subi une baisse de débit, jusqu'en novembre 2002, pour atteindre 6 m³/h soit une baisse de 25% en 12 mois ;
- de novembre 2002 à novembre 2003 on a enregistré une augmentation de débit de 28%, de 6 à 7,7 m³/h ;
- ensuite le débit a chuté de nouveau pour atteindre actuellement 4,7 m³/h, une baisse de 40% en 12 mois

Les graphes ci-après retracent les différentes variations du régime de la production de F16

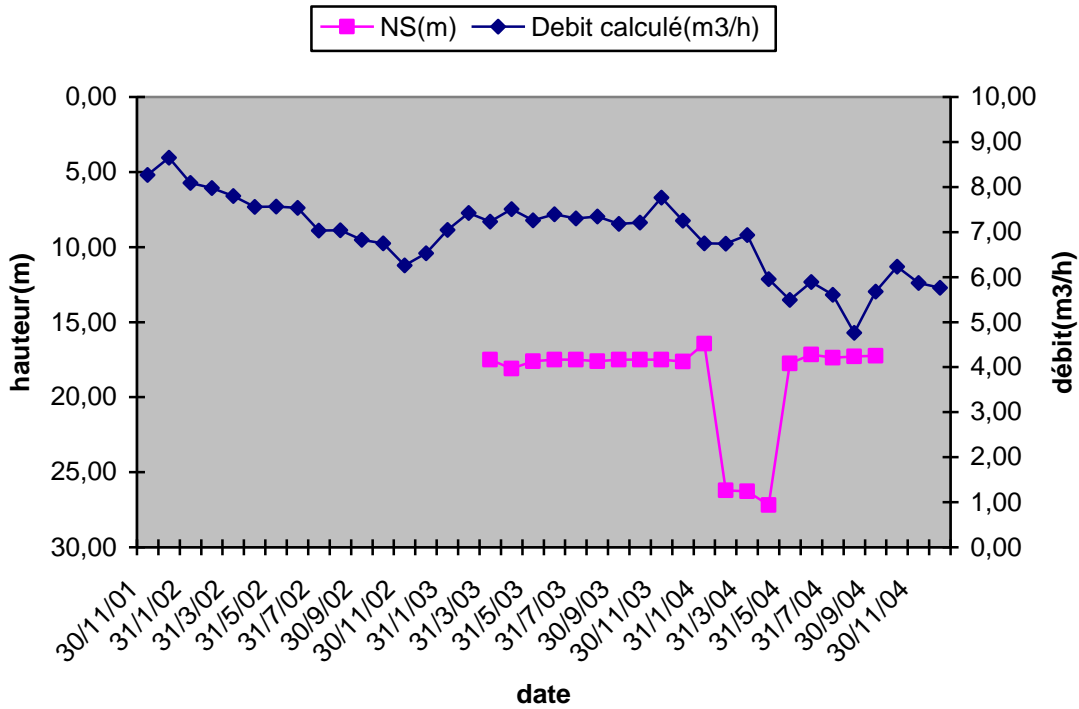


Figure33 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F16 du champ3 de Fada (01-04)

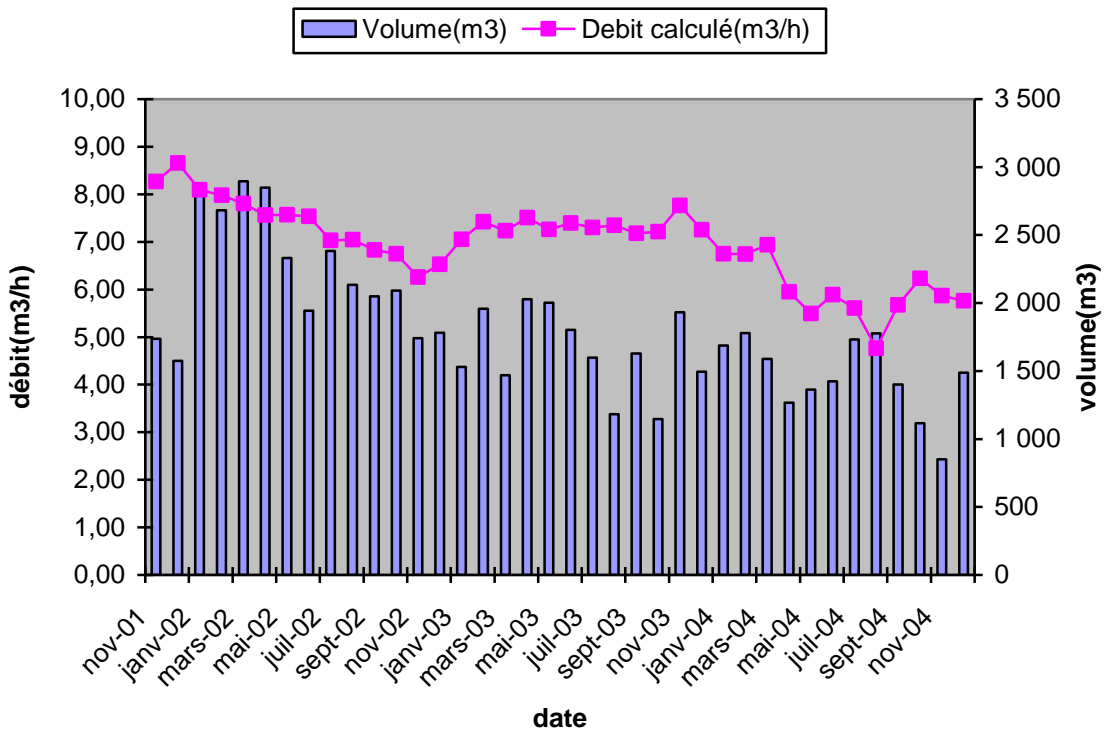


Figure34 : Evolution de la production et du débit d'exhaure de F16 du champ3 de Fada en fonction du temps

Nous constatons que F16 évolue globalement vers une baisse de production, nous pouvons noter une baisse moyenne 50% de la production c'est-à-dire elle a évolué de 3000 à 1500 m³/mois.

Le tableau qui suit résume les différentes phases d'évolutions des forages du champ3

➔ **Conditions d'exploitations**

➤ Choix du débit d'exploitation

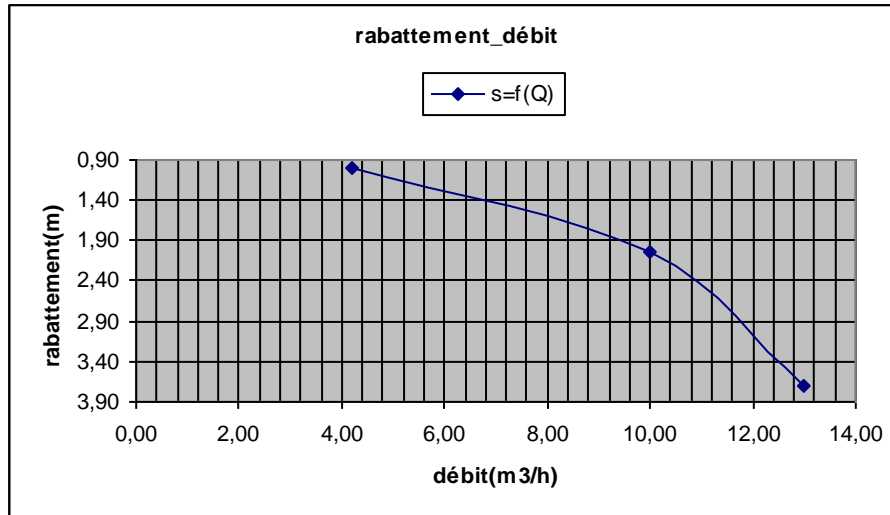


Figure35 : courbe rabattement débit F16 du champ3 de Fada

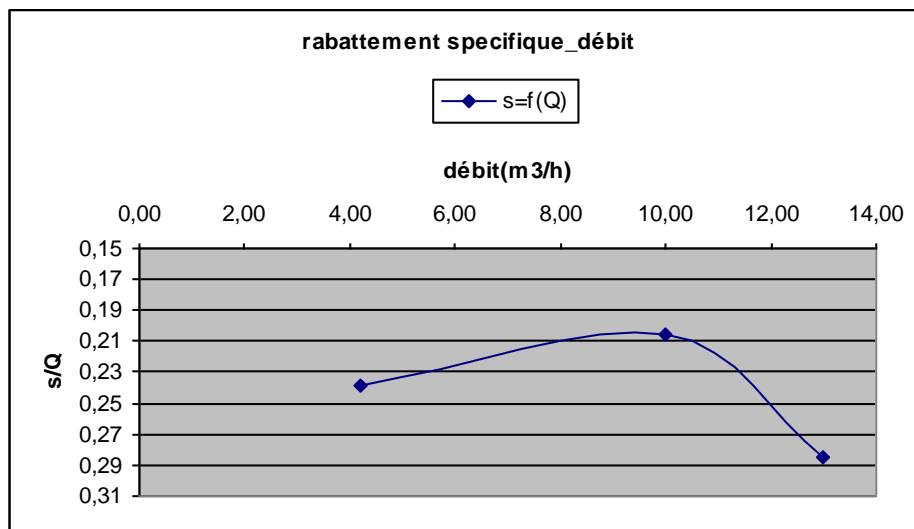


Figure36 : courbe rabattement spécifique débit F16 du champ3 de Fada

L'allure de la courbe de rabattement spécifique débit ne nous permet pas d'apprécier correctement le débit d'exploitation de ce forage.

Nous pouvons dire à la lumière de la courbe des descentes et remontées des paliers ci-dessous que les essais ne se sont pas déroulés dans des conditions satisfaisantes

Mais en s'appuyant sur la courbe rabattement débit, nous pouvons dire que le débit de 8m³/h à la mise en service est acceptable.

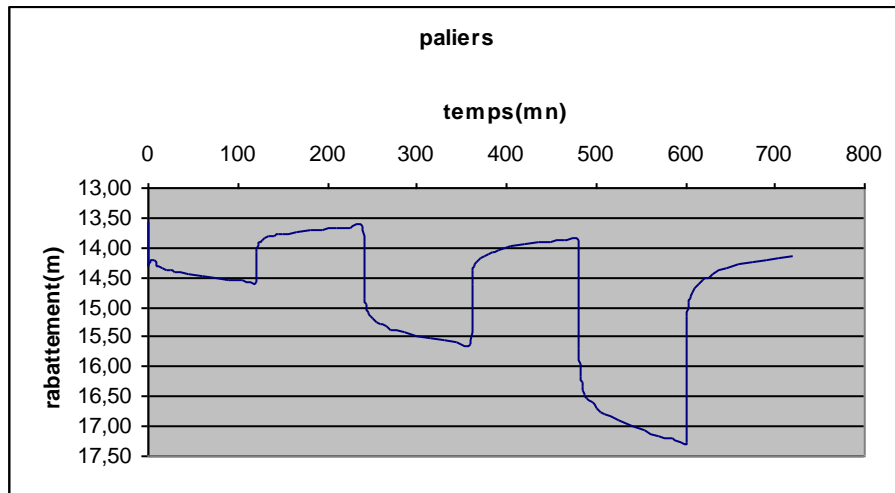


Figure 37: courbe descente et montée des paliers d'essais F16 du champ3 de Fada

On peut dire que les débits d'exploitations des forages pris individuellement ont été dans l'ensemble bien choisis. Donc nous pouvons dire que le phénomène de baisse de la productivité observée dans ces forages n'est pas du à une mauvaise évaluation de leur débit d'exploitation. La courte série et la non fiabilité des relevés du NS dans ces deux forages ne nous permettent pas d'apprécier l'effet de la pluviométrie sur la production de ces forages. La baisse généralisée observée sur ces deux forages peut être due à une interférence entre les forages.

B.2.1.1.3.3 Interférence entre forages du champ

	2001		2002				2003				2004				
	nov	dec	fev	mar	mai	juil	sep	nov	fev	mar	mai	juil	sep	nov	
F15/service															
evolut°															
débit(m3/h)															
F15															
evolut°															
product°(m3)	1400														
F15															
F16/service															
evolut°															
débit(m3/h)	8														
F16															
evolut°															
product°(m3)	2800														
F16															
	en service		augmentation				baisse				constant				

Tableau3 : résumé de l'évolution des forages du champ3 de Fada

Sur ce tableau nous voyons qu'à partir de 2003 les débits des forages évoluent dans le même sens, avec une forte amplitude dans le forage F15, ce qui laisse que ce dernier est perturbé par le forage F16. Cela peut être expliqué par le débit élevé de pompage de F16 par rapport à F15.

Le graphe qui suit illustre l'évolution des débits des deux forages en fonction du temps.

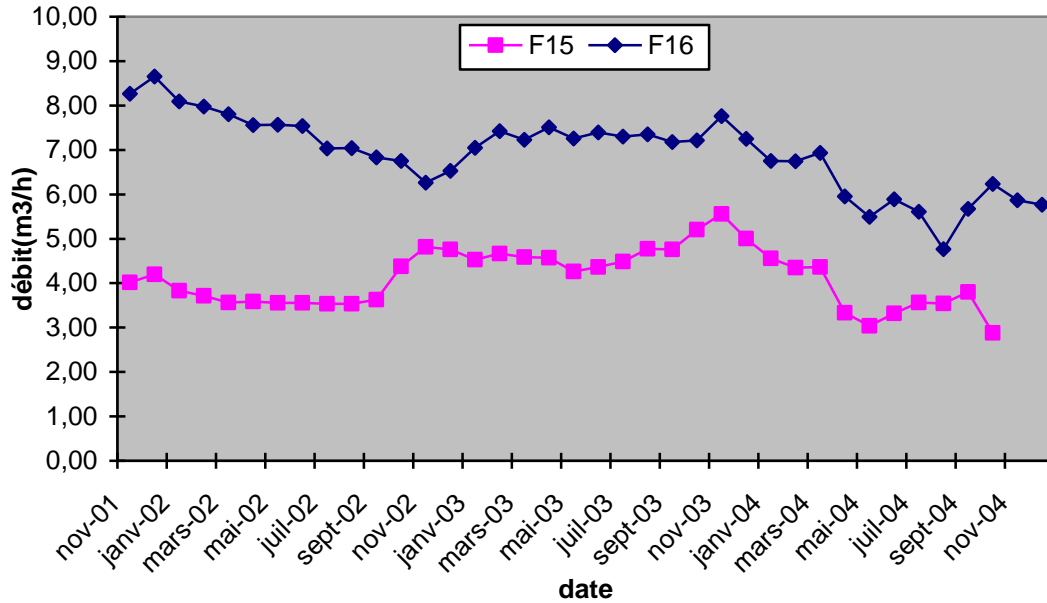


Figure 38: Evolution du débit d'exhaure de F16, F15 du champs3 de Fada

Ce graphe montre bien la tendance vers une baisse de débit dans les deux ouvrages à partir de novembre 2003, prouvant ainsi une possibilité d'interférence entre les deux ouvrages. Contrairement au champ1 l'effet d'interférence c'est ressenti dans les ouvrages deux ans après leur mise en service cela peut être expliquer par la distance entre ouvrages dans les deux champs.

Le graphe représentant l'évolution de la production journalière du champ en fonction du temps ne nous permet pas de nous prononcer sur la nature de la réserve dans ce champ, car la taille de la série des données d'exploitations du champ est insuffisante. D'où l'évolution de ce champ mérite d'être suivie.

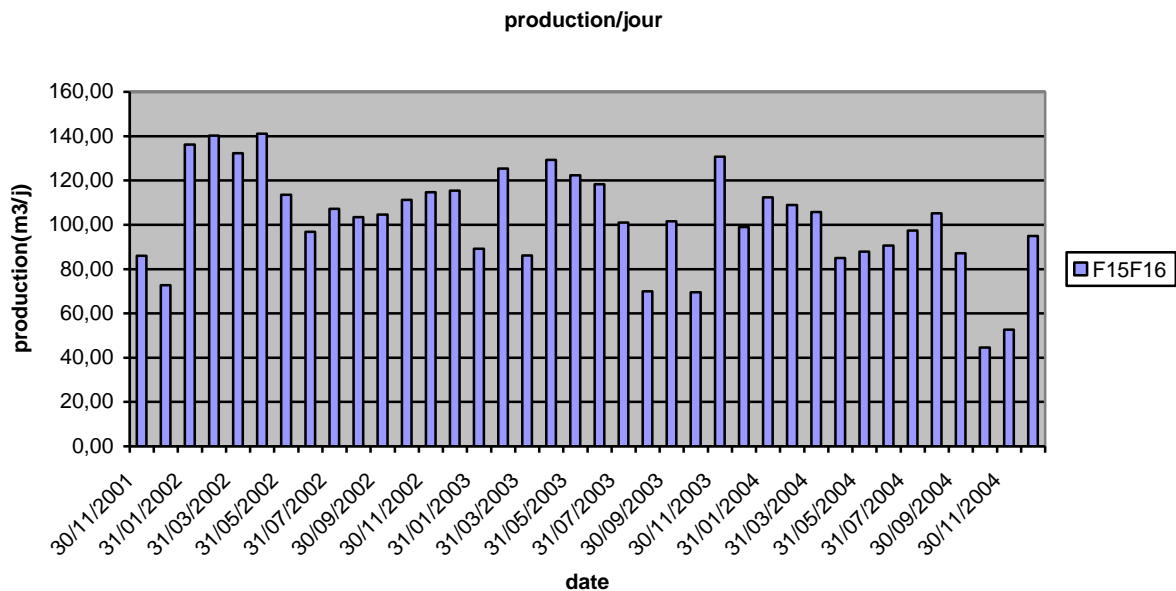


Figure39 : évolution de la production journalière du champ3 de Fada

Pour ce champ nous dirons que la baisse continue du débit observée dans les ouvrages est due principalement à l'interférence entre les forages. Contrairement au champ1, dans ce champ l'effet d'interférence c'est senti qu'après deux ans de fonctionnement, cela peut être imputable au nombre de forages dans le champ et la distance relative entre les forages

B.2.1.1.4 Le champ de captage4

Situé à 2,5 km du champ2, il est capté par un seul forage (F12). Mis en service avec un débit d'exhaure de 10 m³/h en janvier 1990, son régime de production a évolué dans le temps comme suit :

- de la date de sa mise en service jusqu'en mars 1993 son débit à continuellement baissé pour atteindre la valeur de 5 m³/h, soit une baisse de 50% en trois (3) ans, valeur autour de laquelle le débit s'est stabilisé jusqu'en 2004, avec quelques fluctuations temporaires en 1997 et 2003.
- si le NS a inversement évolué (augmentation) par rapport au débit de 1991 à 1997, nous notons une tendance à la baisse de ce dernier. Globalement il est passé de 27,4 m en août 1998 à 34,52 en août 2004 soit un rabattement de niveau de 7m en sept (7) ans c'est-à-dire une baisse de niveau de 1m/an
- sa production a subi une forte baisse, elle est passée de 4100 m³/mois en mars 1990 à 1800 m³ en mars 2004 soit une baisse de 56% de la production.

Les graphes ci-après retracent les différentes variations du régime de la production du forage F12

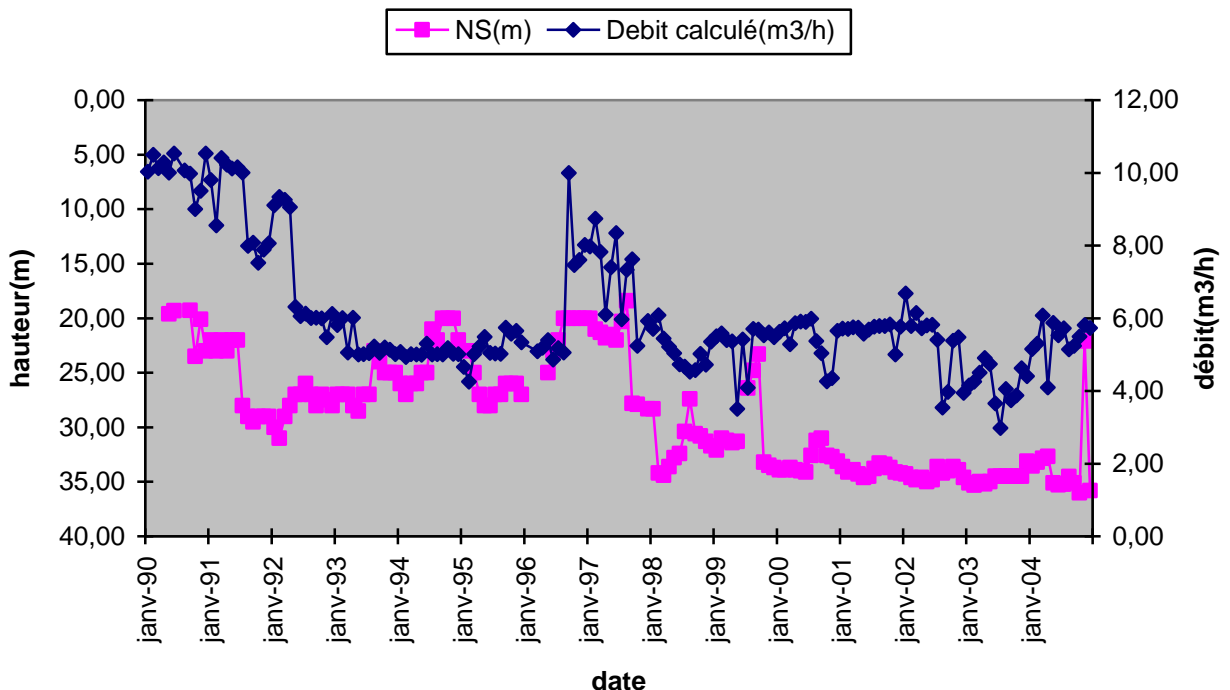


Figure40 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F12 du champ4 de fada (90-04)

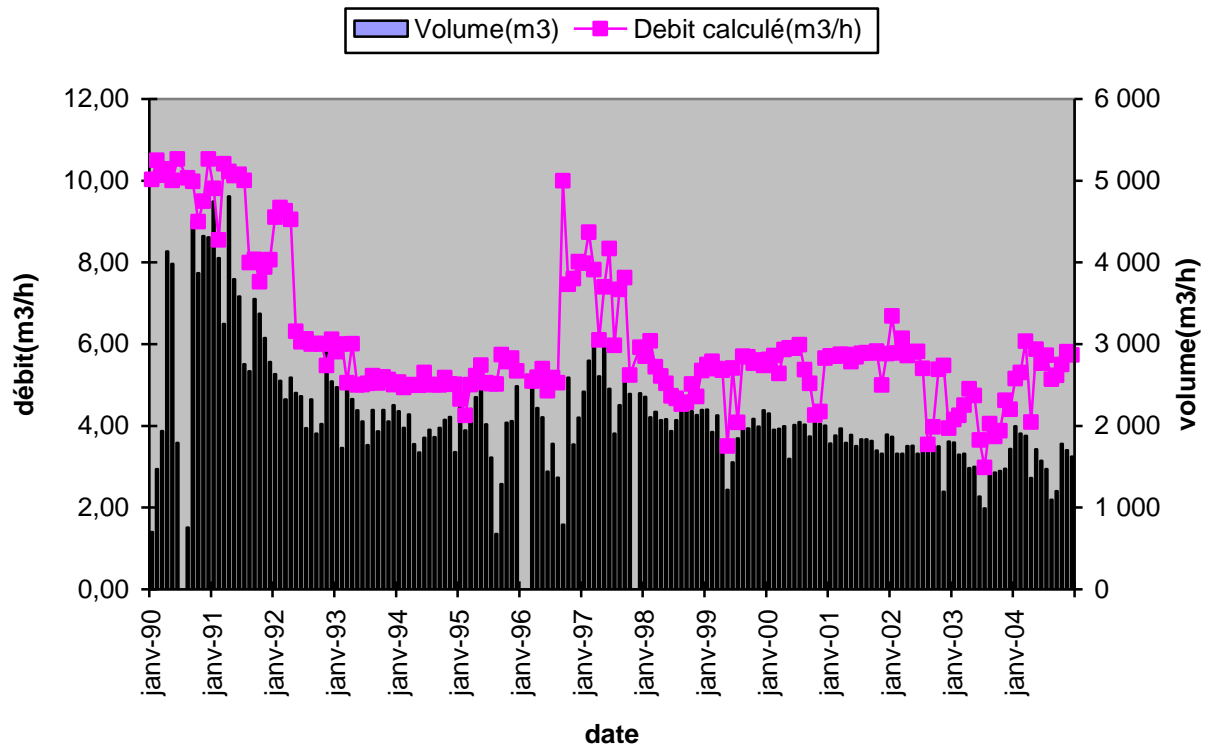


Figure41 : Evolution de la production et du débit d'exhaure de F12 du champ4 de fada en fonction du temps

➔ **Condition d'exploitation**

➤ Conditions de pompages

Pour ce forage nous ne disposons pas de données sur l'essai de pompages permettant, d'apprécier la pertinence du choix du débit d'exploitation à la mise en service de ce forage. Mais les données de suivies d'exploitations du forage F12, nous permettent d'apprécier le temps de pompage du forage, par le tracé des courbes d'évolutions du ND par rapport à la venue d'eau dans le forage en fonction du temps.

