

INSTITUT DE MECANIQUE DES FLUIDES DE TOULOUSE (IMFT)

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES INDUSTRIELS (INSA-TOULOUSE)

ASSOCIATION POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'ENSEIGNEMENT ET DES
RECHERCHES EN MIDI-PYRENEES (ADERMIP)

Impact des pollutions azotées
sur la Garonne
à l'aval de