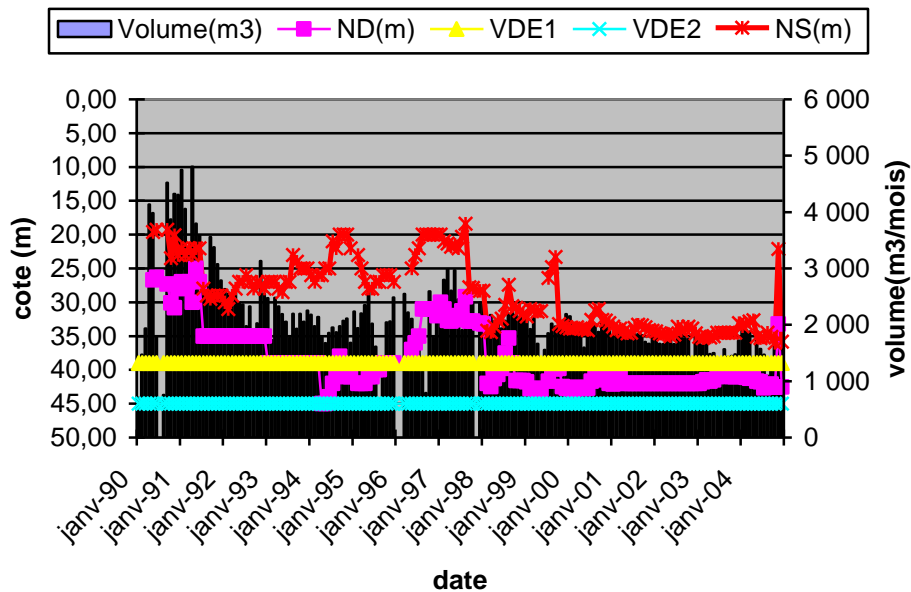


Figure42 : évolution de la production en fonction de la position du ND par rapport aux venues d'eaux dans le forage du champ4 de fada

Nous remarquons que les périodes durant lesquelles on a des baisses accentuées de production correspondant à celles où le ND est en dessous de la première venue d'eau (dénoyage des crépines), particulièrement la période allant de janvier 1999 à fin 2004. Cette position du ND par rapport à la première venue d'eau dans le forage, permet de dire que le temps de pompage adopté est surestimé (16heures) ce qui entraîne une surexploitation de la nappe, d'où une baisse de la productivité.

➔ Réaction de la nappe par rapport à la pluviométrie

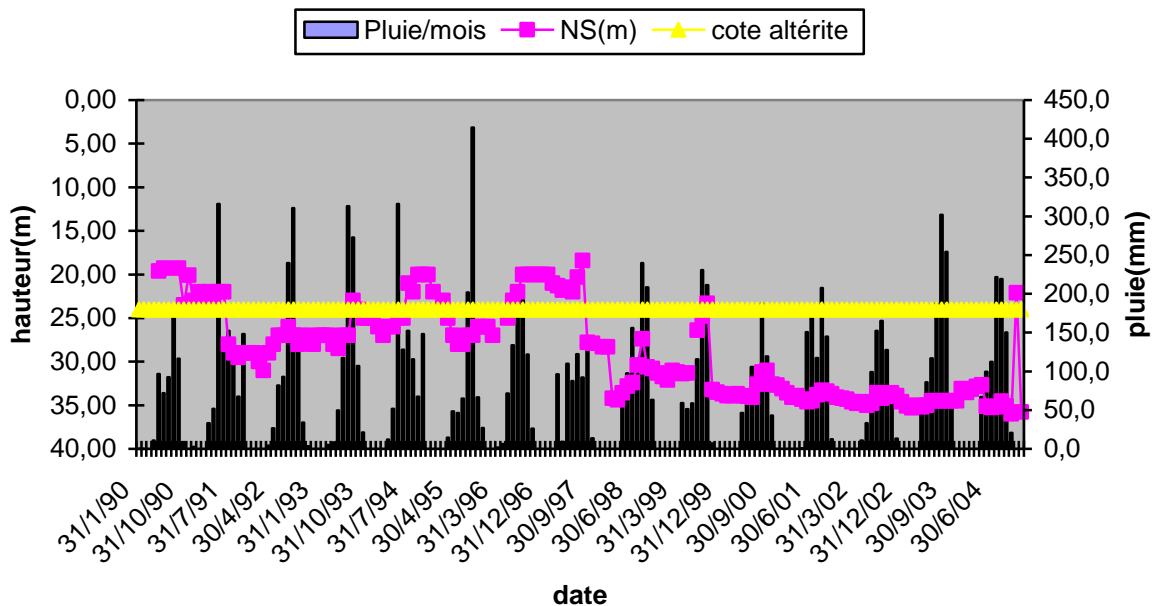


Figure43 : évolution de la nappe dans le F12 du champ4 de fada par rapport à la pluviométrie

On voit lorsque le NS se trouve situé dans les altérités ou proche de celles-ci, l'effet de la pluviométrie apparaît sur l'évolution du NS, mais à partir de 1997 où le NS se trouve perché en dessous des altérités l'effet de la pluviométrie sur le NS est devenu pratiquement nul. Conduisant du coup vers l'épuisement de la réserve, d'où une baisse de la productivité. **La faiblesse de la productivité dans ce forage est accentué par l'absence d'altération saturée**

B.2.1.1.5 *Le champ de captage5*

➔ Evolutions du forage

Ce champ est situé à plus d'un kilomètre du champ4, le F14 est le seul forage dans ce champ. Mis en service en novembre 1994 avec un débit de 9 m³/h, son débit en novembre 2004 est de 8,9 m³/h. Ce forage n'a pas connu en tant que telle le phénomène de baisse de productivité au cours de son fonctionnement mis à part de certaines variations ponctuelles, cela apparaît clairement sur les deux graphes qui suivent.

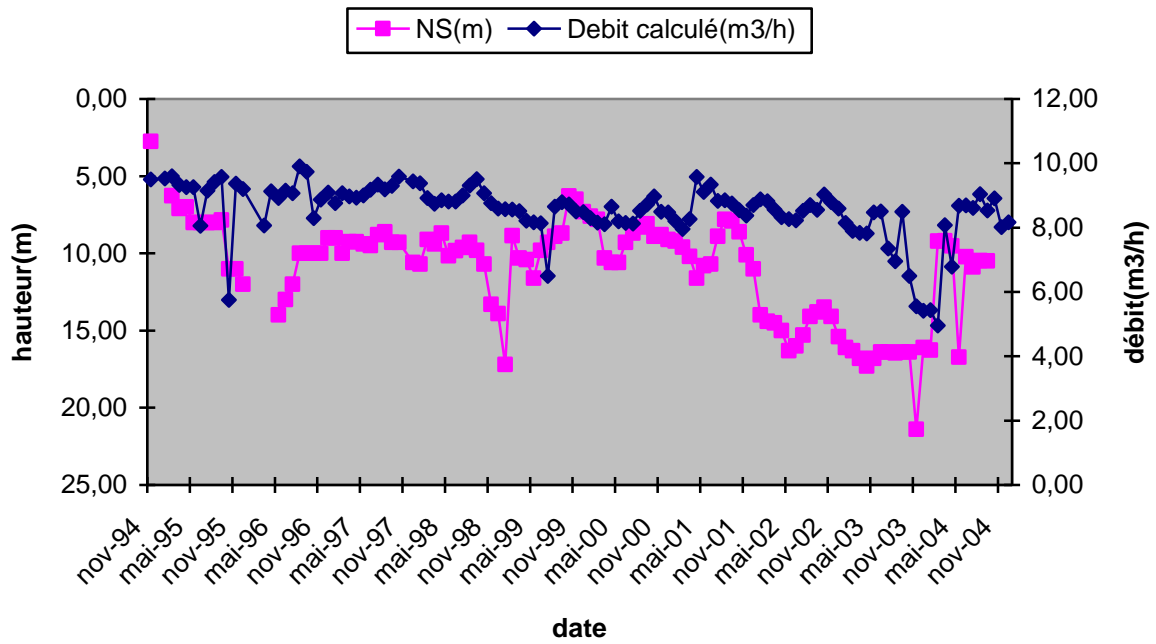


Figure 44: Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F14 du champ5 de Fada (94-04)

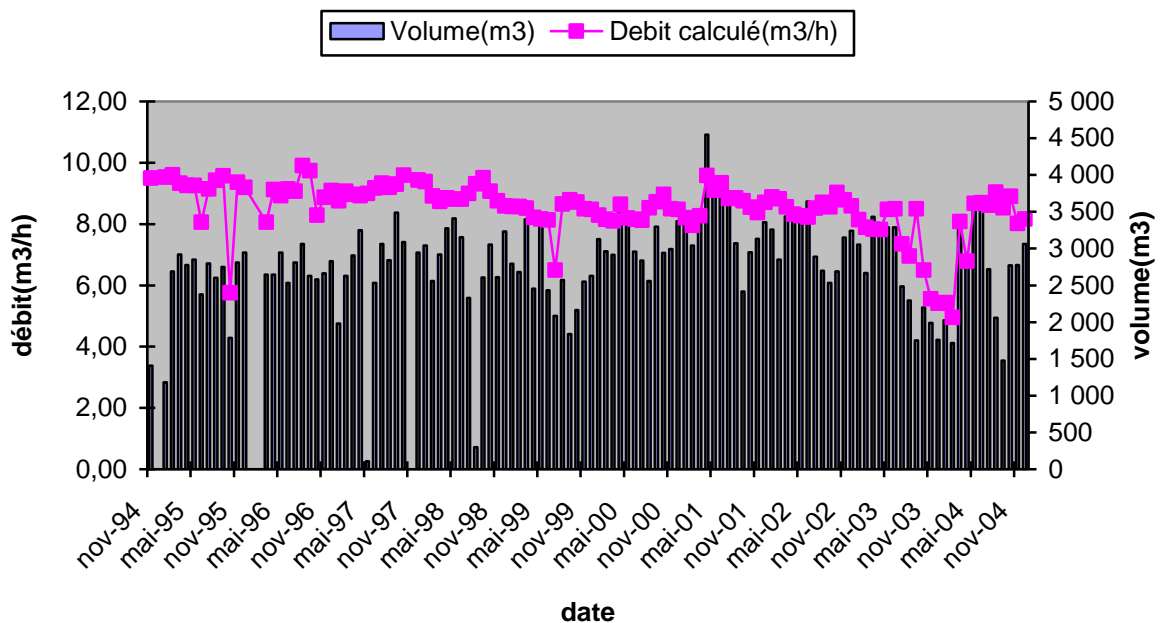


Figure 45: Evolution de la production et du débit de F14 du champ5 de fada en fonction du temps

Ces graphes montrent bien la faible variation du débit et de la production du forage F12 au cours de son fonctionnement. Mais il serait intéressant de noter la baisse du NS observée entre 2001 et 2003 (rabattement de 8,6 m en deux (2) ans), entraînant du coup une baisse de la production et du débit à la même période. Nous pouvons expliquer cet état de fait par la succession de trois (3) années (1999 à 2002) de pluviométrie (732,6, 665,2, 801, 9, et 658,0 mm) basse par rapport, à la moyenne (788,8 mm).

À la fin de la saison pluvieuse de 2003, qui a été une saison de très bonne pluviométrie (1058,7 mm) nous avons observé une remontée du NS qui s'est poursuivie jusqu'en 2004. Le graphe qui suit illustre cela

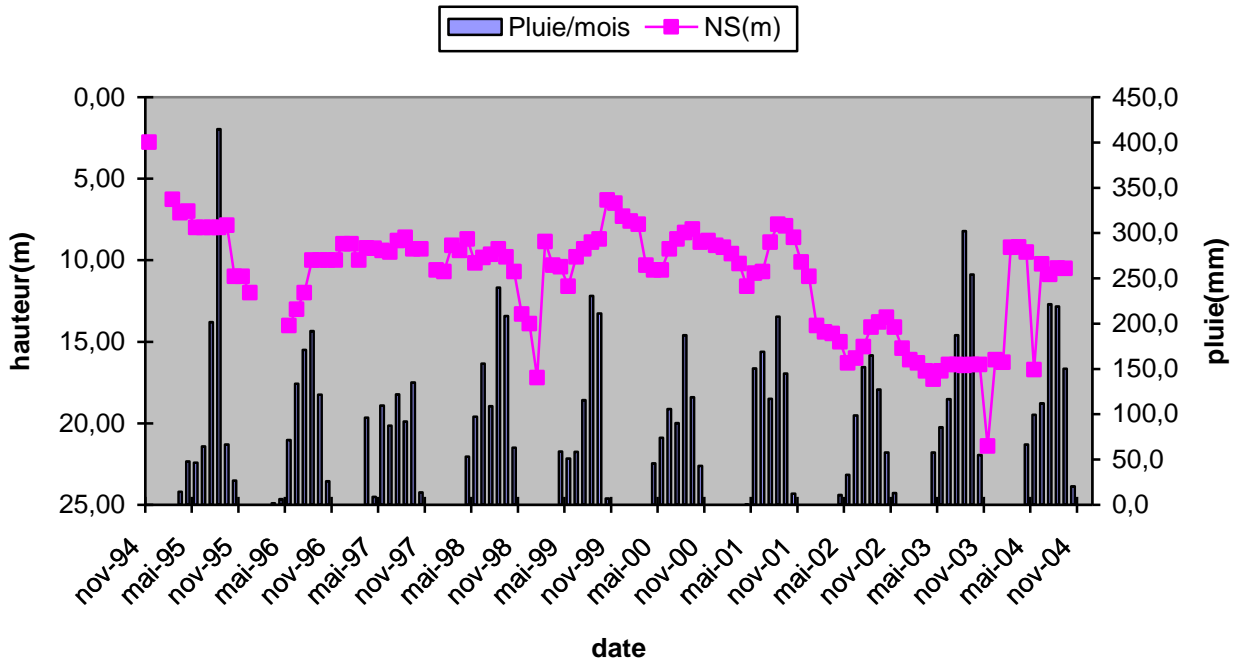


Figure 46: Evolution du NS et de la pluviométrie mensuelle de F14 du champ5 de Fada (94-04)

➔ **Conditions d'exploitations**

Le graphe qui suit illustre la variation du ND (niveau dynamique) et du NS par rapport à la venue d'eau principale dans le forage et à la limite des altérites :

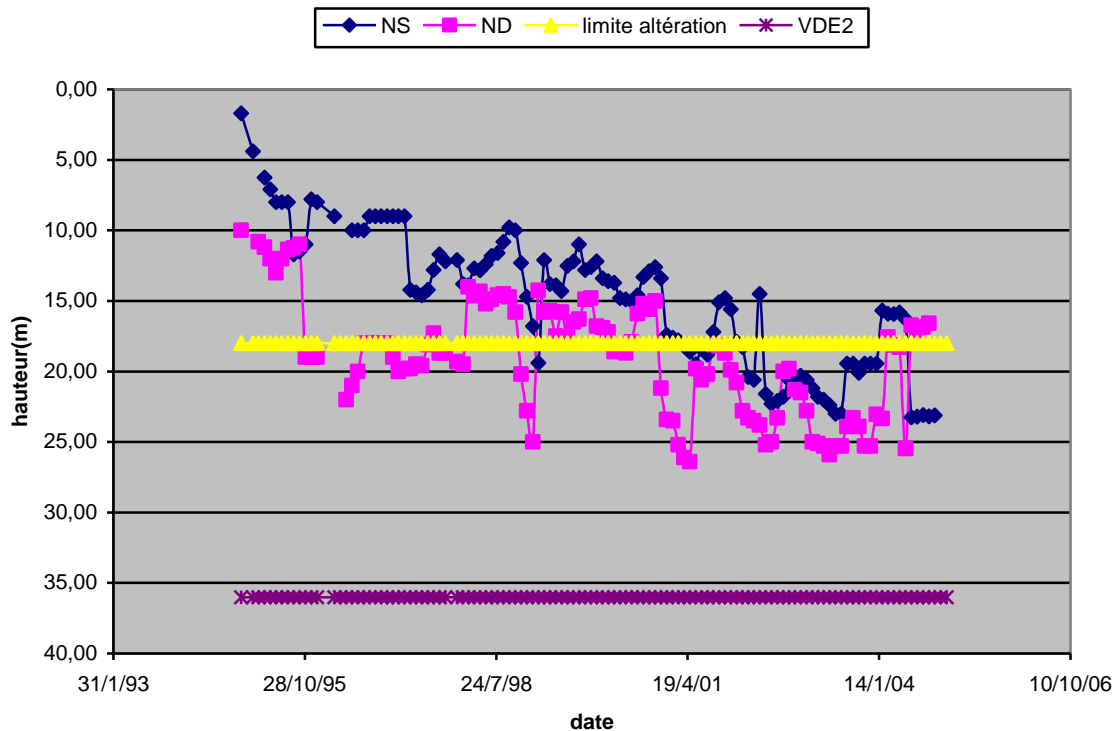


Figure47 : Evolution du NS et du ND de F14 du champ5 de fada en fonction du temps par rapport à la VDE et à la limite des altérites

Sur ce graphe nous voyons bien que lors des pompages les crépines ne sont jamais dénoyées, prouvant le bon choix du débit et du temps de pompage de ce forage. En plus la position du NS par rapport à la limite des altérites montre la bonne productivité de ce forage contrairement à celui du champ4. Donc les conditions d'exploitations sont des facteurs déterminants sur l'évolution des forages, c'est-à-dire une bonne évaluation des débits d'exhaures et du temps de pompage permet de ralentir (contexte hydro géologiquement défavorable) ou d'empêcher la parution du phénomène de la baisse de productivité.

B.2.1.1.6 *Le champ de captage6*

Situé à un kilomètre du champ5, il y'a un seul forage (F13) dans ce champs. Le forage n'a pas subi une variation importante de débit et de productivité depuis sa mise en service en novembre 1994, jusqu'en décembre 2004, les fluctuations du débit et de la production observées peuvent être attribuées à l'exploitation. Nous pouvons voir sur les graphes qui suivent l'évolution du débit et de la production de ce forage au cours du temps.

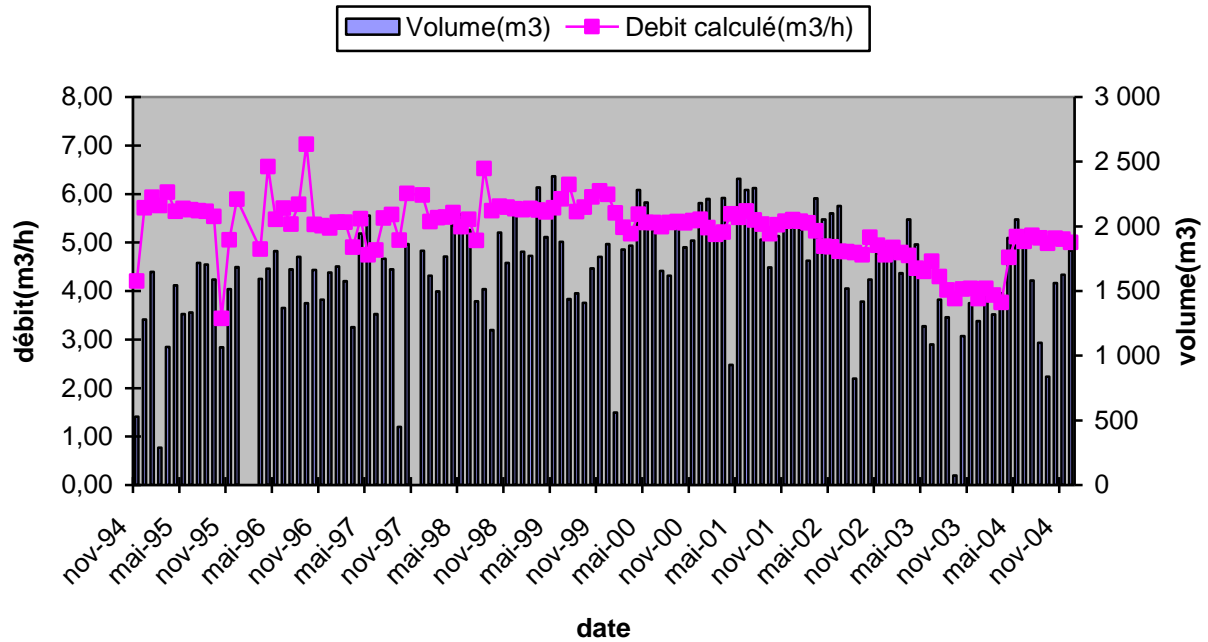


Figure48 : Evolution de la production et du débit d'exhaure de F13 du champ6 de Fada en fonction du temps

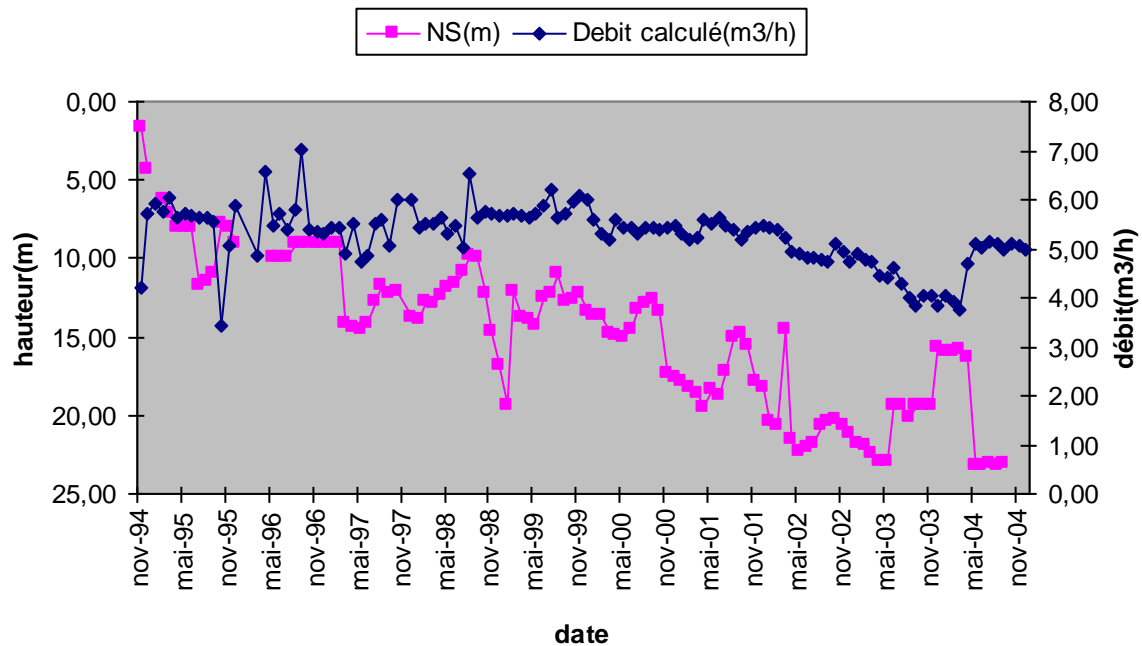


Figure49 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F13 du champ6 de Fada (1994-2004)

Sur ce graphe nous observons une tendance pluriannuelle de tarissement du NS. Le NS est passé de 8 m en mai 1995 à 19,5 m en mai 2004 soit un rabattement de 11,5 m en 10 ans donc nous avons un taux de rabattement moyen de 1,15 m/an.

En suivant ce rythme la première venue d'eau qui se trouve à la cote 31m sera dénoyée dans 8 ans pouvant entraîner une baisse de la productivité.

Le graphe qui suit représente l'évolution du NS par rapport aux venues d'eau dans le forage (VDE)

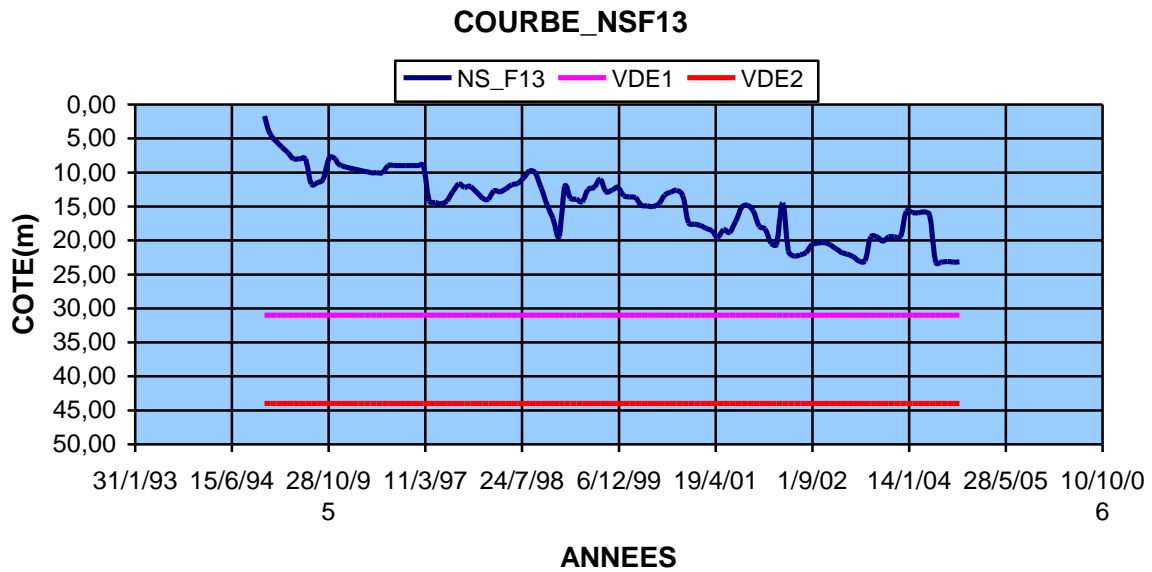


Figure50 : Evolution du NS par rapport aux VDE de F13 du champ6 de Fada (94-04)

Les conclusions pour ce champs sont les mêmes que celles du champ précédent

B.2.1.1.7 *Le champ de captage7*

Situé à 3 km du champ5, ce champ comprend un seul forage F10.

Le F10 a été mis en service en novembre 1985 avec un débit d'exhaure de 4,5 m³/h,

Ce forage présente les mêmes caractéristiques que le forage F11, mais contrairement à ce dernier nous n'avons pas enregistré de véritable baisse de productivité dans ce forage.

Mais la faiblesse de sa productivité vient du faite qu'il a été réalisé dans un cadre d'hydraulique villageoise donc à l'origine non destiné à une exhaure motorisée.

Les graphes qui suivent représentent les courbes d'évolutions du NS et du débit de F10 dans le temps.

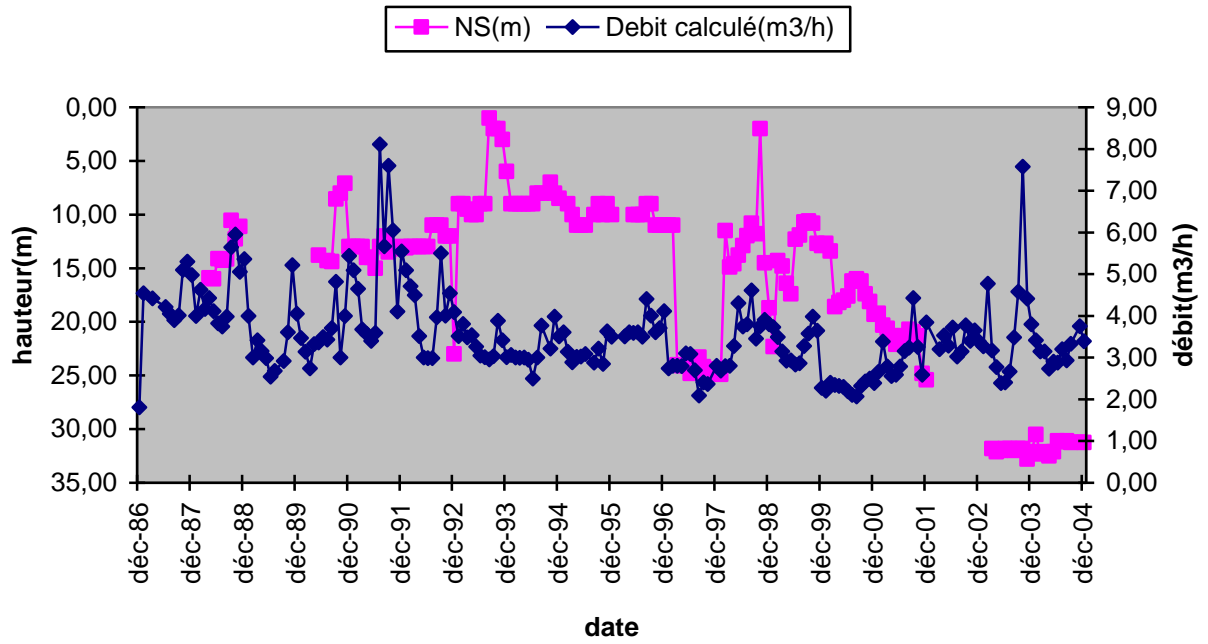


Figure 51: Evolution du NS et du Débit de F10 du champ7 de Fada (86-04)

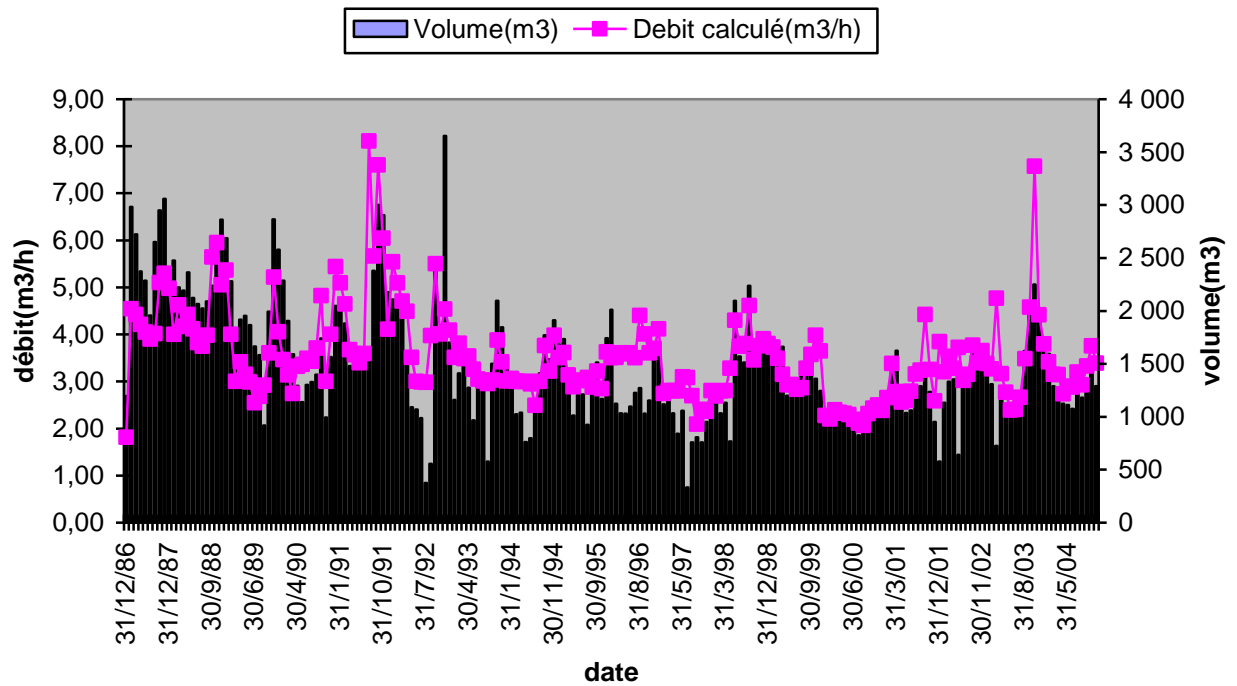


Figure 52: Evolution de la production et du débit d'exhaure de F10 du champ7 de Fada en fonction du temps

En synthèse nous dirons

D'une manière générale, il apparaît clairement que les ouvrages qui ont connu le phénomène de la baisse de productivité sont principalement ceux des champs de captage à plusieurs forages.

Pour ces champs les débits d'exhaure des forages sont déterminés uniquement à partir des essais de pompage sans tenir compte de l'interférence entre les ouvrages, ni de la capacité de la réserve de l'aquifère, conduisant ainsi à une surexploitation systématique des champs. Deux cas se sont présentés dans ce centre, le cas du champ1 où nous avons trois forages dans un rayon de 300m et le celui du champ2 où les deux forages sont dans un rayon de 400 m. Selon les cas, l'interférence s'est observée différemment laissant croire que cette dernière est fonction de la distance entre les ouvrages.

Et pour les champs à un seul forage la cause de la baisse de la productivité provient des conditions d'exploitation des forages, notamment le temps de pompage très long causant le dénoyage systématique des crépines lors de l'exploitation des ouvrages.

La sensibilité des forages à la surexploitation et à l'effet d'interférence entre ouvrages de ce centre est accentuée par le contexte hydrogéologique de la zone. En général le NS de la nappe est situé en dessous des altérites imputant ainsi le réservoir supérieur son rôle régulateur à gommer les fluctuations interannuelles (absence d'altération saturée)

B.2.2 Centre de Tenkodogo

Le centre de Tenkodogo comprend onze (11) forages que nous avons repartis sur cinq champs de captage.

Les caractéristiques des forages se trouvent résumer dans le tableau ci-après :

CHAMPS	FORAGES	DATE D'EXECUT°	DATE DE MISE EN SERVICE	PROF FORAT°	PROF ALTERAT°	N.S. init. (m)	HAUTEUR D'ALT SATUREE	VENUES D'EAU (m)	COTE CREPINE (m)	Débit foration (m3/h)	GEOLOGIE
CHAMP1	F3	03.11.77	01/10/83	54,5	14	10,22	3,78	41		7,5	granite plutonique
	F4	13.06.82	01/06/84	62	20	16,5	3,5	31	19-62	9	gneiss
	F5	13.06.82	01/06/84	62	20	7,13	12,87	31	19-62	9	MGP
CHAMP2	F6	14.05.86	01/04/87	40	7	15	0	25	20-40		
	F7	18.04.88	01/06/91	58	19	11,77	7,23	35	33,3-56,6		
	F13	27.10.95	05/05/95	58,5	18	5,18	12,82	35	28-49, 54-57		MGP
CHAMP3	F8	19.04.88		55	19	8,45	10,55	39	19-39, 50-55	6	PMP
CHAMP4	F11	02.12.88		55	8	2	6	28	24,1-47,3	21	MGP
	F12	19.10.95		55	24	7,2	16,8	30	30-47, 50-53		MGP
CHAMP5	F9	13.04.88		52	2	5,18	0	17	19-42	14,4	PM
	F10	14.04.88		52	15	6,00	9	21	18-36, 44-50	6,1	PM

Tableau 4: Caractéristiques des forages de l'ONEA du centre de Tenkodogo

Ces forages sont repartis dans l'espace de la ville selon le schéma d'implantation suivant :

B.2.2.1 Mise en évidence et hypothèse d'explication du phénomène de baisse de la productivité des forages

B.2.2.1.1 Champ1

Regroupant les forages F3, F4 et F5, ce champ se situe au niveau du centre de l'ONEA, les distances entre les forages du champ sont consignées dans le tableau qui suit :

Forage	F3	F4	F5
F3	0 m	100 m	100 m
F4	100 m	0 m	1,50 m
F5	100 m	1,50 m	0 m

Tableau5 : distances relatives entre les forages du champ1 de Tenkodogo

B.2.2.1.1.1 Forage F3

➤ Evolutions du forage

Mis en service en novembre 1983, ce forage a connu les évolutions suivantes :

- les données dont nous disposons sur ce forage commencent à partir de 1995, le débit d'exhaure est passé de 9,6 m³/h à 4,5 en septembre 2004 avec quelques variations liées aux fluctuations interannuelles de la nappe (remontées et tarissement). Le taux variation moyenne du débit peut être estimé à 53% en 9ans
- la production de ce forage n'a pas trop variée, malgré la baisse de débit observée et la tendance pluriannuelle de la nappe (NS) au tarissement. la production est passée en moyenne à 2000 m³/mois en 1995 à 1400 m³/mois en 2004 soit une variation de 30% pour 9 ans de fonctionnement

Ces différentes variations sont illustrées dans les graphes qui suivent :

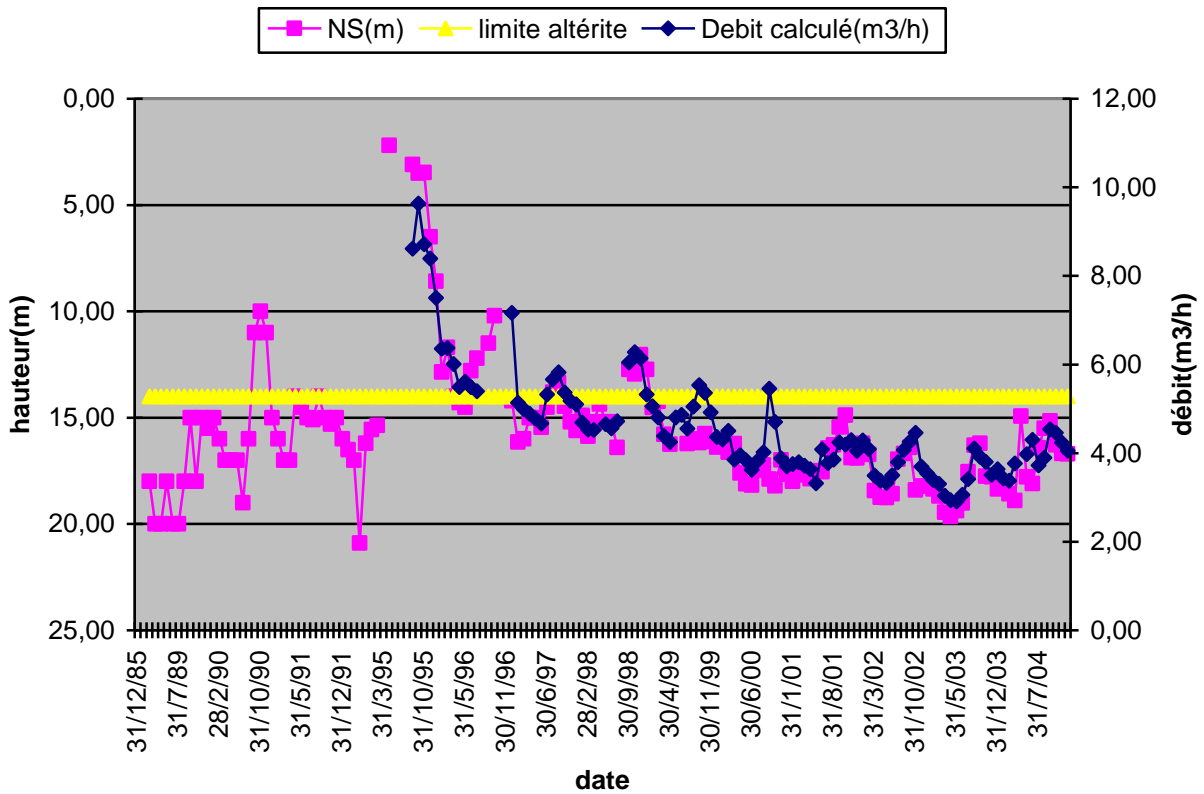


Figure53 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F3 du champ1 de Tenkodogo (95-04)

Nous pouvons remarquer la forte corrélation qui existe entre la variation du débit d'exhaure et le niveau statique dans le forage ainsi que la position relativement proche du NS par rapport à la limite d'altération, ce qui explique la faible variation de la productivité de ce forage au cours de son fonctionnement.

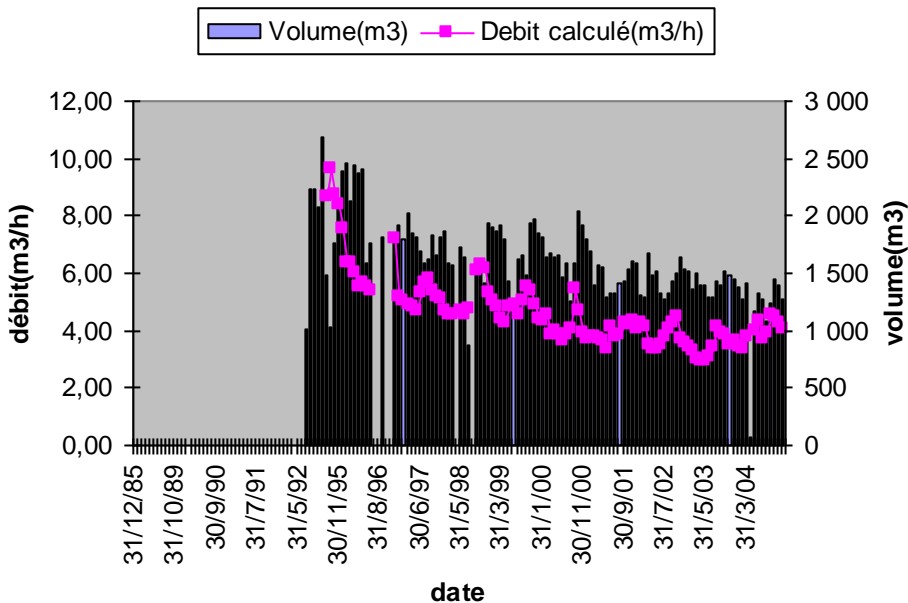


Figure 54: Evolution de la production et du débit d'exhaure de F3 du champ1 de Tenkodogo en fonction du temps

➡ Conditions d'exploitations

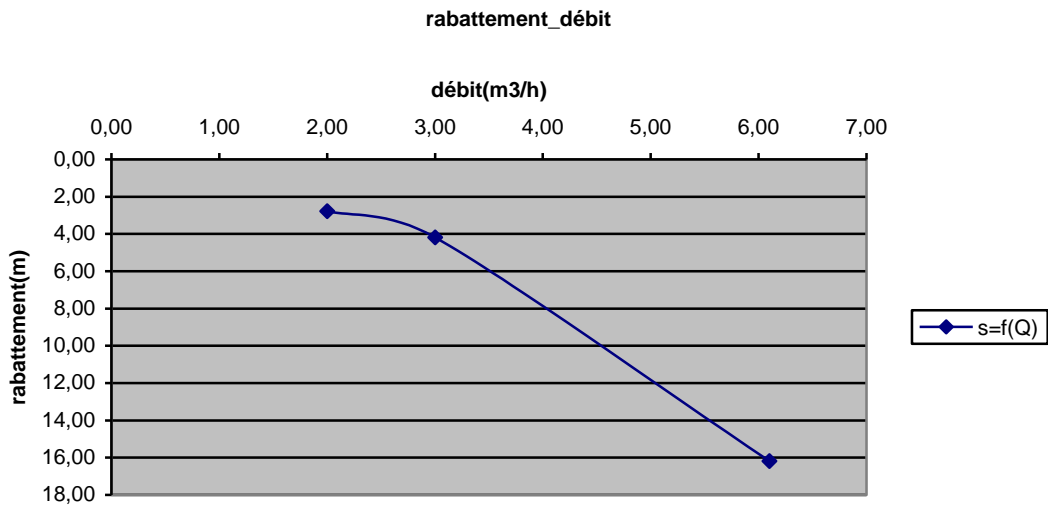


Figure 55: courbe rabattement débit F3 du champ1 de Tenkodogo

d'après cette courbe le débit d'exploitation pour un rabattement maximum admissible de 16m est 6 m³/h, lors de la mise en service en 1995 le débit d'exhaure était de 9,6 m³/h ce qui nous semble surestimé.

B.2.2.1.1.2 Forage F4-5

Ces deux forages sont distants de 1,5 m il sont situés à 100 m du forage F3.

Vu la proximité des deux forages (1,5 m), nous allons considérer les valeurs cumulées des débits et de la production pour faire le diagnostic.

Mais ce choix à vouloir cumuler les débits et la production des deux forages est d'autant plus justifié par la forte corrélation qui existe entre les courbes d'évolutions du NS des forages, comme le montre le graphe suivant :

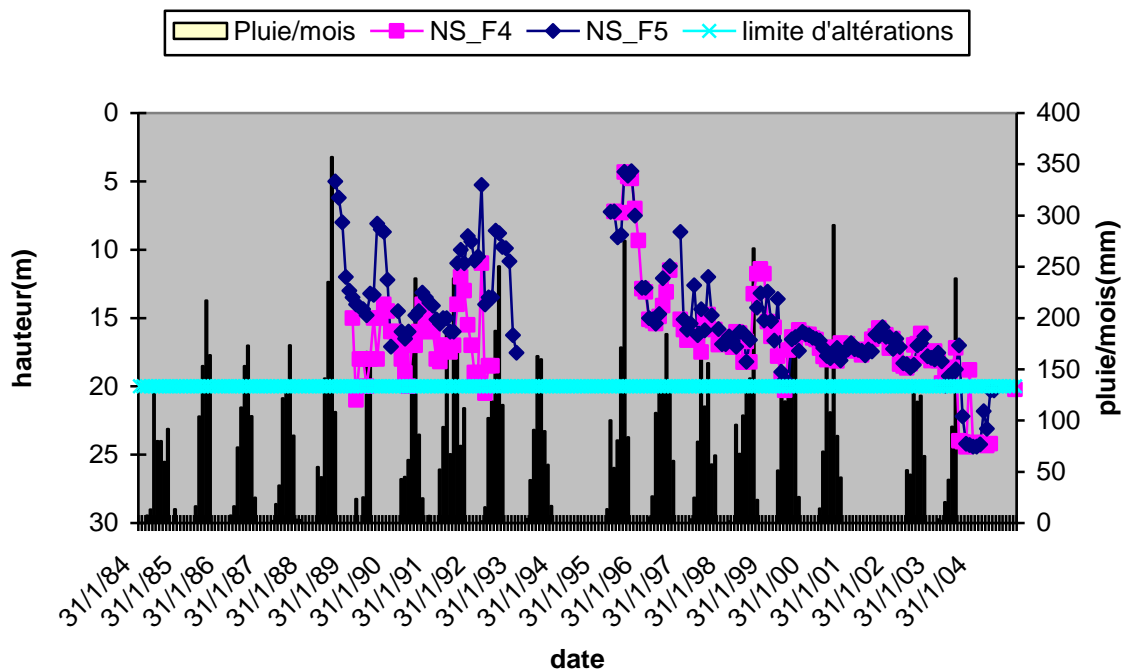


Figure56 : Evolution du NS de F4 et F5 du champ1 de Tenkodogo par rapport à la pluviométrie mensuelle en fonction du temps

➔ **Evolutions des forages**

Mis en service en juin 1984, avec un débit d'exhaure cumulé de 19,5 m³/h, l'évolution de la production et du débit de ces forages peut être résumée comme suit :

- de juillet 1984 à juillet 1988 la production est passée de 11300m³/h à 5400 m³/h pour des débits de 19,5 à 12 m³/h, soit des baisses respectives de 52% et 38%.
- de 1989 à 1992, pas de données
- de 1992 à 1997 on a enregistré de très fortes variations de débit (fluctuation entre 7 et 19,9 m³/h) et de la production (fluctuations entre 3900 et 8200 m³/mois) que nous n'avons pas pu caractériser)
- de 1998 à 2003 le débit et la production se sont stabilisés respectivement autour de 14 m³/h et 5000 m³/mois.

Les deux graphes qui suivent illustrent l'évolution du débit cumulé et de la production en fonction du temps, ainsi celle du débit et du NS en fonction du temps

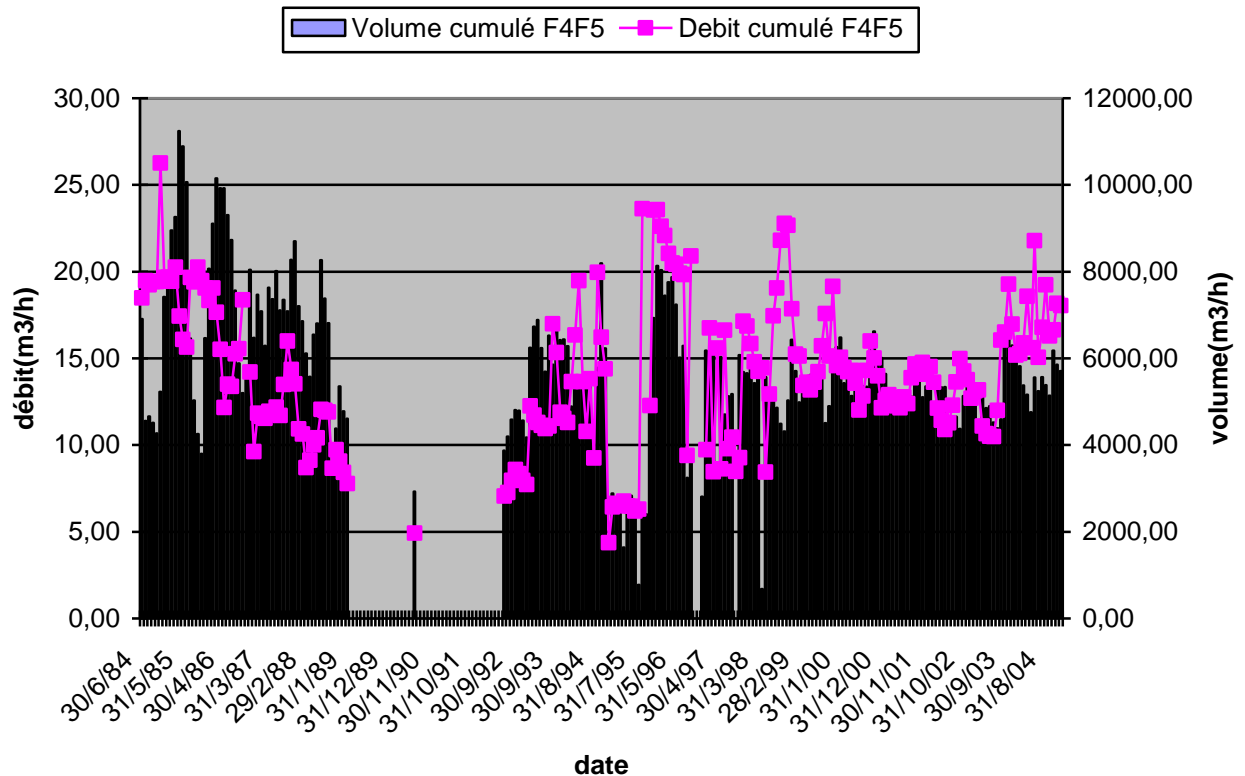


Figure57 : évolution du débit cumulé et de la production cumulée F4 F5 du champ1 de Tenkodogo (84-04)

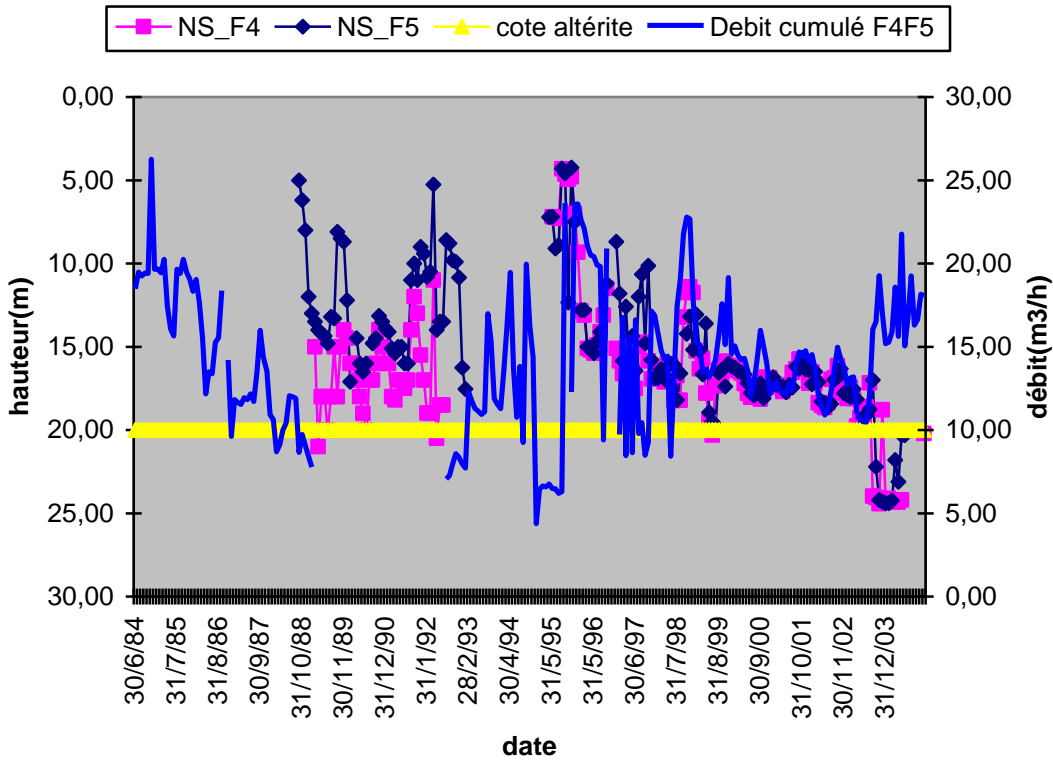


Figure 58: Evolution du débit cumulé et des NS de F4 F5 du champ1 de Tenkodogo (84 04)

Nous pouvons remarquer la position quasi permanente des NS dans le réservoir supérieur d'altération prouvant ainsi la forte productivité de ces forages.

➔ **Conditions d'exploitations**

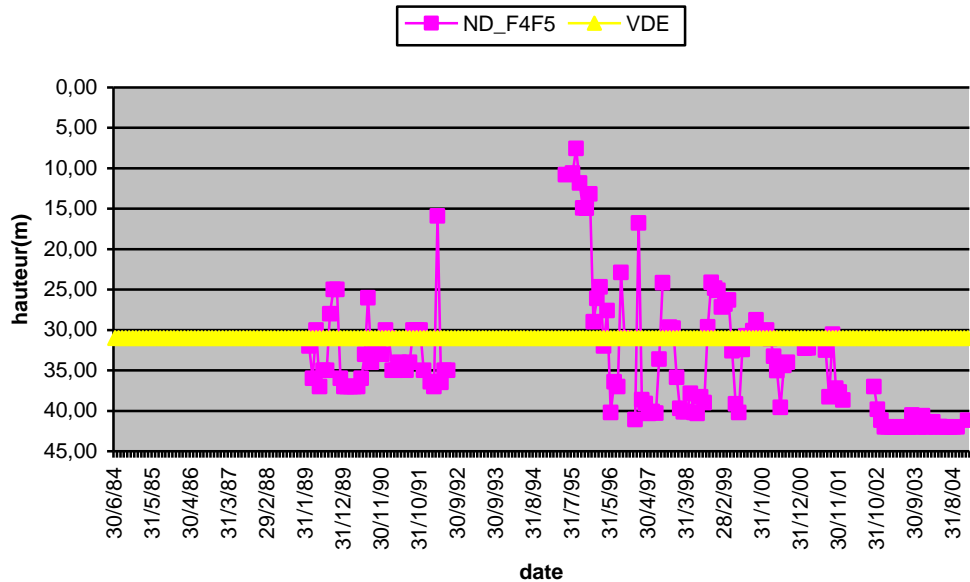


Figure 59: Evolution du ND par rapport à la venue d'eau de F4F5 du champ1 de Tenkodogo

Il apparaît que bien par moments lors de l'exploitation des deux forages nous avons des dénoyages de crépine, en particulier à partir de mai 1996, expliquant en fait la faiblesse de la productivité survenue à partir de ce moment.

B.2.2.1.1.3 Interférence entre forages du champ

Pour ce champ nous pouvons résumer la chronologie de la mise en service des différents forages dans le tableau qui suit :

	date en année																			
	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	01	02	03	04
Forages																				
F3/service																				
évolut° débit(m3/h) F3	pas de données											9,6	53%				4,5			
évolut° product°(m3) F3	pas de données											2000	30%				1400			
F4-5/service																				
évolut° débit(m3/h)F4-5	19,5	→				12	pas de données			perturbation						→				14
évolut° product°(m3) F4-5	11300	→				5400	pas de données			perturbation						→				5000
	■ en service		■ arrêté		↗ augmentation				↘ baisse				→ constant							

Tableau 6: résumé de l'évolution des forages du champ1 de Tenkodogo

La discontinuité de la série des données sur ces forages ne nous permet pas de bien apprécier l'effet d'interférence entre ouvrages sur la baisse de la productivité. Mais la corrélation qui existe entre les NS de ces trois forages (voir graphe ci-après) nous permet de dire que ces derniers prélèvent dans la même réserve.

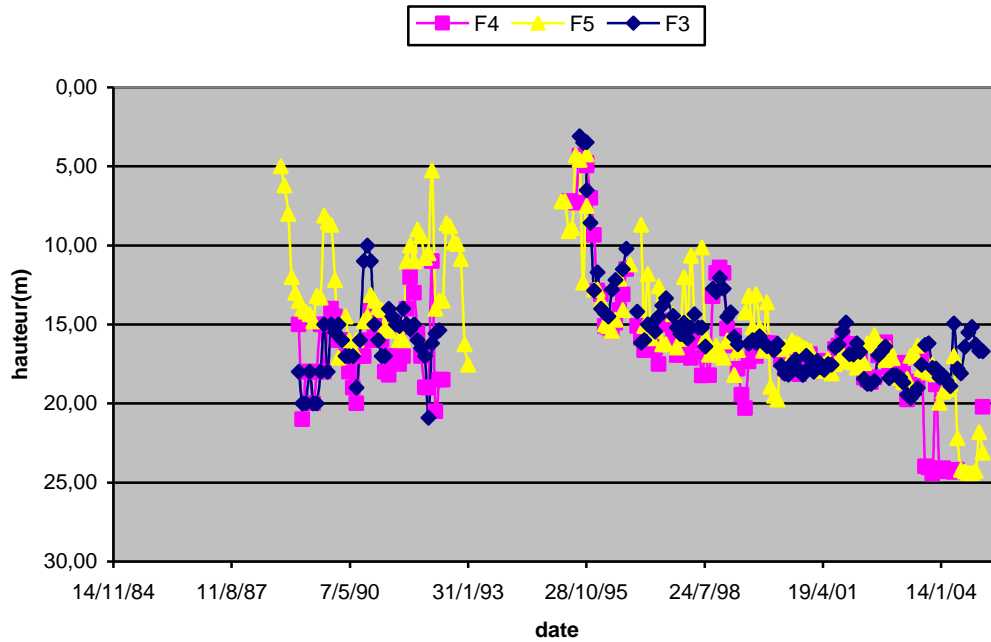


Figure 60: Evolution du NS des forages du champ1 de Tenkodogo en fonction du temps

Etant donné que pris individuellement les débits et temps de pompage des forages sont surestimés, il en va de soi qu'à l'échelle du champ il y'a surexploitation de la nappe, entraînant la baisse de la productivité.

Similairement au champ1 de Fada on aurait du s'attendre dans ce champs a une forte interférence et baisse de la productivité des forages.

L'atténuation du phénomène de la baisse de productivité dans ce champ est imputable à sa structure géomorphologique, montrant en faite que l'existence d'une nappe dans les arènes superposées à un réseau de fractures constitue la conjonction la plus favorable à une exploitation quelque peu intensive.

B.2.2.1.2 Champ2

Situé à environ 2,3 km du champ1, il regroupe les forages F6, F7et F13.

Le tableau suivant résume les distances relatives entre ces forages.

Forage \	F6	F7	F13
F6	0 m	480 m	400 m
F7	480 m	0 m	800 m
F13	400 m	800 m	0 m

Tableau7 : distances relatives entre les forages du champ2 de Tenkodogo

B.2.2.1.2.1 Forage F6

➡ Evolutions du forage

Mis en service en avril 1987 avec un débit exhaure de 9 m³/h, l'évolution de ce forage au cours de son fonctionnement peut être résumée comme suit :

- le débit et la production ont faiblement baissé de la période allant de avril 1987 à avril 1991. Le débit est passé de 9 à 6,6 m³/h soit une baisse de 27% sur quatre (4) ans et la production de 5100 à 2300 m³/mois soit une diminution de 59%,
- de mars 1992 à mars 1997 on a enregistré une perturbation (que nous pouvons interpréter) du débit et du NS entraînant du coup celle de la production,
- d'avril 1997 à 2004 le débit s'est stabilisé suivant respectivement trois paliers, 6,9 m³/h (1997-1998), 5,4 m³/h (1999-2001), 6 m³/h (2001-2004) et la production s'est stabilisée au tour de 1700 m³/mois en moyenne, mais restant faible par rapport à l'intervalle (1987-1995)
- le NS a une tendance pluriannuelle au tarissement, avec de forte variation annuelle (montée, baisse), il est passé de 3,7 en juillet 1991 à 16,95 m juillet 2004 soit un rabattement annuel de 0,98 m/an.

Les graphes qui suivent illustrent ces différentes étapes :

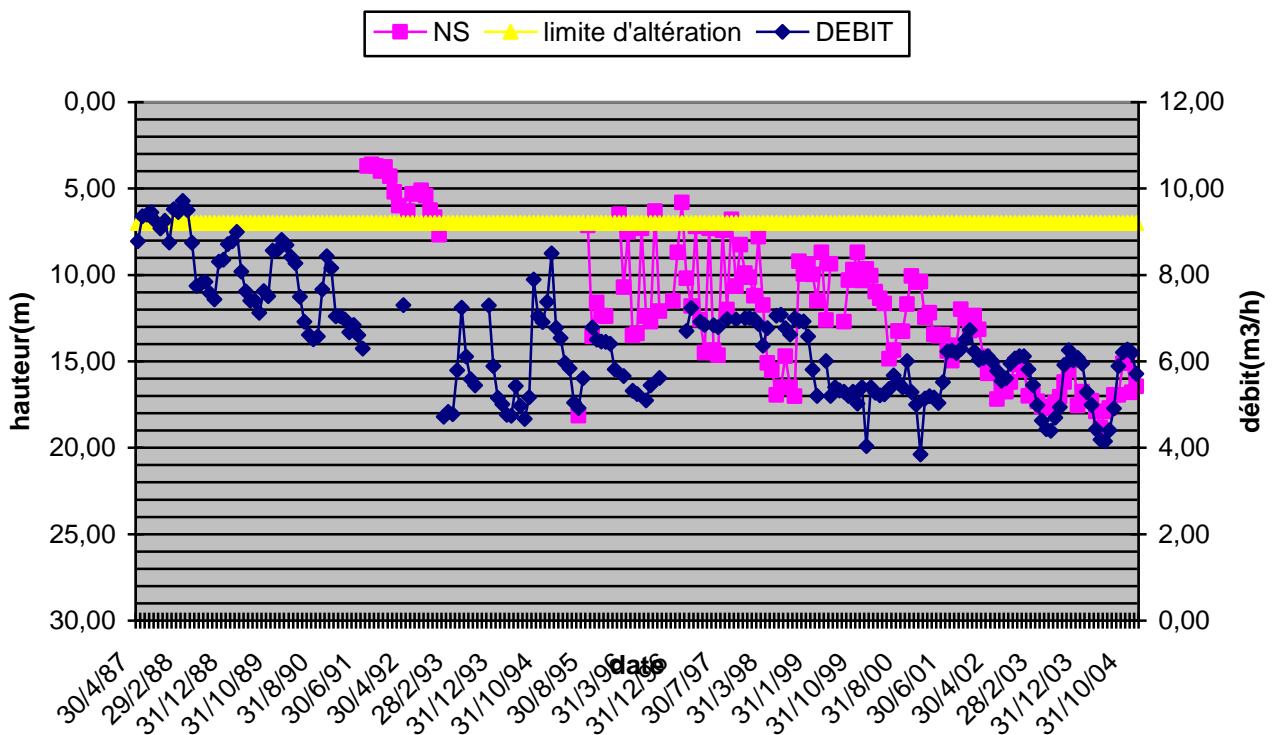


Figure 61: Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F6 du champ2 de Tenkodogo (87-04)

Nous remarquons la position du NS en deçà du réservoir supérieur d'altération à partir de 1994 expliquant ainsi la faiblesse de la productivité observée à partir de cette période, car l'absence d'altérations saturées ampute du réservoir de l'aquifère sa partie la plus productive.

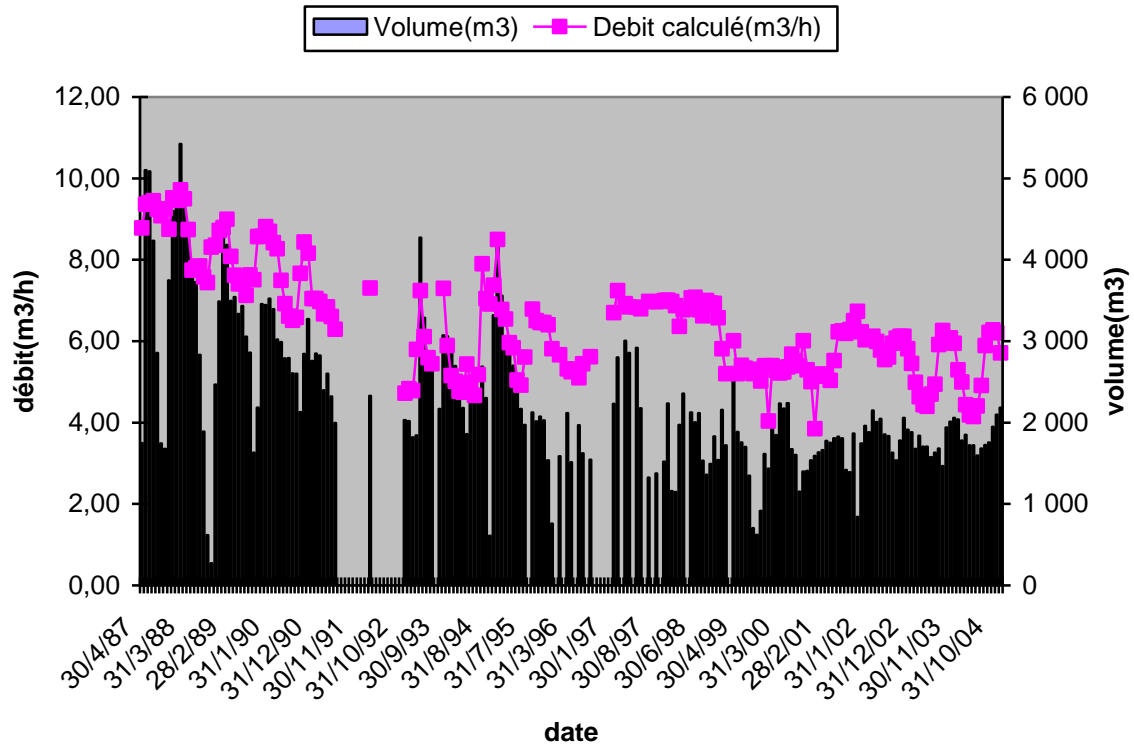


Figure 62: Evolution de la production et du d'exhaure débit de F6 du champ2 de Tenkodogo en fonction du temps

➔ Conditions d'exploitations

Pour ce forage nous ne disposons pas des données d'essais de pompage, pour apprécier le débit d'exploitation lors de la mise en service. Mais avec les données sur le ND nous allons vérifier les conditions de pompages, par l'analyse du graphe d'évolution du ND par rapport à la venue d'eau dans le forage.

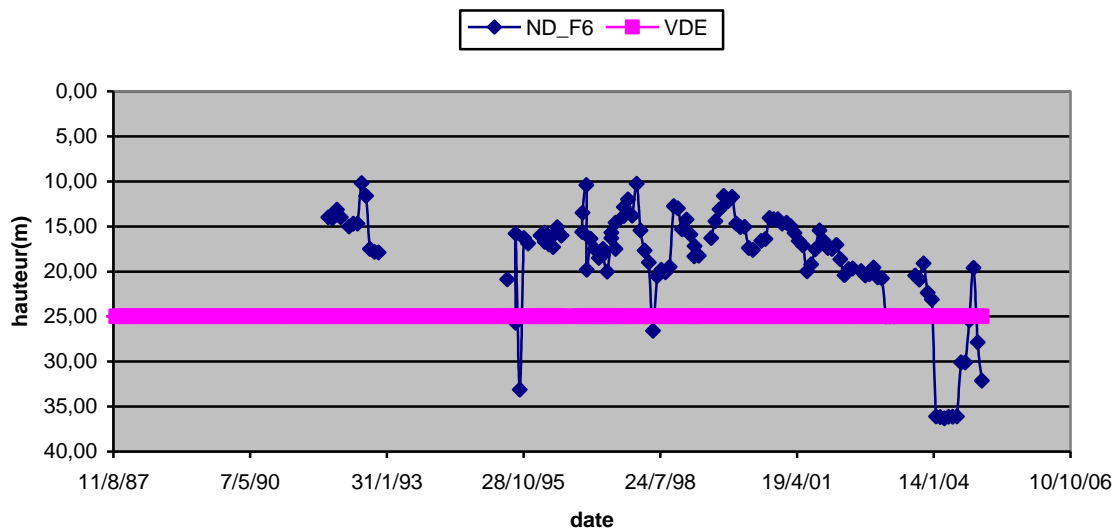


Figure 63: Evolution du ND par rapport à la venue d'eau F6 du champ2 de Tenkodogo

À la lumière de ce graphe nous pouvons dire que le temps de pompage choisi pour ce forage est acceptable car avec ce temps la venue d'eau principale du forage n'est pas dénoyée pendant l'exploitation.

Donc sous réserve des données des essais de pompages, nous pouvons dire que la baisse de la productivité dans ce forage n'est pas due à ses conditions d'exploitations où n'en sont pas les principales causes.

B.2.2.1.2.2 Forage F7

➔ Evolutions du forage

Mis en service en juin 1991 avec un débit d'exhaure de 4,9 m³/h, pour ce forage on peut noter les évolutions du régime de fonctionnement suivantes :

- de juillet 1991 à juillet 1998 le débit d'exhaure a augmenté de 4,9 à 5,9 m³/h soit une hausse de 20% entraînant une augmentation de la productivité de 35% (1700 à 2300 m³/mois),
- ensuite mis à part certaines fluctuations, le débit et la production se sont stabilisés respectivement au tour de 5m³/h et 1750m³/mois en moyenne,
- à part certaines variations saisonnières le NS c'est presque stabilisé au tour de 7,5 m de 1995 à 2001, pour ensuite avoir une tendance au tarissement, il a subi un rabattement de 2,82 m entre 2001 et 2004.

Les figures qui suivent retracent les différentes variations du régime de fonctionnement de F7 :

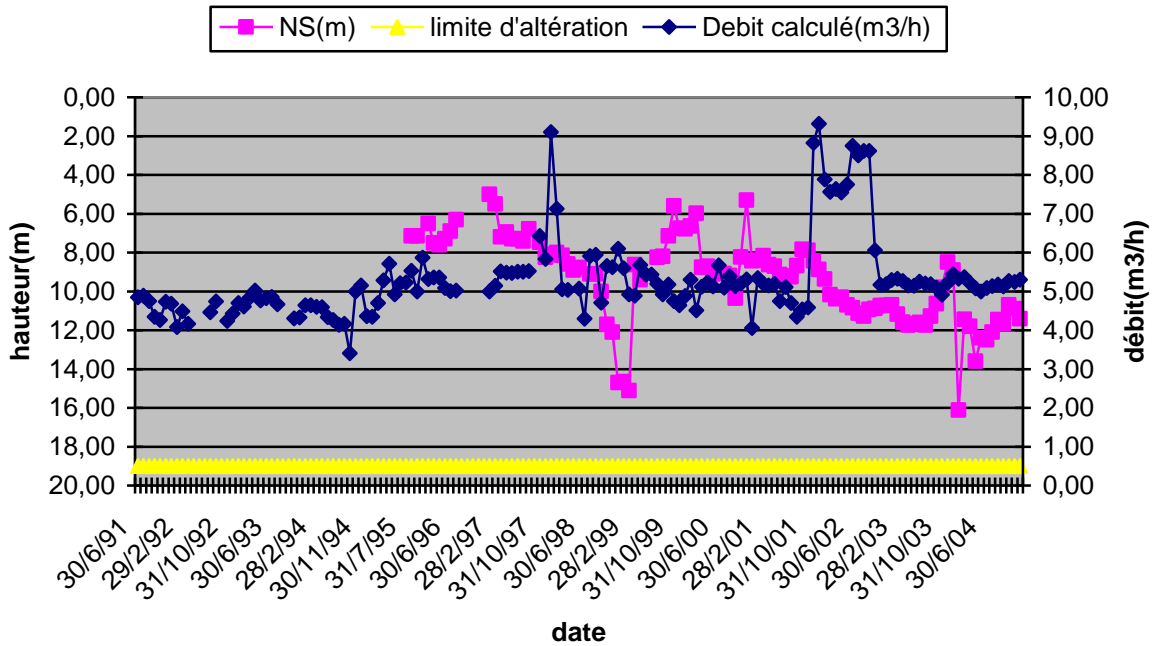


Figure64 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F7 du champ2 de Tenkodogo (91-04)

La position du NS dans le réservoir supérieur d'altération permettant ainsi d'avoir une frange d'altération saturée tout au long de l'année est l'une des explications de la stabilisation et de la bonne productivité de ce forage.

La hausse de débit enregistrée entre 1991 et 1998 est plutôt due à l'exploitant car nous constatons que le NS a commencé sa baisse suite à cette augmentation de production malgré une succession d'années pluvieuses par rapport à la moyenne (748 mm) comme le montre le graphe qui suit, d'où une surexploitation temporaire.

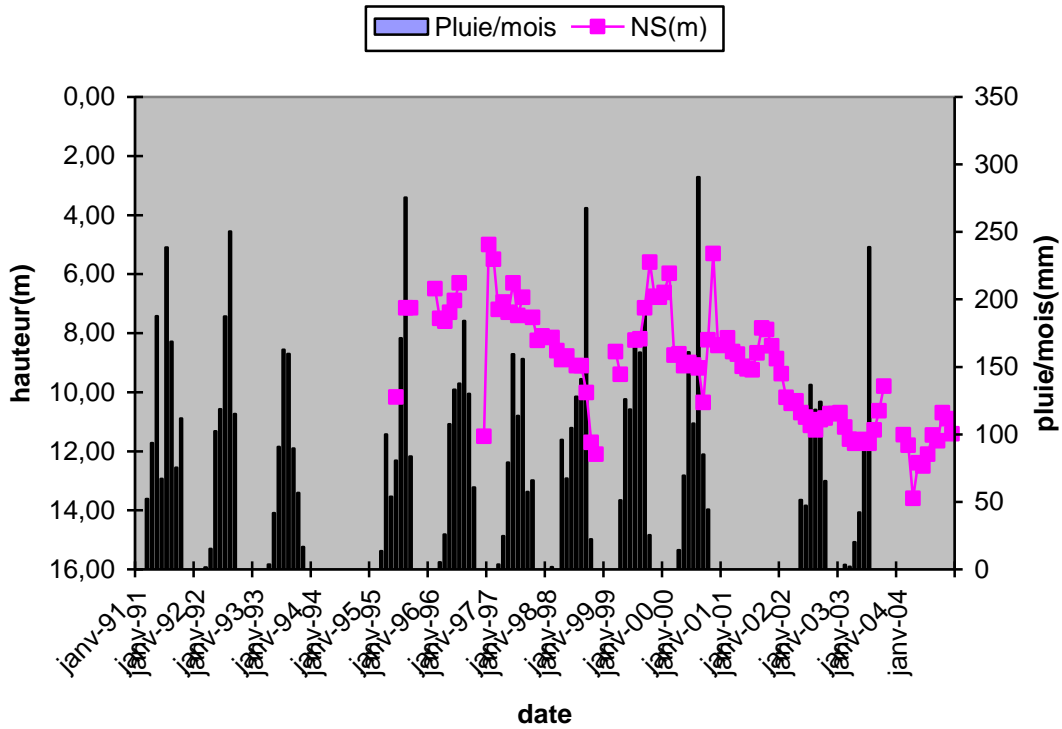


Figure65 : Evolution du NS de F7 du champ2 de Tenkodogo par rapport à la pluviométrie en fonction du temps

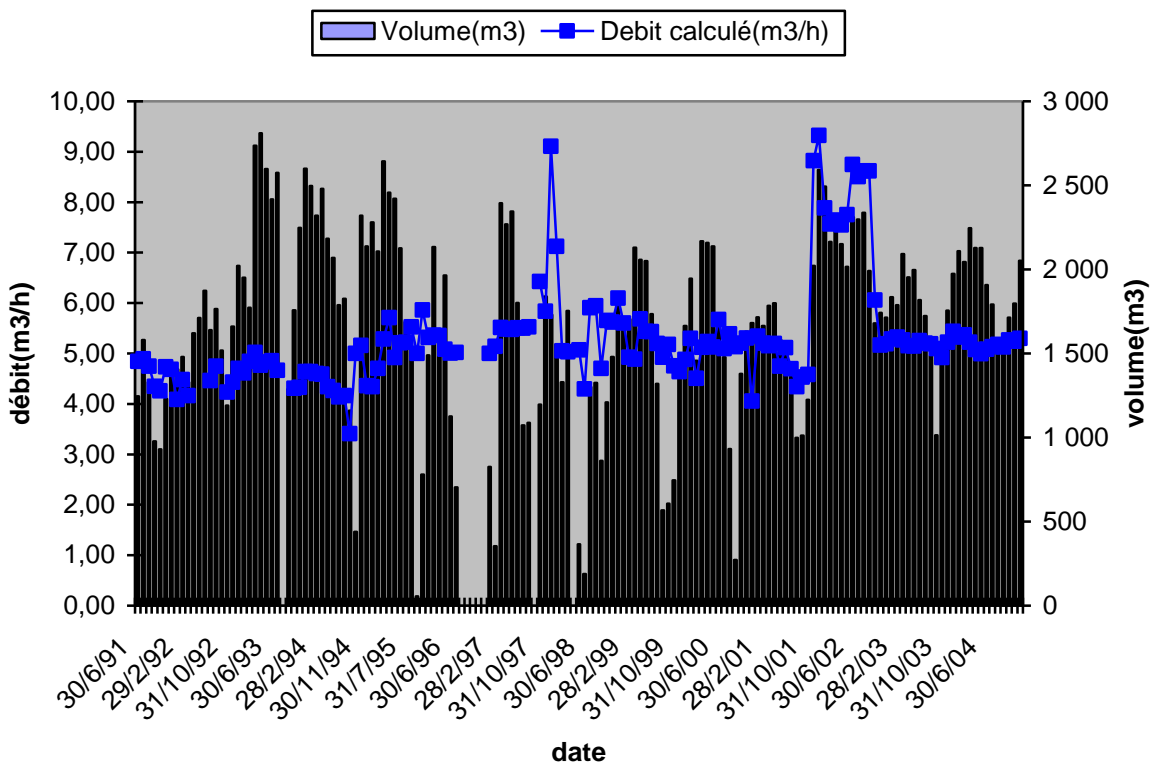


Figure66 : Evolution de la production et du débit d'exhaure débit de F7 du champ2 de Tenkodogo en fonction du temps

Ce forage n'a pas connu dans le temps le phénomène de la baisse de productivité.

B.2.2.1.2.3 Forage F13

➤ Evolutions du forage

Mis en service en mai 1995 avec un débit d'exhaure de 5,7 m³/h, pour ce forage nous pouvons enregistrer les évolutions suivantes :

- de mai 1999 à décembre 2004 le débit n'a pratiquement pas varié, nous avons une stabilisation au tour de 10 m³/h et la production est restée en moyenne constante au tour de 3500 m³/mois,
- nous voyons la tendance pluriannuelle du niveau statique (NS), il est passé de 5,75 m en mai 1995 à 16,40 m en mai 2004 soit rabatement de 1,18 m/an

Les figures qui suivent illustrent ces différentes variations :

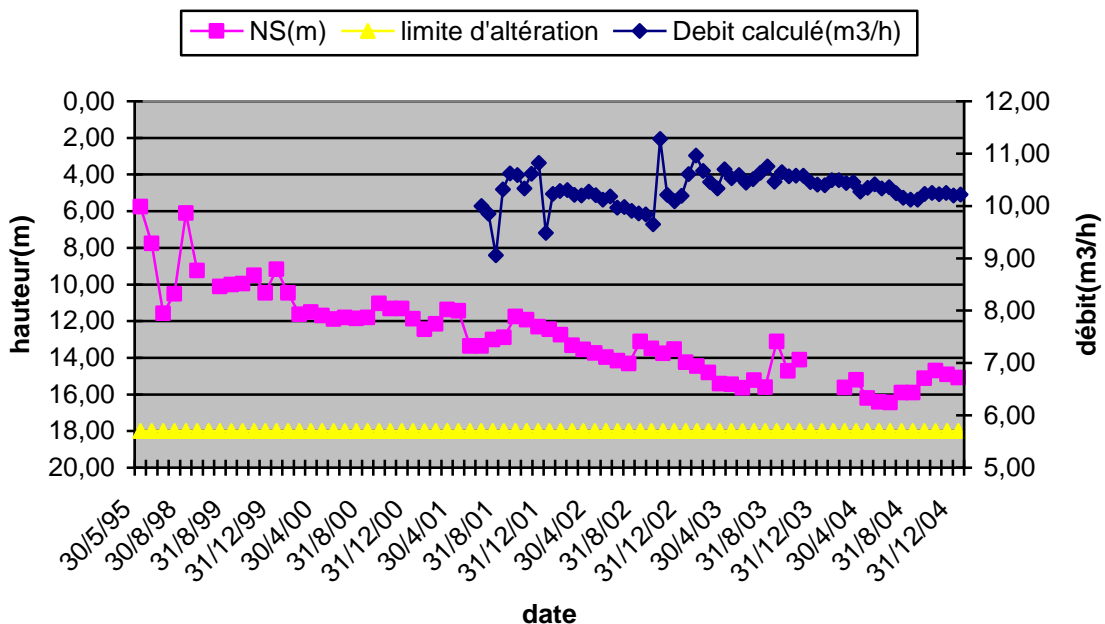


Figure67 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F13 du champ2 de Tenkodogo (95-04)

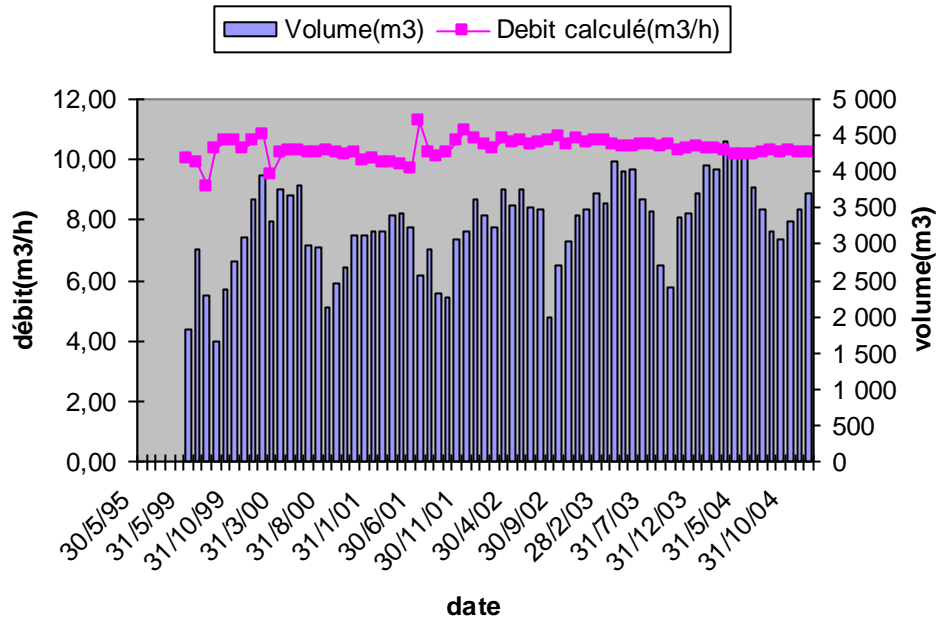


Figure68 : Evolution de la production et du débit d'exhaure de F13 du champ2 de Tenkodogo en fonction du temps

B.2.2.1.2.4 Interférence entre forages du champ

Le tableau qui suit résume la chronologie de fonctionnement des forages du champ, ainsi que la variation de leur régime.

	Date en année																	
	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	01	02	03	04	
Forages																		
F6/service																		
évolut° débit(m3/h) F6	9	↘ 27%		6,6	perturbations				6,9	↘		6						
évolut° product°(m3) F6	510	↘ 59		2300	perturbations				1700		→							
F7/service																		
évolut° débit(m3/h) F7					4,9	↗ 20%				5,9	↘		5					
évolut° product°(m3) F7					1700	↗ 35%				2300	↘		175					
F13/service																		
évolut° débit(m3/h) F13																	10	
évolut° product°(m3) F13																	3500	
									↗ augmentation		↘ baisse		→ constant					

Tableau 8: résumé de l'évolution des forages du champ2

Nous pouvons dire d'une manière générale exception faite au forage F6 que les forages de ce champ n'ont pas connue une baisse de productivité dans le temps.

La baisse constatée sur le forage F6 est due principalement à sa structure géomorphologique par rapport aux autres forages et sa position (entre F7 et F13).

En effet l'absence d'altération saturée dans ce forage par rapport à F7 et F13 qui en ont dans leur frange d'altération respectivement 7,23 et 12,82 m explique sa faible productivité, montrant en fait que lorsque la nappe est basse (contenue essentiellement dans le réseau de fractures) les ressources renouvelables sont extrêmement réduites, sauf cas particuliers d'une alimentation permanente (rivière, retenue).

Les perturbations apparues dans le forage F6 viennent de l'effet d'interférence du forage F7 comme le montre le graphe ci-après décrivant l'évolution du NS des forages du champ2

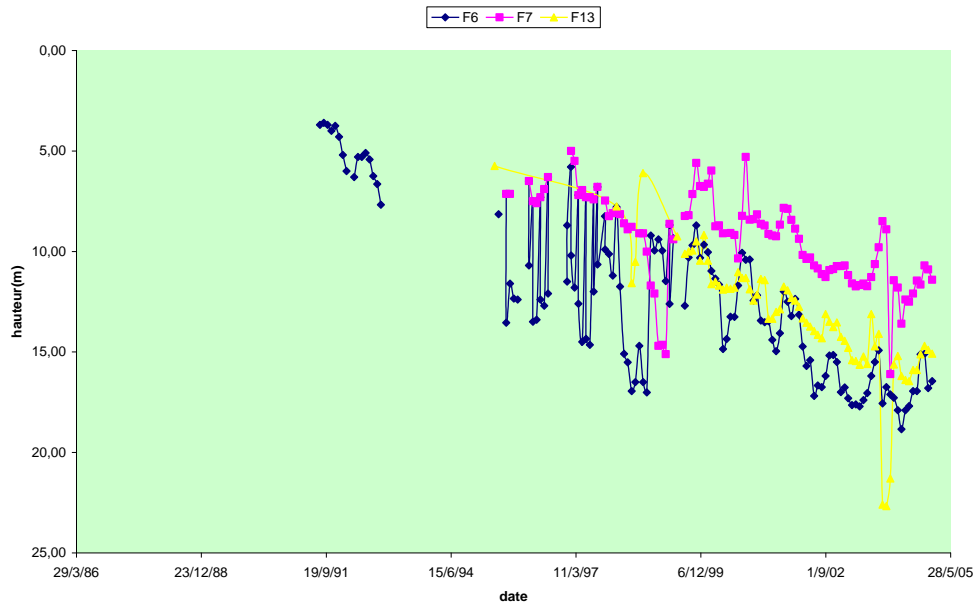


Figure 69: courbe d'évolution du NS de F6, F7, et F13 du champ2 de Tenkodogo en fonction du temps

B.2.2.1.3 Champ3

Situé à 1,1km du champ2, ce champ comprend un seul forage (F8).

Le forage F8 a été mis en service en février 1993 avec un débit de 5 m³/h, les variations de son régime de fonctionnement peuvent être résumées comme suit :

- le débit a baissé continuellement d'avril 1995 à avril 2004, il est passé de 7 m³/h à 4 m³/h soit un taux de 43%,
- la production mise à part certaines variations, a été maintenue au tour d'une moyenne de 2000 m³/mois,
- le NS subit un rabattement de 5,46 m sur neuf (9) ans.

Les graphes qui suivent résument ces différentes évolutions :

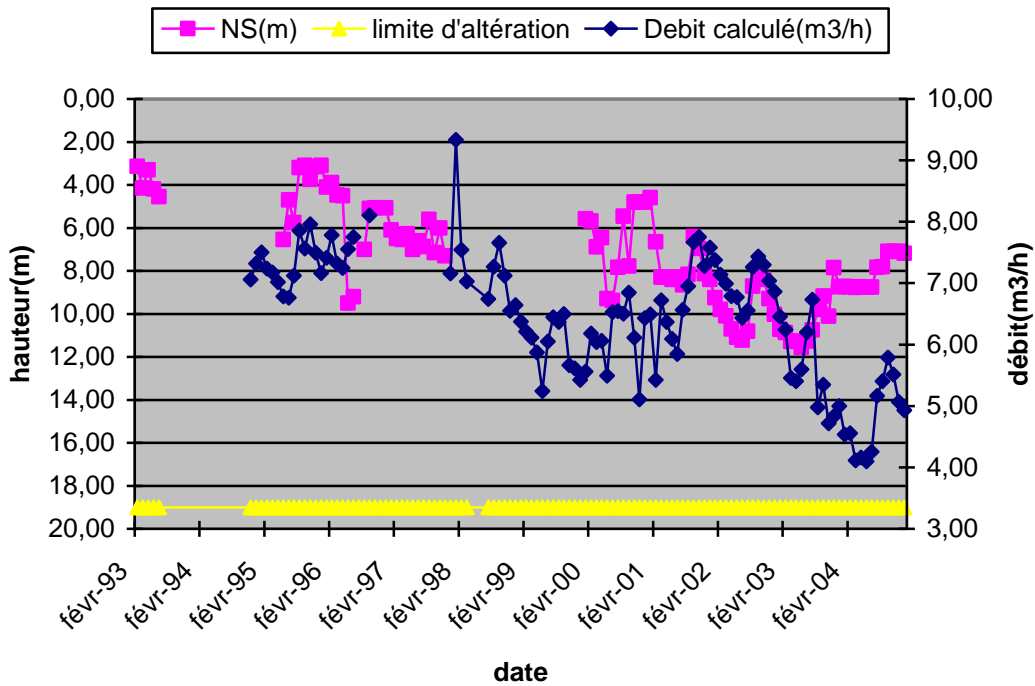


Figure 70: Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F8 du champ3 de Tenkodogo (93-04)

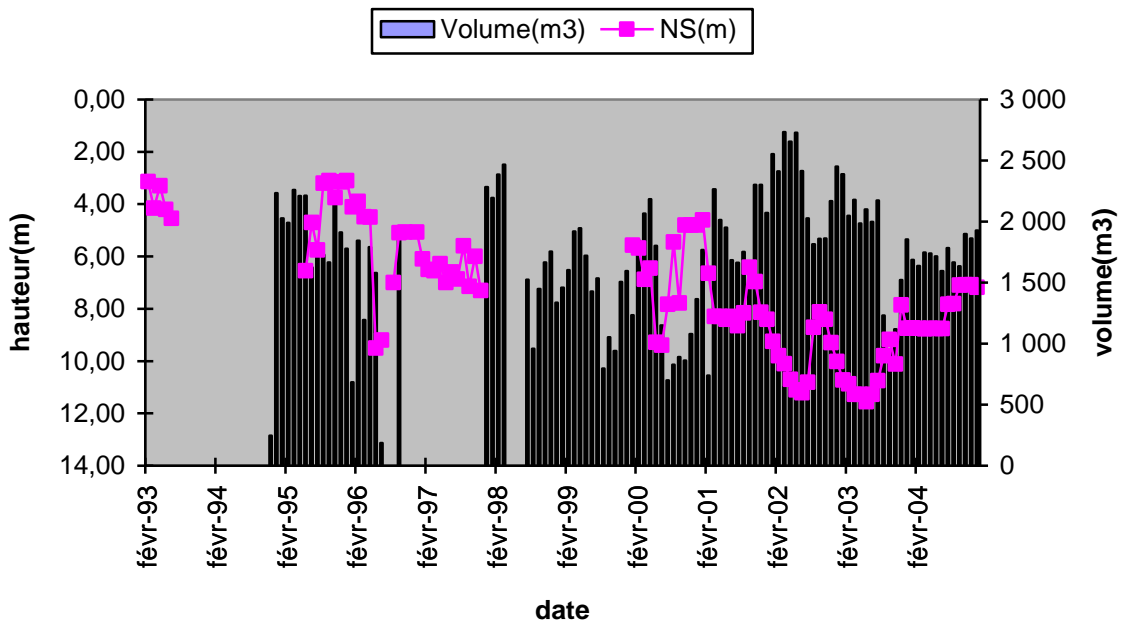


Figure 71 : évolution de la production et du NS de F8 du champ3 de Tenkodogo En fonction du temps

La baisse de débit observé dans ce forage ne trouve son explication ni dans la structure géomorphologique de l'aquifère, ni dans les conditions d'exploitations du forage (voir annexe).

Le colmatage physique des crépines peut être à l'origine de cette baisse ce qui reste à élucider.

B.2.2.1.4 Champ4

Situé a 1 km du champ3, ce champ comprend les forages F12 et F11 distant l'un de l'autre de 150 m.

B.2.2.1.4.1 Forage F11

➔ **Evolutions du forage**

Mis en service en février 1993 avec un débit d'exhaure de 9 m³/h, pour le compte de ce forage nous pouvons noter les évolutions suivantes :

- son débit a subit une légère baisse de 9 à 7,5 m³/h entre 1993 et avril 1998, où il s'est stabilisé jusqu'en 2004,
- sa production a subie deux paliers de stabilisation moyenne, un premier de 2750 m³/mois entre 1993 et avril 1998 et un deuxième palier à 2500 m³/h d'avril 1998 à fin 2004,
- le NS s'est rabattu de 7,63 m (4 à 11,63 m) en neuf (9) ans soit un rabattement de 0,85 m/an.

Ces différents régimes de fonctionnement du forage sont illustrés par les graphes suivants

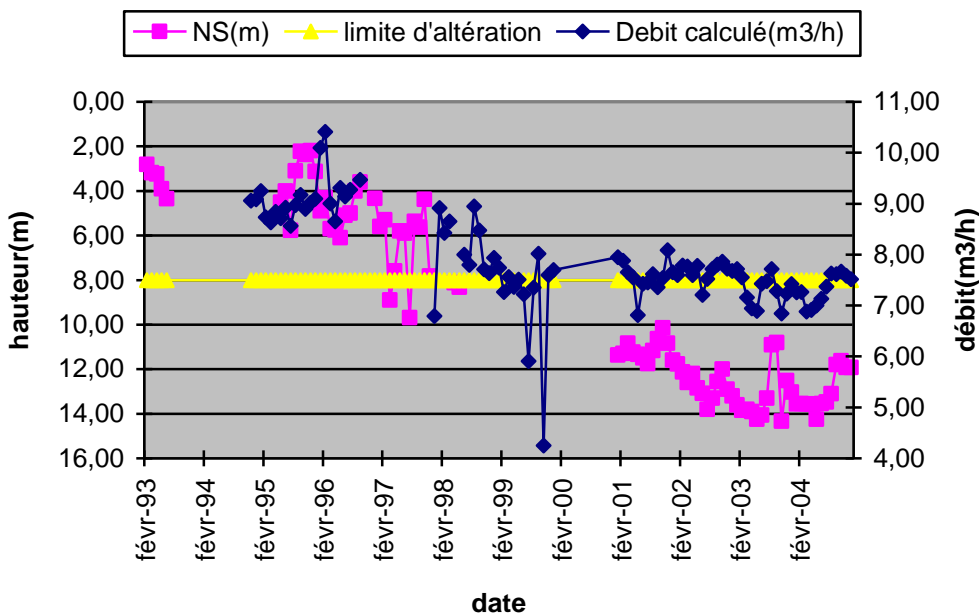


Figure72 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F11 du champ4 de Tenkodogo (93-04)

il est intéressant de noter sur ce graphe la période(avril 1998) où le NS franchit la limite de la frange d'altération correspondant exactement à la période de changement de régime de fonctionnement du forage, comme nous pouvons le voir sur le graphe qui suit :

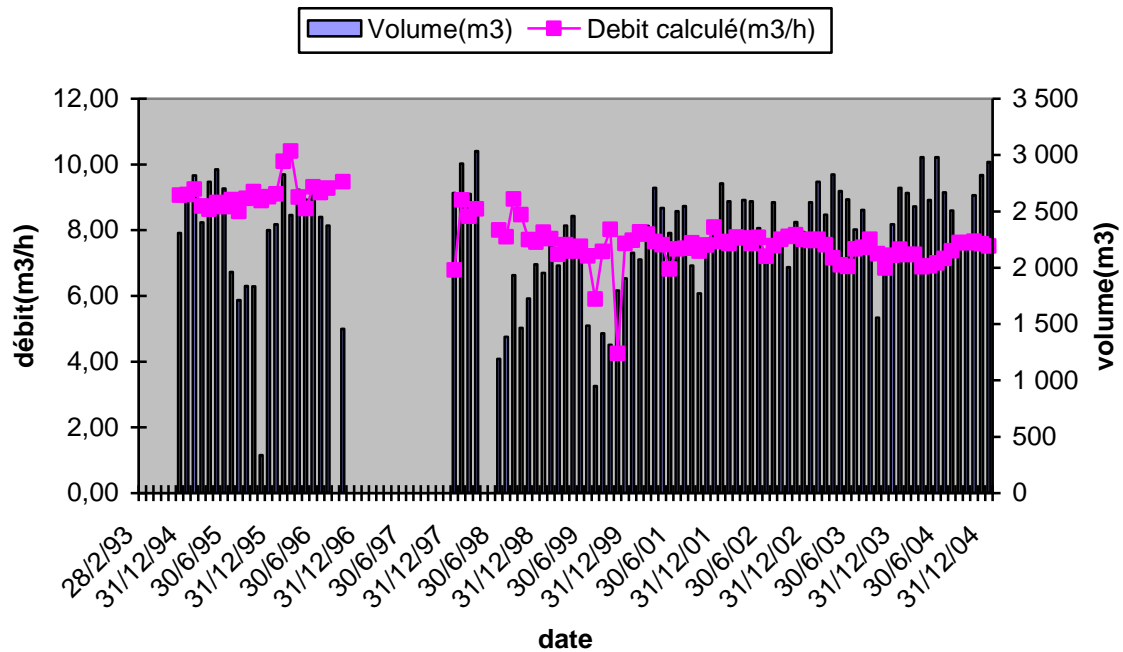


Figure 73: évolution de la production et du NS de F11 du champ4 de Tenkodogo en fonction du temps

Ce forage n'a pas connu de baisse de productivité dans le temps.

Nous ne disposons pas de données des essais de pompage de ce forage pour apprécier le choix du débit d'exploitation, mais en se basant sur l'évolution du ND par rapport à la venue d'eau (voir annexe) nous pouvons dire que ce forage a été bien exploité.

B.2.2.1.4.2 Forage F12

➔ Evolutions du forage

Mis en service en juin 1998 avec un débit d'exhaure de 11,5 m³/h, nous pouvons noter pour ce forage les variations de régime suivantes :

- le débit d'exhaure s'est maintenu au tour de 11 m³/h en moyenne de 1998 à mars 2002, exception faite à certaines variations saisonnières,
- à partir de mars 2002, le débit a été assujéti aux fluctuations de la nappe, avec de fortes amplitudes saisonnière, mais en moyenne nous dirons que le débit a subi une baisse de près de 36,4% (11 à 7 m³/h) entre 2002 et 2004,
- la production a augmenté de 135%(1700 à 4000 m³/mois) en moyenne entre 1998 à mars 2002, pour en suite adopter une tendance de baisse et on a en moyenne une baisse de 38%(4000 à 2500 m³/mois)
- le NS a fluctué dans le réservoir supérieur d'altération de 1998 à mars 2002 où il a subi un rabattement de 2,6 m/an (13 à 23,5), pour ensuite descendre en deçà de la limite d'altération où on peut noter un rabattement de 2,17 m/an (23,5 à 27,85) entre mars 2002 à mars 2004.

Ces différentes phases sont résumées dans les graphes qui suivent :

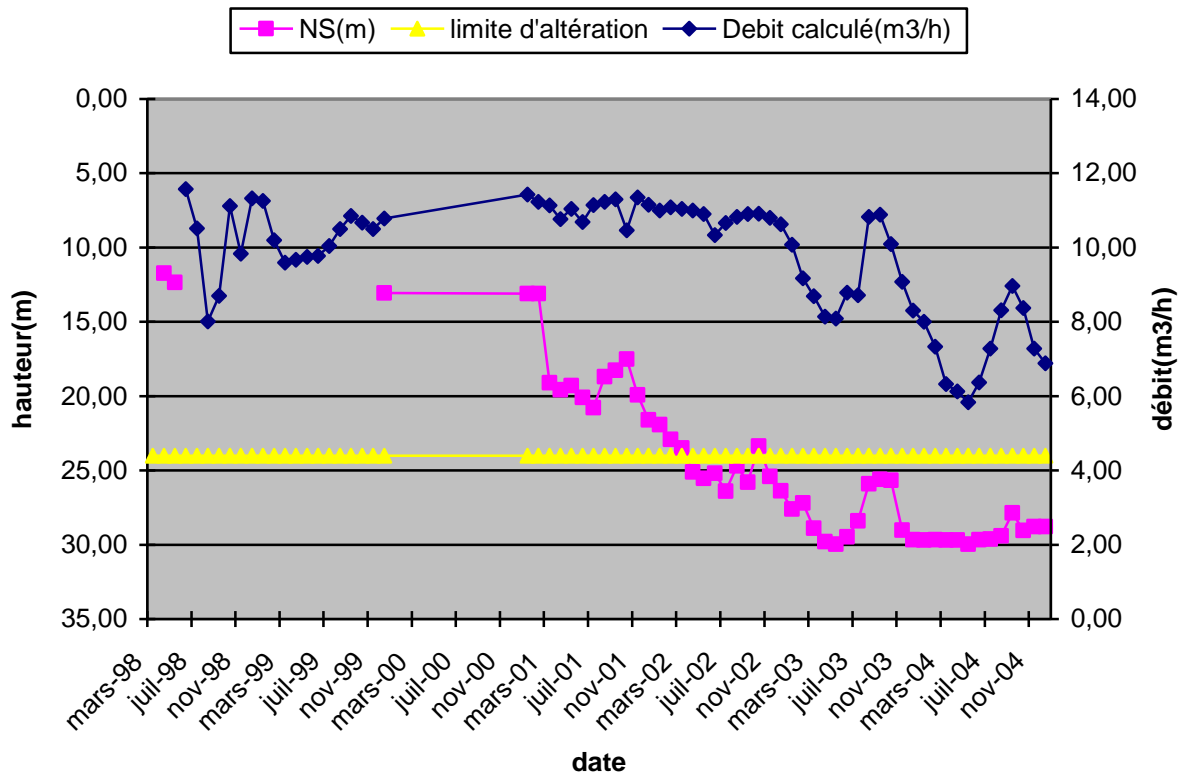


Figure74 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F12 du champ4 de Tenkodogo (98-04)

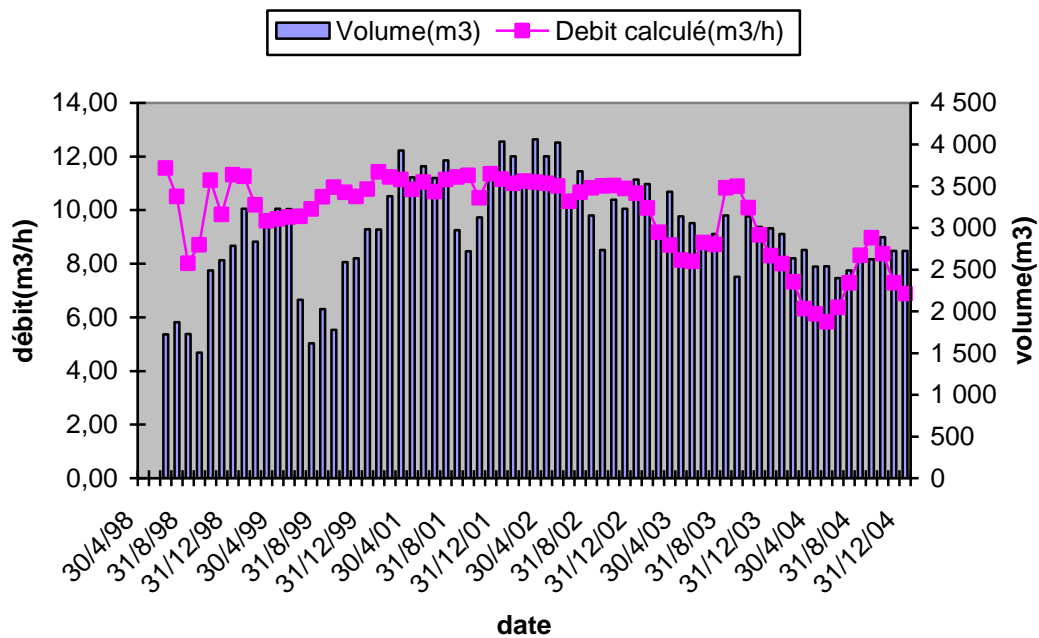


Figure75 : Evolution de la production et du NS de F12 du champ4 de Tenkodogo en fonction du temps

Nous pouvons bien voir que la période où la baisse du débit et de la productivité ont été constatée correspond à celle où le NS évolue en deçà de la limite d'altération.

Cette baisse de niveau est consécutive à la période de surexploitation du forage par augmentation du temps de pompage où la production a augmenté de 135% ce qui est excessif, comme nous pouvons le voir sur le graphe qui suit :

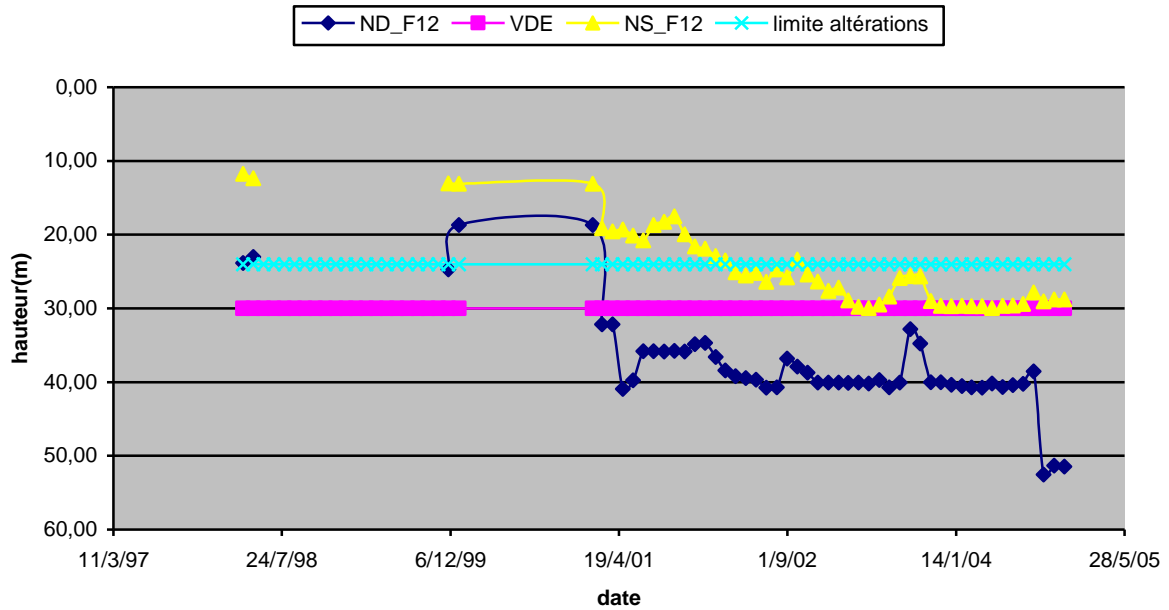


Figure 76: Evolution du ND et du NS de F12 du champ4 de Tenkodogo par rapport à la venue d'eau de la limite des altérations en fonction du temps

Nous constatons bien que le surpompage survenu à partir de 2001 est à l'origine de la baisse du NS, conduisant ainsi vers l'épuisement de la nappe.

B.2.2.1.4.3 Interférence entre forages du champ

Le tableau qui suit résume la chronologie de fonctionnement des différents forages du champ4 :

	Date en année										
	93	94	95	96	97	98	99	01	02	03	04
Forages											
F11/service											
evoluto débit(m3/h) F11	9					17% → 7,5		7,5 →			
evoluto product°(m3) F11	2750 →					2500 →					
F12/service											
evoluto débit(m3/h) F12						11 →			11 → 36,4% → 7		
evoluto product°(m3) F12						1700 → 135% → 400		4000 → 38% → 2500			
	 en service hors service → augmentation ↘ baisse → constant										

Tableau 9: résumé de l'évolution des forages du champ4

L'effet d'interférence entre les forages ne s'est pas bien senti, malgré la distance proche entre les forages (150 m) et la surexploitation du forage F12, ceci est principalement dû à la structure géomorphologique du forage F12, l'aptitude de la frange d'altérite saturée à pouvoir gommer les variation temporaire comme le montre le graphe qui suit :

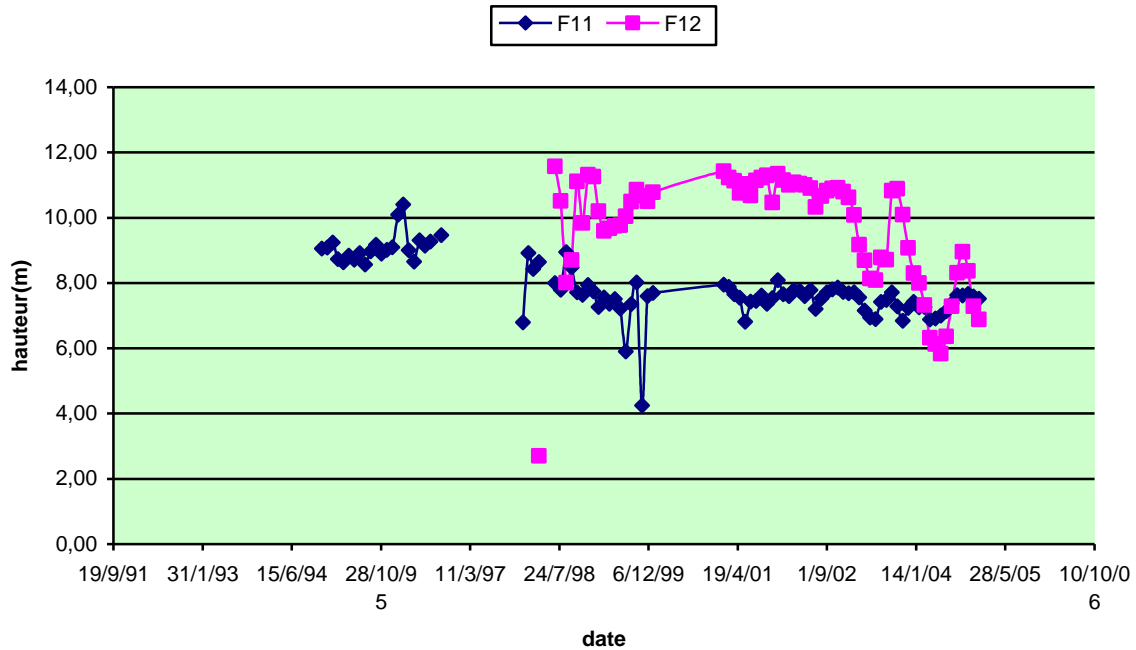


Figure 77: Evolution du débit de F12 et F11 du champ4 de Tenkodogo en fonction du temps

Nous voyons bien la forte variation du débit dans le forage F12 entraînant une faible variation sur le forage F11.

B.2.2.1.5 Champ5

Situé à 800 m du champ4, ce champ comprend deux forages F9 et F10 distants l'un de l'autre de 360 m.

B.2.2.1.5.1 Forage F9

Mis en service en février 1993 avec un débit d'exhaure de 7,3 m³/h, comme le montre les graphes ci-après, le débit et la production de ce forage sont restés pratiquement constants autour 7 m³/h et 2000 m³/mois en moyenne, exception faite aux variations saisonnières, qui sont imputables à la fluctuation du NS (remontée et tarissement saisonniers).

Le NS quant à lui s'est situé dans le réservoir supérieur d'altération de 1993 à 2004 avec une tendance pluriannuelle au tarissement, en faite nous avons un rabattement de 0,73 m/an entre mars 1993 à mars 2004.

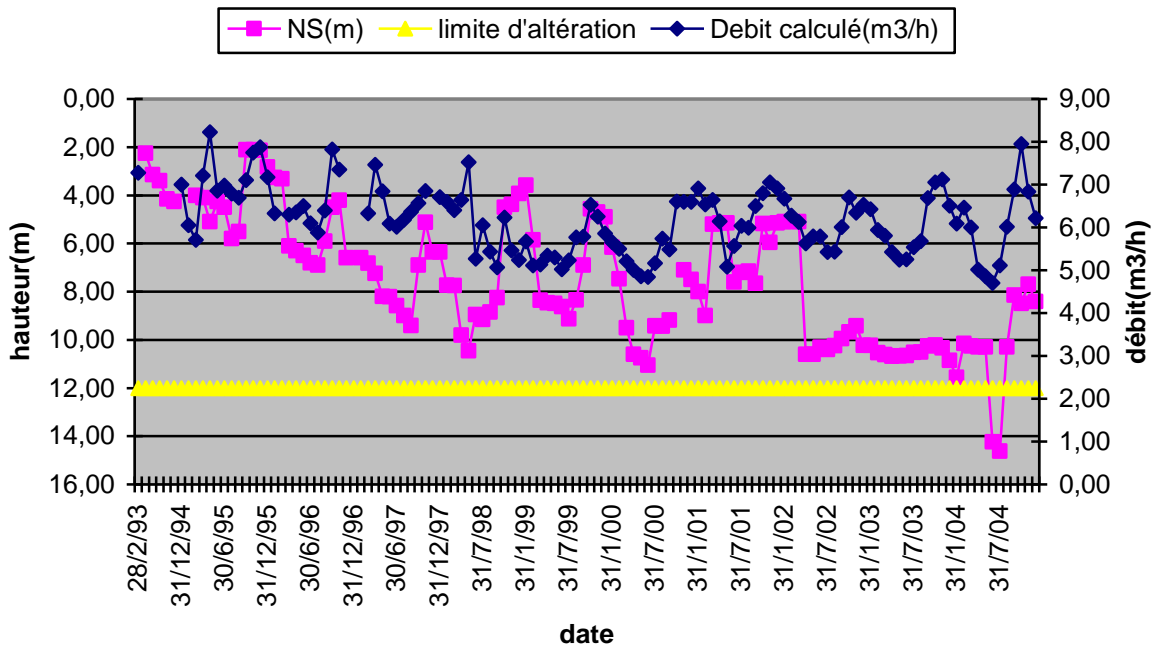


Figure78 : Evolution du NS et du Débit de F9 du champ5 de Tenkodogo de (93-04)

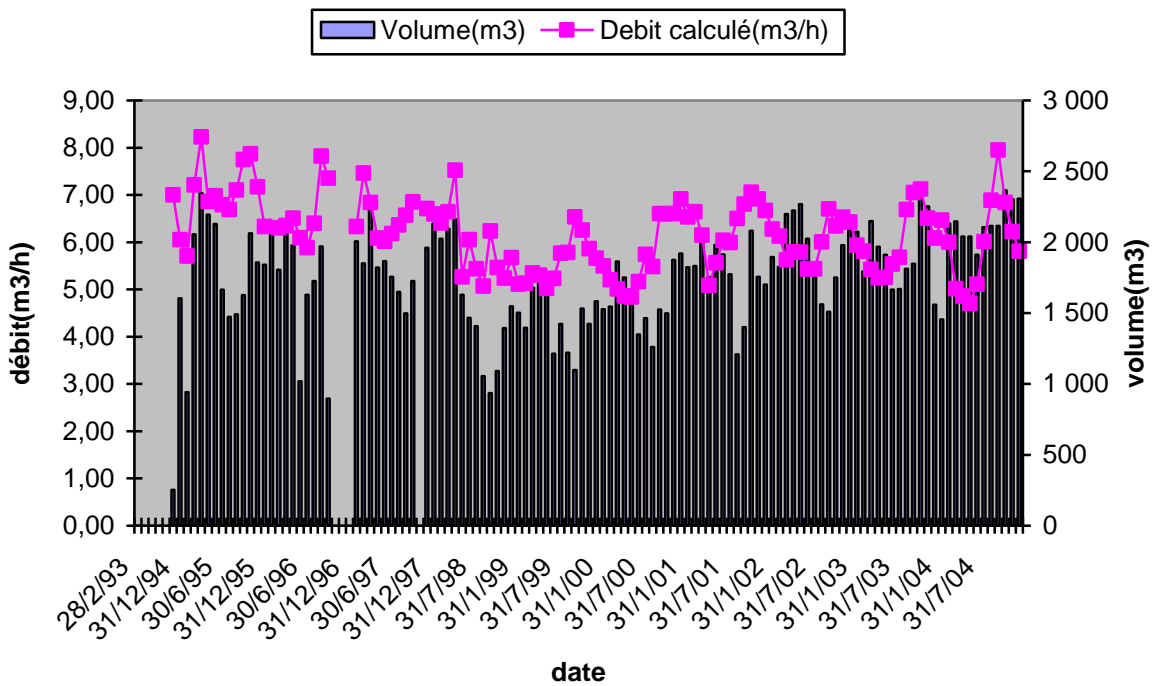


Figure79 : Evolution de la production et du NS de F9 du champ5 de Tenkodogo en fonction du temps

B.2.2.1.5.2 Forage F10

Mis en service en mars 1993 avec un débit d'exhaure de 6 m³/h de même que F9 ce forage n'a pratiquement pas enregistré de véritable changement de régime de fonctionnement par rapport à son débit et à sa productivité.

Mais on peut noter une faible baisse de débit enregistré en 1998 où il s'est stabilisé autour de 5 m³/h, mais non suivie d'une variation de la production qui s'est maintenue constante autour de 1600 m³/mois en moyenne.

Le NS d'une manière générale a une tendance pluriannuelle au tarissement nous pouvons noter un rabattement de 0,74 m/an entre mars 1993 et mars 2004.

Ces différentes constatations faites précédemment sont illustrées par les graphes qui suivent :

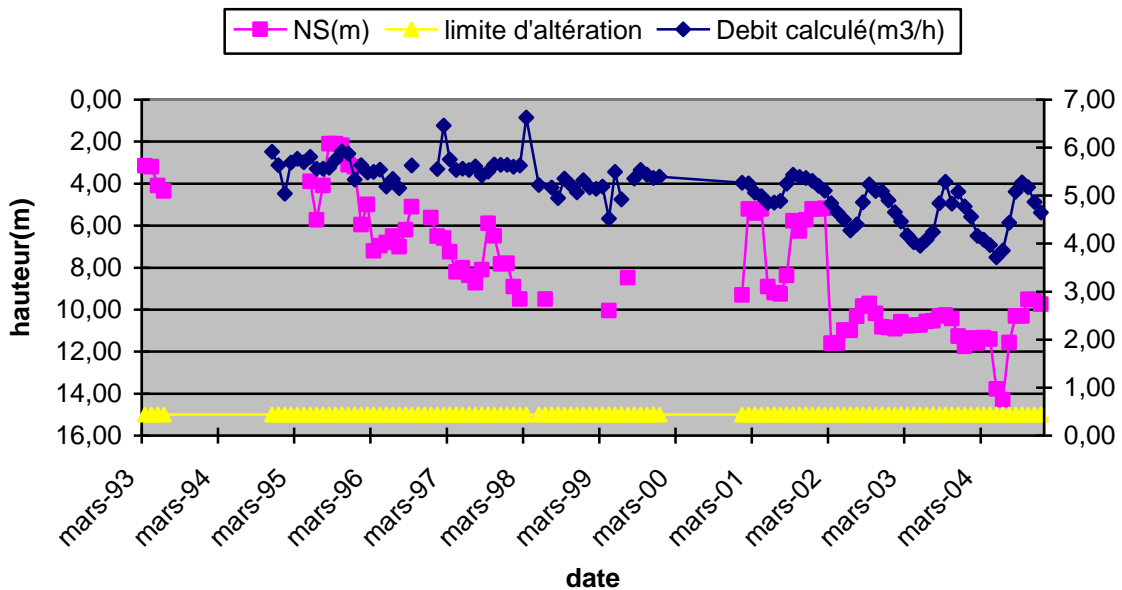


Figure80 : Evolution du NS et du Débit de F9 du champ5 de Tenkodogo (93-04)

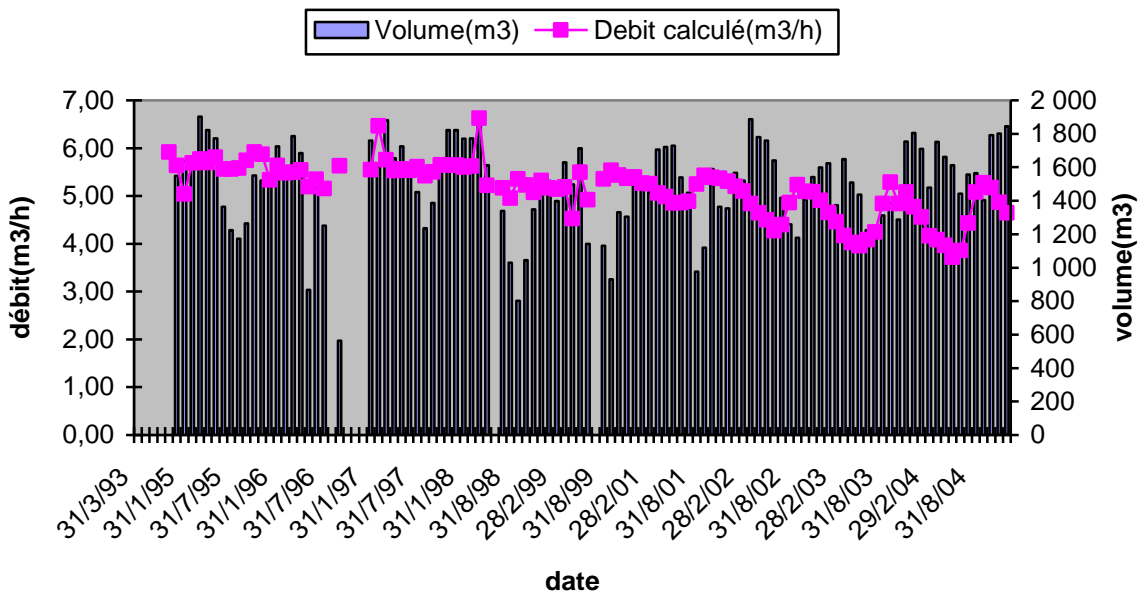


Figure 81: Evolution de la production et du NS de F9 du champ5 de Tenkodogo en fonction du temps

Les forages de ce champ ont eu pratiquement des comportements similaires aux forages F4F5 du champ1, malgré la distance qui les sépare (360 m). Mais à la différence de F4F5 ces forages n'ont pas connus une baisse de productivité

Une explication possible est le nombre d'ouvrages dans le champ, nous avons 2 contre 3 dans le champ1 totalisant un débit d'exhaure de 18,4 m³/h au minimum alors que pour le champ5 le débit maximum est moins de 14 m³/h.

Les graphes qui suivent illustrent la forte corrélation entre le NS et le débit des Forages F9 et F10

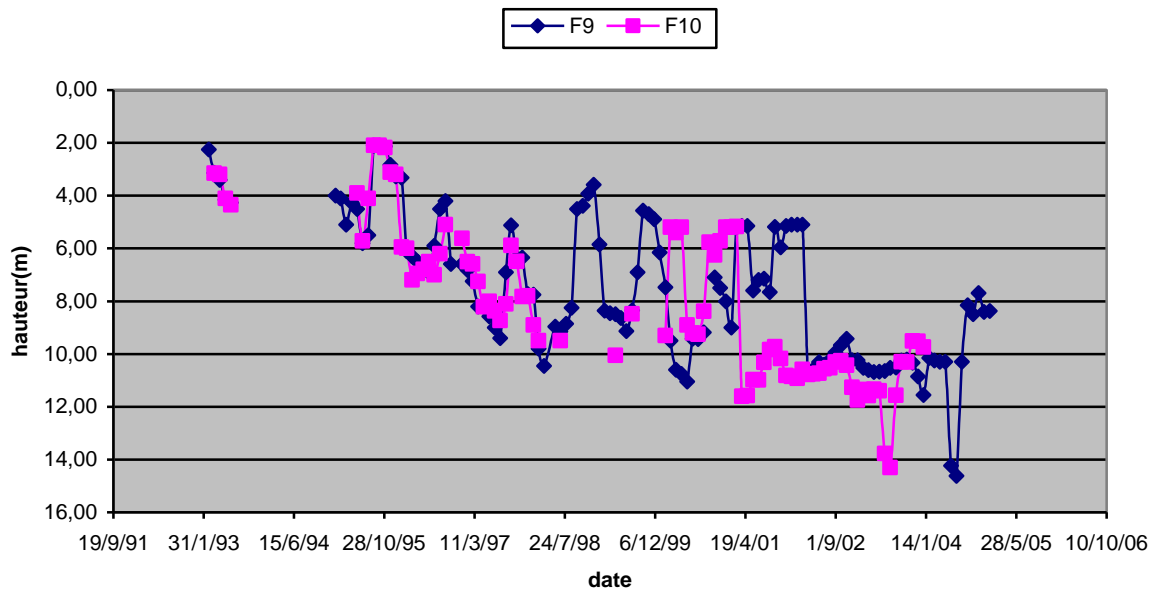


Figure82 : Evolutions du NS de F9 et F10 du champ5 de Tenkodogo en fonction du temps

Le tableau qui suit résume la chronologie du fonctionnement des forages du champ5

	Date en année											
	93	94	95	96	97	98	99	01	02	03	04	
Forages												
F9/service												
evoluto débit(m3/h) F9												
evoluto product°(m3)) F9												
F10/service												
evoluto débit(m3/h) F10												
evoluto product°(m3)) F10												
	 en service hors service augmentation baisse constant											

Tableau 10: résumé de l'évolution des forages du champ5 de Tenkodogo

Synthèse

À l'issu de ce diagnostic nous pouvons dire d'une manière générale que les forages de ce centre n'ont pas subi de façon accrue au cours de leur évolution le phénomène de la baisse de productivité, alors que les champs ont connu des périodes de surexploitations au cours de leur fonctionnement.

Le bon comportement des forages de ce centre est imputable à la situation géographique des champs. En effet sauf pour le champ1, tous les champs sont situés dans la zone du bas-fond (zone de forte concentration de ruissellement). Donc nous dirons que l'effet de l'interférence et de la surexploitation des ouvrages sur la productivité d'un aquifère en zone de socle est fortement lié au contexte géomorphologique.

B.2.3 Centre de Gaoua

Ce centre comprend six forages que nous avons répartis suivant trois champs de captage. Le tableau qui suit résume les caractéristiques de ces forages.

CHAMPS	FORAGES	DATE D'EXECUT°	DATE DE MISE EN SERVICE	PROF FORAT°	PROF ALTERAT°	N.S. init. (m)	HAUTEUR D'ALT SATUREE	VENUES D'EAU (m)	Débit foration (m3/h)	GEOLOGIE
CHAMP1	F1	21/02/1978		50,7	22,0	6,7	15,3	25	8,00	Gr
	F2	11/07/1980		50,45	32	7,83	24,2	14,50; 25,6	9,00	Am
CHAMP2	F4	15/05/1984		50	30,00	3,20	26,8	37,6; 44	9	Gr-Di
	F5	07/05/1984		56	45,00	3,90		50;56	7,2	Gr-Di
CHAMP3	F6	20/05/1988		55,00	24,00	1,60	22,4	30;34;38;44	13,50	Mtv
	F7	22/06/1999		67,80	37,00	4,15	32,9	40;43;49;55;60;62		Gr

Tableau11 : Caractéristiques des forages de l'ONEA du centre de Gaoua

Le schéma qui suit représente la répartition spatiale des forages suivant les champs :

B.2.3.1 Mise en évidence et hypothèse d'explication du phénomène de baisse de la productivité des forages

B.2.3.1.1 Champ1

Ce champ comprend deux forages F1 et F2 distant l'un de l'autre de 90 m

B.2.3.1.1.1 Forage F1

➔ Evolutions du forage

Mis en service en juillet 1983 avec un débit d'exhaure de 8 m³/h son débit actuel est de 6,5 m³/h, les évolutions de son régime de fonctionnement peuvent être résumés comme suit :

- de juillet 1983 à novembre 1992 son débit a évolué constamment autour de 8 m³/h, pour ensuite baisser et se stabiliser à 6,5 m³/h
- la production a été pratiquement maintenue constante au tour de 3000m³/mois en moyenne ;
- mise à part les variations saisonnières (remontées et tarissement) le NS s'est maintenu constant à 16 m, mais à partir de 2001 nous avons enregistré une tendance au tarissement, avec un rabattement de 3,61 m (16,81 à 20,42 m) entre juillet 2001 et juillet 2004

Ces différentes phases d'évolutions sont illustrées par les graphes qui suivent :

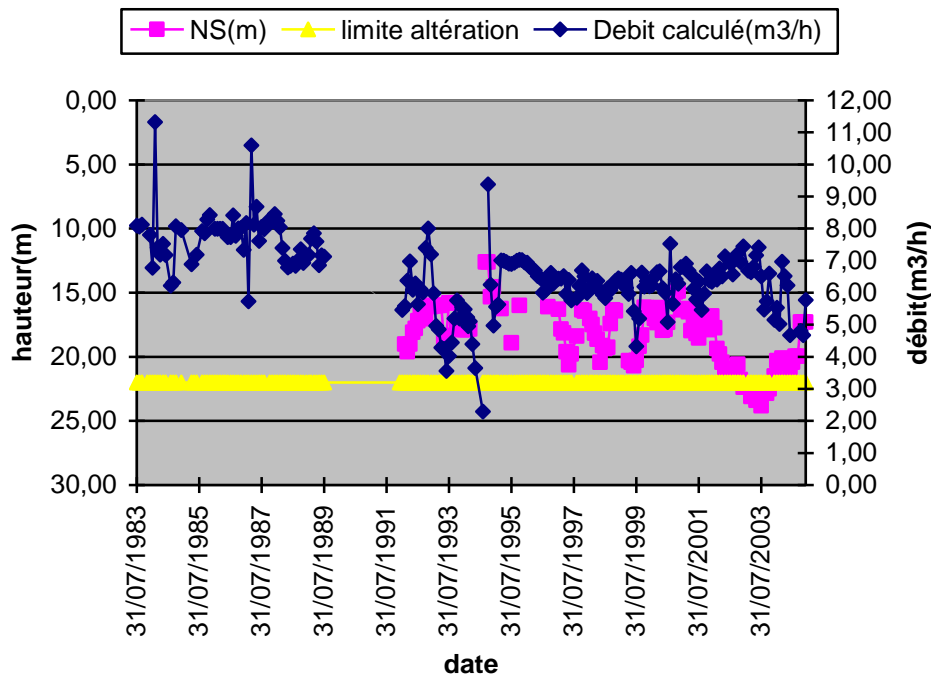


Figure83 : Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F1 du champ1 de Gaoua (83-04)

Nous voyons bien sur ce graphe que la forte variation du NS est survenue au moment où le débit d'exhaure a subi une hausse, permettant ainsi de dire que le surpompage est une des causes de ce rabattement.

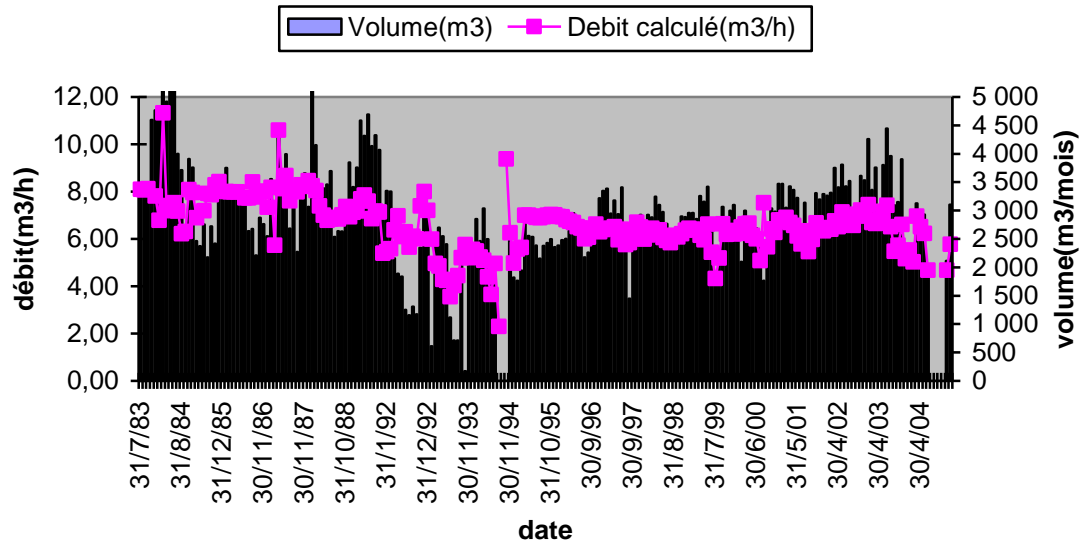


Figure84 : Evolution de la production et du NS de F1 du champ1 de Gaoua en fonction du temps

Nous disons d'une manière générale que ce forage n'a pas connue en tant que tel le phénomène de la baisse de productivité au cours de son fonctionnement.

➔ **Conditions d'exploitation**

Pour ce champ nous ne disposons pas des données des essais de pompage pour apprécier la pertinence du choix du débit d'exploitation. Mais néanmoins nous pouvons juger autrement les conditions d'exploitations en analysant l'évolution du ND en fonction des VDE dans le forage.

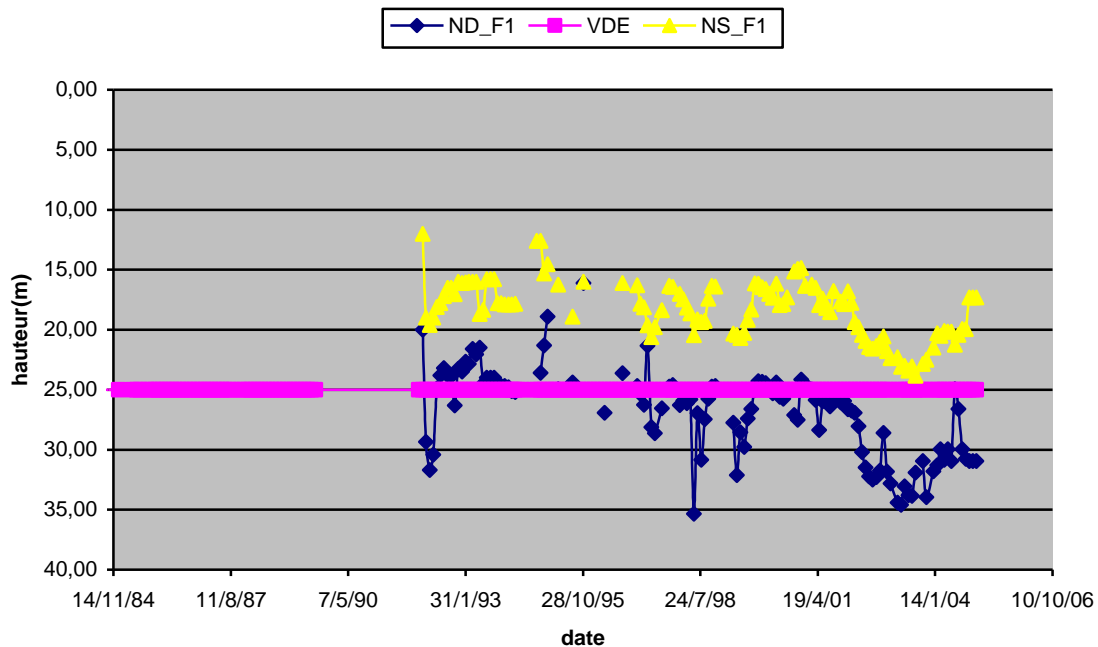


Figure85 : Evolution du ND et du NS de F1 du champ1 de Gaoua en fonction du temps par rapport à la venue d'eau dans le forage

Si le temps de pompage était à la limite acceptable entre 1993 et 2001 nous voyons bien qu'à partir de 2001 le forage a subi une surexploitation par prolongement du temps de pompage ou du débit entraînant de faite le dénoyage de la venue d'eau. Malgré le fait que cette surexploitation ait causé un rabattement de 3,61 en moins de trois ans, la productivité du forage a pratiquement garder son cour initial.

➔ **Réaction de la nappe par rapport à la pluviométrie**

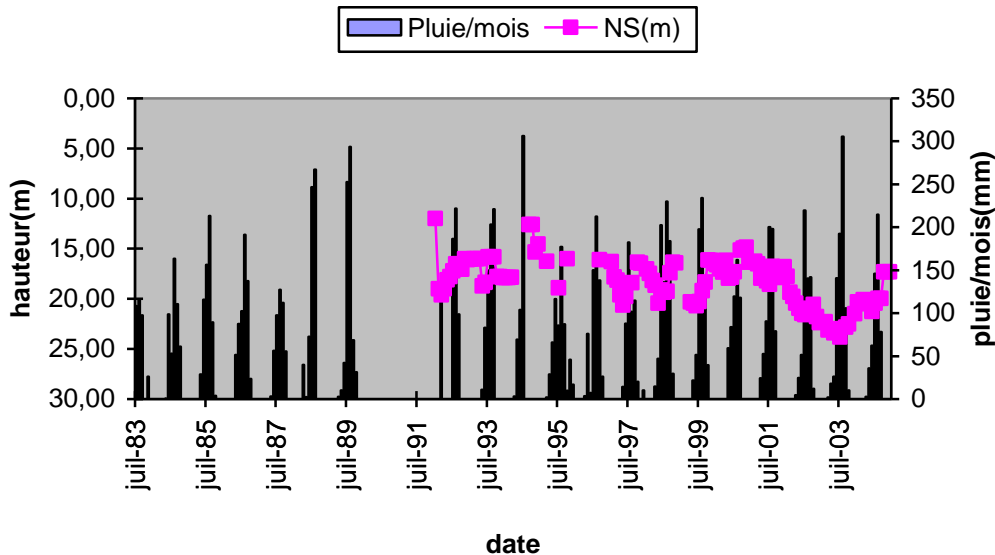


Figure86 : Evolution du NS de F1 du champ1 de Gaoua par rapport à la pluviométrie

Nous pouvons remarquer que NS retrouve quasiment son niveau initial après chaque saison de pluie, montrant ainsi l'importance de la recharge, mais à partir de 2001 lorsque la nappe a été surexploitée au-delà de sa ressource renouvelable, le NS n'est plus revenu à son niveau initial

B.2.3.1.1.2 Forage F2

➔ **Evolutions du forage**

Mis en service à la même période que F1.

Nous pouvons résumer les différentes évolution du régime de fonctionnement de ce forage comme suit :

- de 1983 à 1992 nous n'avons pas de données sur le débit d'exhaure, à partir de 1992 le débit est maintenu constant au tour de 7 m³/h jusqu'en octobre 2002 où on a enregistré une forte variation de débit (perturbation), pour ensuite venir se stabiliser à 6 m³/h
- la production de ce forage est restée constante en moyenne autour de 3250 m³/mois
- le NS de ce forage a subit les mêmes variations que celui de F1, mais avec une plus grande amplitude du rabattement (10 m) par rapport à F1, à la période de la perturbation (juillet 2001 –juillet 2004)

Comme nous pouvons le constater sur les graphes qui suivent :

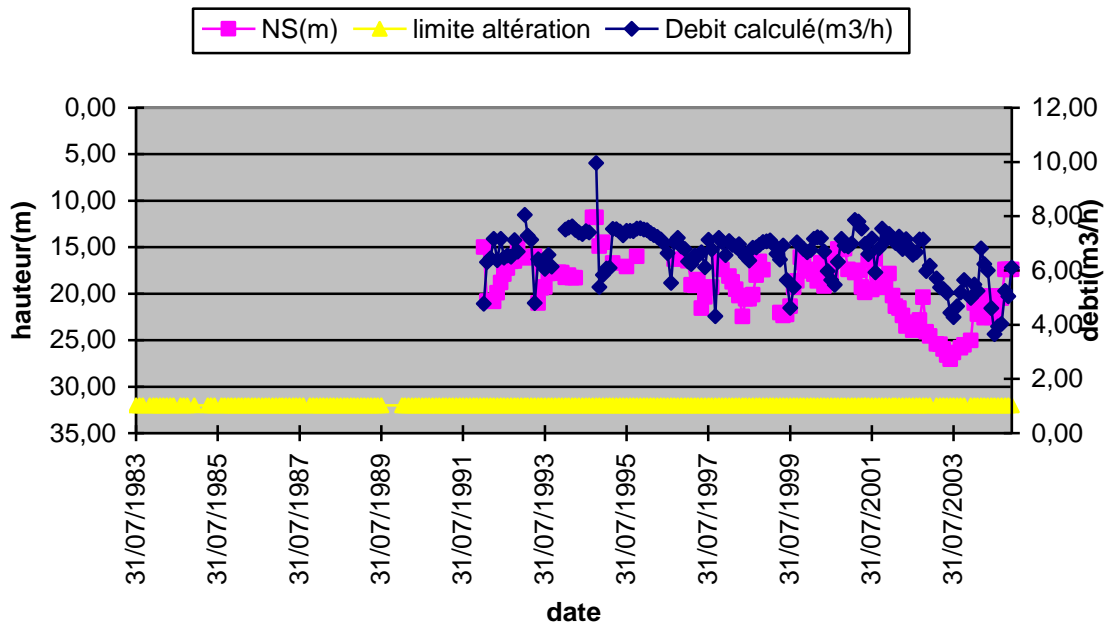


Figure 87: Evolution du NS et du Débit d'exhaure de F2 du champ1 de Gaoua (83-04)
 Nous pouvons remarquer sur ce graphe l'évolution quasi permanente du NS dans la frange d'altérite.

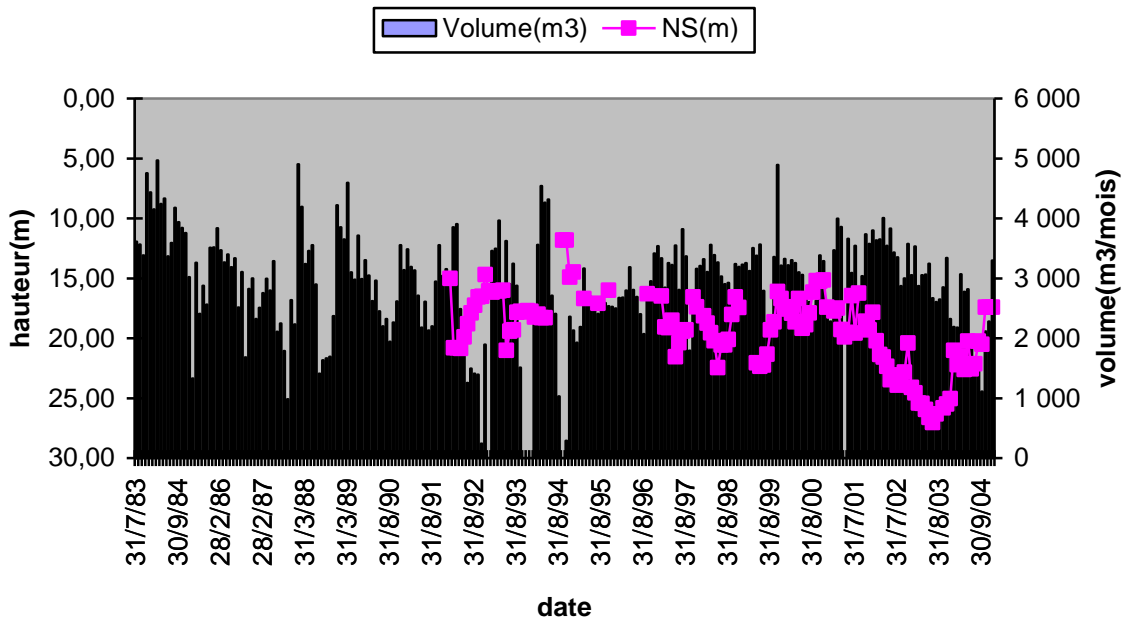


Figure88 : Evolution de la production et du NS de F2 du champ1 de Gaoua en fonction du temps

➔ **Conditions d'exploitations du forage**

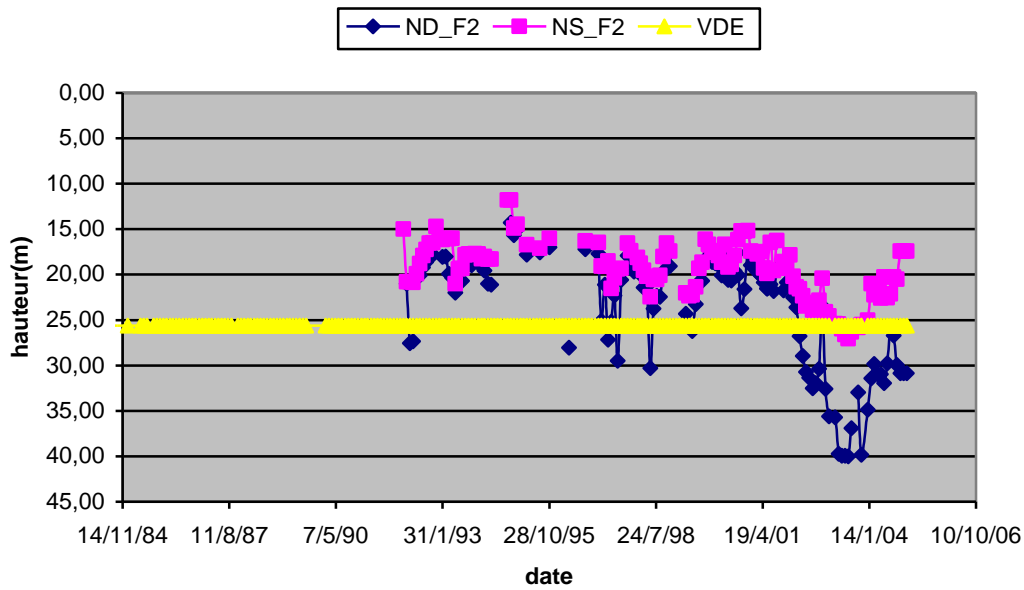


Figure89 : Evolution du ND et du NS de F2 du champ1 de Gaoua en fonction du temps par rapport à la venue d'eau dans le forage

Nous pouvons dire que de sa mise en service jusqu'en 2001 ce forage a été dans l'ensemble convenablement exploité, à partir 2001 il a subi une surexploitation causant du coup un rabattement de la nappe de 10m en moins de trois (3) ans et une perturbation du débit, donc de la productivité.

➡ **Réaction de la nappe par rapport à la pluviométrie**

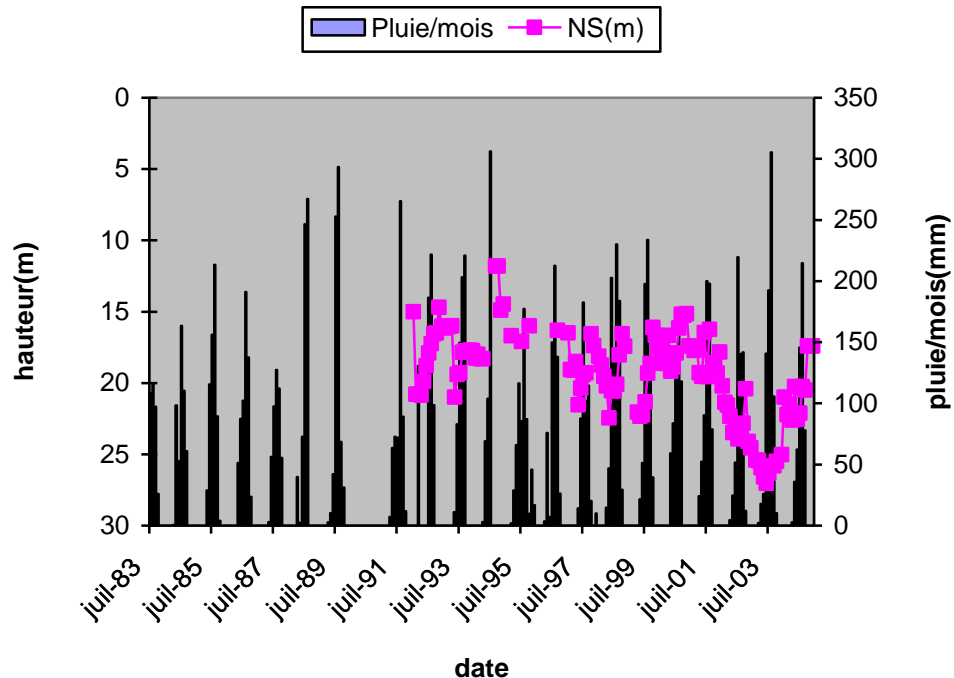


Figure90 : Evolution du NS de F2 du champ1 de Gaoua par rapport à la pluviométrie

Nous pouvons faire la même remarque que pour F1
 Mais ces perturbations peuvent aussi être accentuées par l'effet d'interférence entre les ouvrages, c'est ce que nous allons essayer d'élucider dans ce qui suit.

B.2.3.1.1.3 Interférence entre forages du champ

La forte corrélation entre les allures des courbes d'évolutions du NS de F1 et F2 (voir figure ci-dessous) permet de dire que les forages partagent la même réserve, d'où la possibilité d'avoir une forte interférence entre les ouvrages.

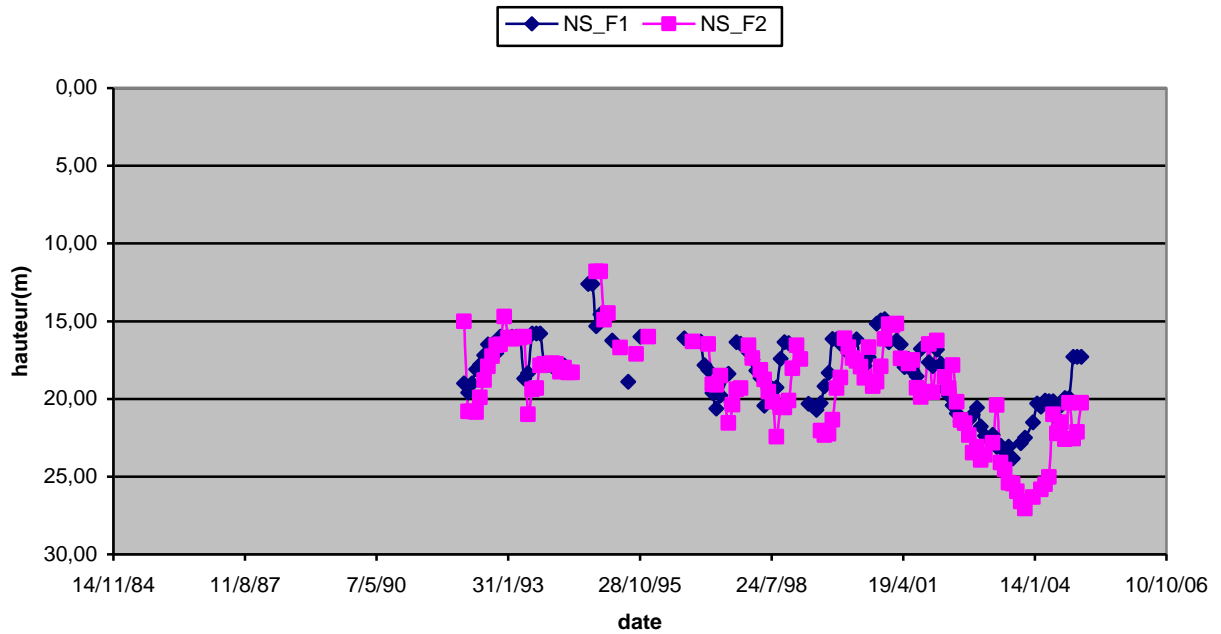


Figure 91: Evolution du NS des forages du champ1 de Gaoua en fonction du temps

Ce graphe nous permet de dire que les deux forages partagent le même réservoir, mais il ne permet pas d'apprécier à sa juste valeur l'effet d'interférence entre les ouvrages. Pour ce la nous allons tracer la courbe d'évolution des débits d'exhaures de F1 et F2 en fonction du temps.

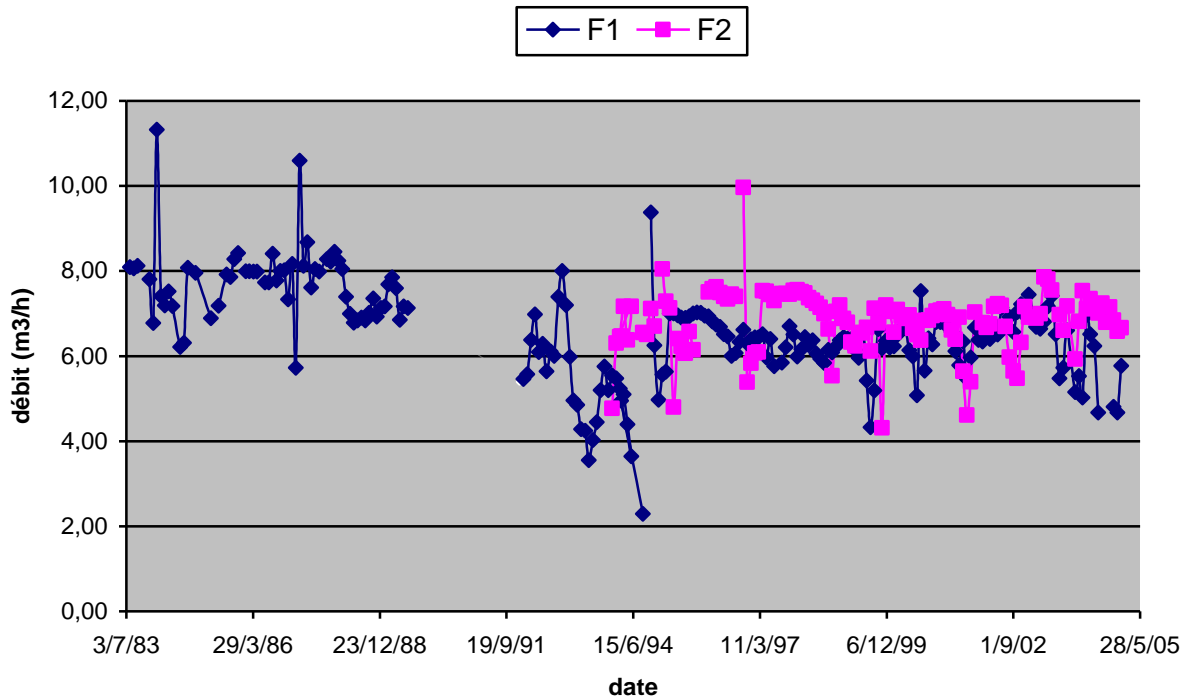


Figure92 : Evolution du débit de F1 et F2 du champ1 de Gaoua en fonction du temps
Nous pouvons remarquer que les débits des forages ont évolué d'une manière pratiquement constante jusqu'en 2002 où on a enregistré des perturbations causant une baisse de débit des forages, mais de façon plus accentuée sur F1.
Le tableau qui suit résume la chronologie de fonctionnement des forages du champ1 :

	date en année																				
	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	01	02	03	04
Forages																					
F1/service																					
évolut° débit(m3/h) F1	8 →								6,5 →								variable				
évolut° product°(m3) F1	3000 →																				
évolution du NS F1 (m)	pas de données								16 →								16,8 ↘ 1,2m/an 20,4				
F2/service																					
évolut° débit(m3/h)F2	pas de données								7 →								variable				
évolut° product°(m3) F2	3250 →																				
évolution du NS F2 (m)	pas de données								16 →								16,8 ↘ 3,3m/an 26,8				
 en service arrêté ↗ augmentation ↘ baisse → constant																					

Tableau12 : résumé de l'évolution des forages du champ1

B.2.3.1.2 Champ2

Situé à 1,4 km du champ1, ce champ comprend deux forages F4 et F5 distant l'un de l'autre de 170 m.

Les forages de ce champ se sont comportés d'une manière similaire à ceux du champ1 à la seule différence que les forages de ce champ n'ont pas connu de phénomène d'interférence au cours de leur fonctionnement, et ce malgré le fait qu'il partage la même réserve, comme nous pouvons le constater sur les graphes qui suivent :

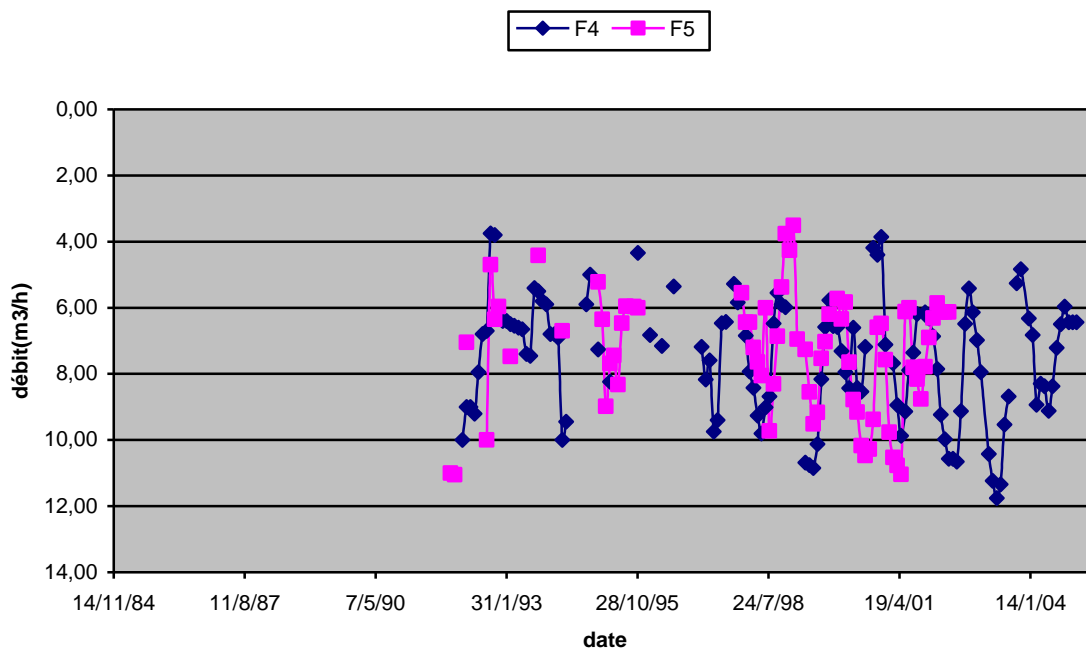


Figure93 : Evolution du NS des forages du champ2 de Gaoua en fonction du temps

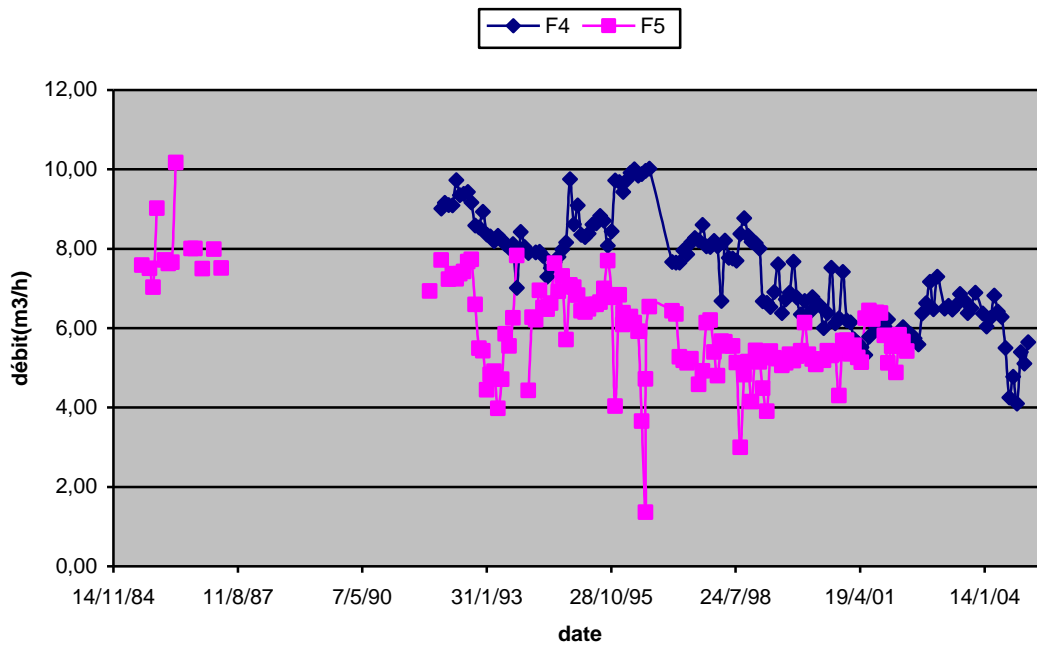


Figure94 : Evolution du débit de F4 et F5 du champ2 de Gaoua en fonction du temps

B.2.3.1.2.1 Champ3

Situé à 1,2 km du champ 2, il comprend deux forages F6 et F7 ce dernier a été mis en service en mai 2003 à 380 m de F6.

La particularité de ce champ est la forte productivité de ses forages, nous avons en moyenne des productions 7000m³/mois par forage comme nous pouvons le constater sur le graphe qui suit :

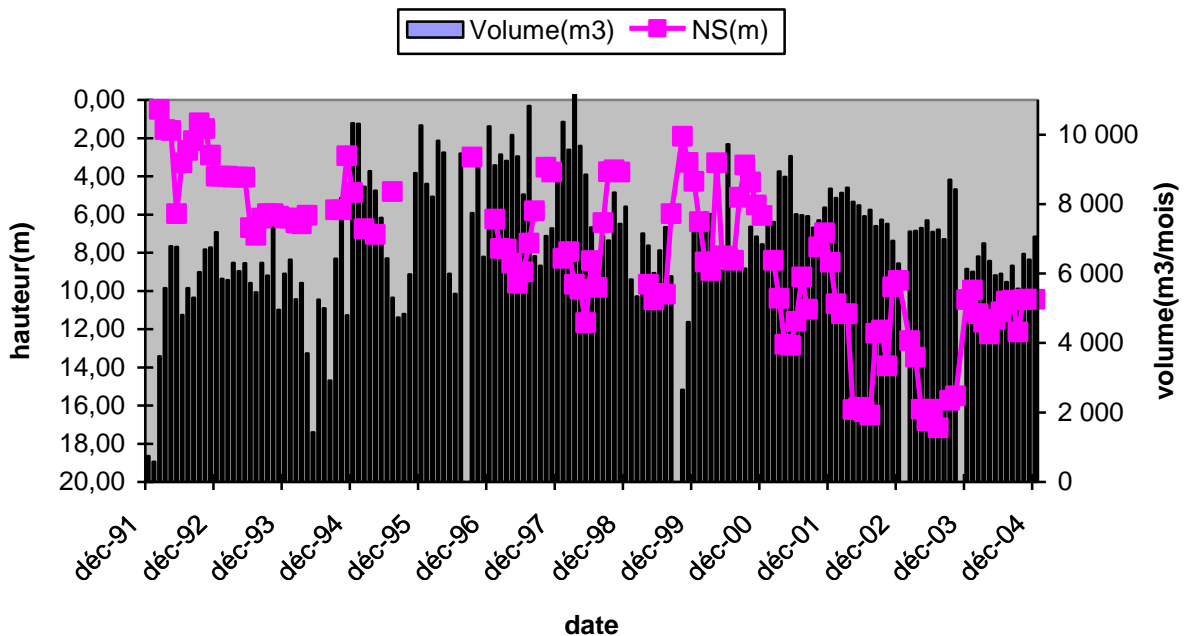


Figure95 : Evolution de la production et du NS de F6 du champ3 Gaoua en fonction du temps

Comme nous pouvons le constater sur le graphe qui suit, pour ce forage nous n'avons pas enregistré au cours de son exploitation le dénoyage de la principale VDE ce malgré le temps de pompage de pompage de 16 heures avec un d'exhaure moyen de 15 m3/h.

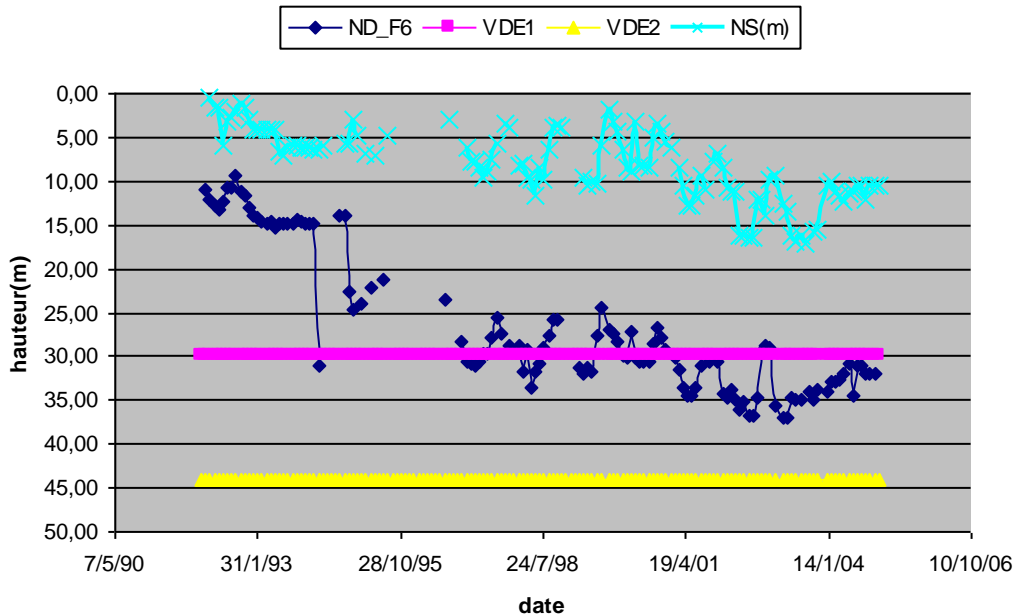


Figure96 : Evolution du ND de F6 du champ3 de Gaoua en fonction du temps par rapport à la venue d'eau dans le forage

Nous pouvons attribuer la bonne productivité de ce forage à sa lithologie (22,4 m d'altérite saturée) et à la position du NS initial par rapport au sol (1,6 m). Permettant ainsi à la pluviométrie de compenser une grande partie des prélèvements.

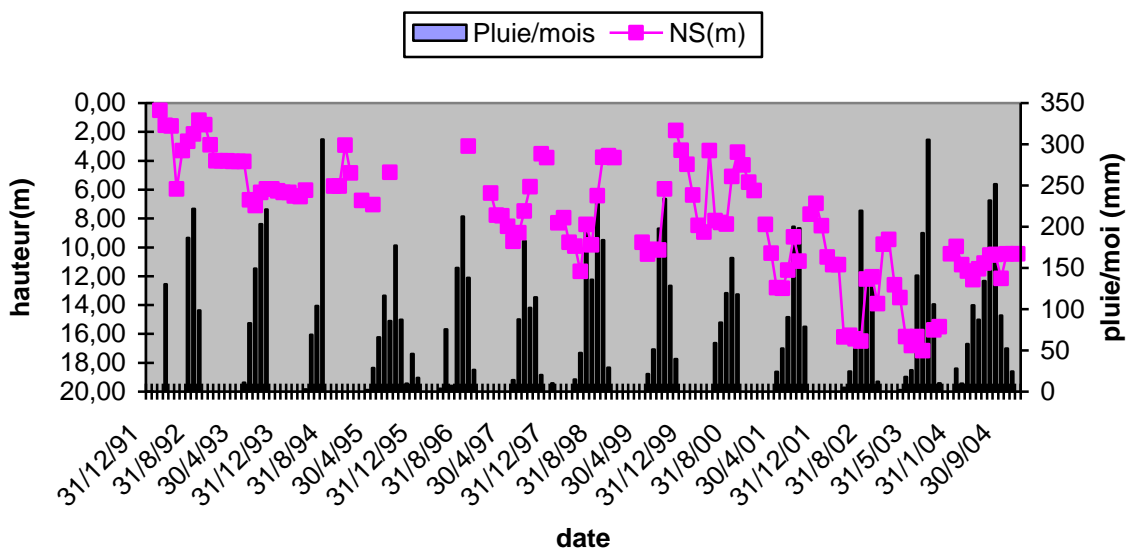


Figure97 : Evolution du NS de F6 du champ3 de Gaoua par rapport à la pluviométrie
 Si la pluie est parvenue a compensé jusqu'en 2001 les prélèvements de la nappe, mais à partir de 2001 nous avons assisté à une tendance vers la baisse de la nappe entraînant une baisse du débit. Ceci est principalement dû à l'effet conjugué de deux phénomènes :

surexploitation (non respect des consignes d'exploitation, voir annexe) et déficit de la pluviosité par rapport à la moyenne (cf. figure3)

Synthèse

Nous pouvons tirer la même conclusion que pour le centre de Tenkodogo. Montrant en fait que l'exploitation des forages en zone de socle est fortement liée à la lithologie de l'aquifère et à la position du NS par rapport à la limite des altérites.

B.2.4 Centre de Gourcy

Ce centre comprend sept (7) forages que nous avons repartis sur quatre (4) champs de captage.

Les caractéristiques des forages se trouvent résumés dans le tableau qui suit :

CHAMPS	FORAGES	DATE D'EXECUT°	DATE DE MISE EN SERVICE	PROF FORAT°	PROF ALTERAT°	N.S. init. (m)	HAUTEUR D'ALT SATUREE	VENUES D'EAU (m)	Débit foration (m ³ /h)	GEOLOGIE
CHAMP1	F1	22/03/1982		79	23	14,55		46; 67	4,5	MSQ
	F3	09/04/1985		83	47	15		46; 55	7,2	MM1
CHAMP2	F2	28/02/1985		81,4	31	16,5		50	5,4	MM1
	F4	09/03/1993		85	36	11,77			8,5	
CHAMP3	F5	03/02/1994		98,33	25	10,22		38	5	GQ
CHAMP4	Gy9715	20/01/1997		90,8	40	6		63	5	PGQ
	Gy9719	02/02/1997		84,6	30	7,13		51	6	MSQ

Tableau13 : Caractéristiques des forages de l'ONEA du centre de Gourcy

La répartition spatiale des forages sur les différents champs est illustrée par le graphe qui suit :

B.2.4.1 Mise en évidence et hypothèse d'explication du phénomène de baisse de la productivité des forages

Les champs de ce centre ont pratiquement les mêmes comportements que ceux des champs 1,2 et 3 de Fada (comme le montre les graphes en annexe)

Pour ce centre nous allons traiter uniquement le champ1, pour les autres les graphes seront présentés en annexe (Gourcy)

B.2.4.1.1 Champ1 de Gourcy

Ce champ comprend deux forages F1 et F3 distant de 300 m l'un de l'autre, le forage F1 fut arrêté pour insuffisance de ressource après six ans de fonctionnement.

Le tableau suit décrivant la chronologie d'évolution des forages du champ1.

	année															
	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	01	02	03	04
Forages																
F1/service																
evolut° débit(m3/h) F1	pas de données															
evolut° product°(m3) F1	pas de données															
NS_F1(m)	16,65	2,4m/an					31									
F3/service																
evolut° débit(m3/h)F 3	5,6 67% 1,85															
evolut° product°(m3) F3	1600 69 500															
NS_F3(m)	7,41	2,6m/an														48,85
	■ en service ■ arrêté ↗ hausse ↘ baisse → constant															

Tableau14 : résumé de l'évolution des forages du champ1de Gourcy

Nous ne disposons pas de données sur l'évolution du d'exhaure de F1 ce qui limitera notre analyse sur les conditions d'exploitations de ce champ.

Pour le forage F3 par l'analyse de l'évolution du ND par rapport aux venues d'eaux nous pouvons dire que la surexploitation est l'une des causes de la baisse de productivité de ce forage

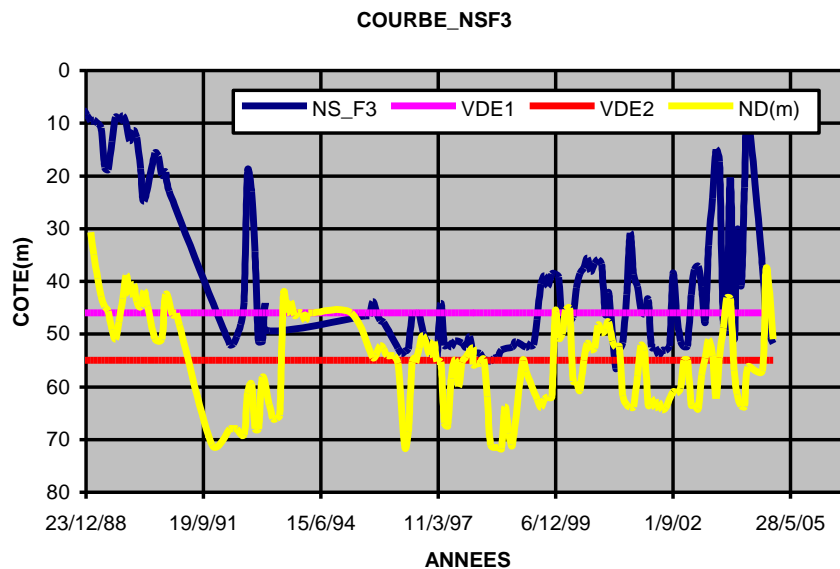


Figure98 : Evolution du ND et du NS de F3 du champ1 de Gourcy en fonction du temps par rapport aux venues d'eau dans le forage

Il apparaît clairement que ce forage a subi une surexploitation. Durant tout son fonctionnement la venue d'eau principale a été constamment dénoyée causant ainsi de forte rabattement du NS que la faible pluviosité de la région n'a pas puit compenser, d'où l'épuisement de l'aquifère.

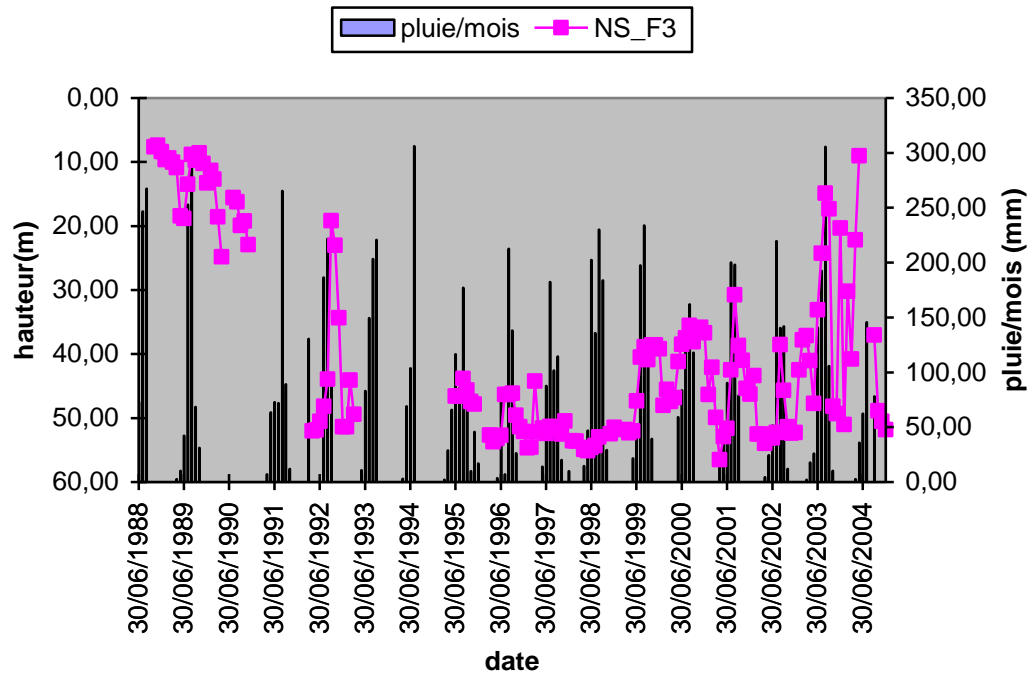


Figure 99: Evolution du NS de F6 du champ3 de Gourcy par rapport à la pluviométrie

Le champ2 a eut des comportements similaires a celui du champ1.

Pour les graphes d'évolutions de la production et du débit d'exhaure voir annexe (Gourcy) il faut noter que pour ce champ, situé à 800m du champ1, ces deux forages F2 F4 sont distants de 400 m l'un de l'autre.

F2 mis en service en 1988 fut arrêté en 2001 pour insuffisance de débit.

F4 a été mis en service 1993 et sa production a faiblement baissée (voir graphe annexe Gourcy).

Le champ4 n'a pas subi de baisse de productivité.

B.2.5 Centre de Manga

Le centre de Manga comprend 5 forages que nous avons réparties sur trois champs de captages, les caractéristiques des forages ainsi que leurs répartitions suivant les champs sont résumées dans le tableau qui suit :

CHAMPS	FORAGES	DATE D'EXECUT°	DATE DE MISE EN SERVICE	PROF FORAT°	PROF ALTERAT°	N.S. init. (m)	HAUTEUR D'ALT SATUREE	VENUES D'EAU (m)	Débit foration (m ³ /h)	GEOLOGIE
CHAMP1	F1	17/11/1986		66,83	19	13,9		13; 15; 23	6,0	Gr
CHAMP2	F2	18/12/1981		49,00	22	3,00		32	6,0	Gr
CHAMP3	F3	01/01/1992		50,00	19	8,60		19; 25; 36; 44	7,2	Gn
	F4	18/01/1994		51,97	5	11,05		29; 33; 38; 39; 44	21,6	Gr
	F5	30/07/1997		61,60	18	14,40		26; 36; 49	7,9	Gr

Tableau 15: Caractéristiques des forages de l'ONEA du centre de Manga

Le schéma si contre représente la répartitions spatiale des forages dans la ville de Manga

Pour ce centre le champ1 et 2 ont eut les mêmes comportement que le champ12 de Fada (voir annexe Manga)

Les forages du champ3 ont aussi évolués similairement à ceux du champ1 de Fada mais avec des débits plus élevés

Malgré sa situation géographique (Zone soudano sahélienne 900 mm) les forages de ce centre ont évolué similairement à ceux de Fada (788 mm) une explication à cela peut être la baisse de la pluviosité observée ces dix dernières années dans la région (cf.figure5). D'où une insuffisance de la recharge pouvant compenser les surexploitations temporaires de la nappe.

CONCLUSION

De cette phase de traitement des données il ressort que, tous les centres sont affectés par le phénomène de la baisse de productivité des forages, exception faite au centre de Gaoua. La cause principale au phénomène est la surexploitation des nappes des aquifères (débit d'exhaure, temps de pompage).

Mais le contexte hydrogéologique est un facteur très déterminant sur le processus d'enclenchement du phénomène.

Nous avons constaté que la position du niveau statique par rapport à la limite des altérités est déterminante sur la capacité de la nappe a supporté les à coups liés aux surexploitations et à l'effet des interférences entre les ouvrages dans un même champ de captage.

En effet selon que le NS se trouve dans la frange altérée ou dans le réseau de fissures ou de fractures la baisse de la productivité suite à une surexploitation et/ou à l'interférence entre ouvrages a été observée différemment.

Donc il nous incombe de tenir compte de ces différentes observations dans nos propositions de solutions et recommandation qui seront l'objet du paragraphe qui va suivre

C PROPOSITION DE SOLUTION ET RECOMMANDATION

Après ce long diagnostic où nous avons pu déceler les causes du phénomène de la baisse de productivité des forages à gros débit des centres de l'ONEA en zone de socle.

Nous allons essayer sur la base de ces observations de proposer des solutions ou ébauche de solution en vue d'améliorer la situation actuelle observée sur 80% des centres de l'ONEA.

L'idéal serait de proposer une (des) solution(s) qui tiennent compte des contraintes économiques et physiques auxquelles les exploitants sont confrontés.

Les contraintes physiques sont liées aux conditions d'implantations des forages et au dimensionnement des champs de captages. Et quant aux contraintes économiques, elles sont liées aux conditions d'exploitations des ouvrages.

Les solutions que nous avons proposées seront faites sous forme de recommandations :

- ✓ le respect des consignes d'exploitations de mise en service de l'ouvrage (voir consigne en annexe).
- ✓ au niveau des champs de captage respecter une distance minimale de 400 m entre ouvrages pour éviter les interférences,
- ✓ la bonne exécution et l'essai de pompage dans les meilleures conditions,

CONCLUSION GENERALE

Ce travail nous a permis de mieux comprendre le système aquifère en zone de socle.

Par défaut de temps nous n'avons pas pu faire des essais de simulations mathématique pour pouvoir prédire l'évolution de la nappe d'un aquifère de socle dans certaines conditions de d'exploitations.

Si cette étude s'est déroulée dans l'ensemble très bien car nous avons eu toutes les données en notre disposition. Nous avons qu'en même rencontré quelques difficultés qui ont limitées dans une certaine mesure nos analyses notamment l'impact de la pluviosité sur le phénomène de la baisse de la productivité car les données du suivi du NS ont été souvent entaché erreur.

Pour mieux comprendre le phénomène de la baisse de la productivité il serait intéressant d'initier des études similaires mais en prenant aussi en compte les autres forages privés qui ne sont pas gérés par l'ONEA. Ceci permettra de mieux évaluer l'impacte de la surexploitation sur la baisse de productivité observée

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- ✓ **Ministère de la coopération française**, Hydrogéologie de l'Afrique de l'Ouest, 1990, Collection Maîtrise de l'eau
- ✓ **Guilbert COSTONY**, Hydrogéologie : Principe et Méthodes, 1998, collection Dunod
- ✓ **B DIENG**, d'Hydrogéologie, cours EIER, 1999
- ✓ **Albert MABILLOT**, Le Forage d'Eau, Guide Pratique, 1986
- ✓ **GIRE**, Etat des lieux des ressources en eau du Burkina Faso et leur cadre de gestion, rapport Mai 200, Version final
- ✓ **BRGM**, L'eau des granites Ressource vitale un facteur nouveau de développement 1992, BRGM
- ✓ **BRGM/CIEH**, Document guide pour l'implantation et mise en exploitation des forages à gros débit en zone de socle cristallin, 1990, BRGM/CIEH
- ✓ **Guissimbona COMPAORE**, Evaluation de la fonction capacitive des altérites, Thèse, 1997
- ✓ **HOUNKPATIN Claudine S.E.**, *Etude* diagnostic de la perte de productivité des forages en Zone de Socle, Rapport Technique projet RAGUMA, 1994
- ✓ **SEURECA/SAHEL CONSULT** Evaluation des ressources en eaux souterraines de la ville de Ouagadougou, Rapport, juin 1999

ANNEXES

Annexe I : FADA

Annexe II : TENKODOGO

Annexe III : Gaoua

AnnexeIV Gourcy

AnnexeV Manga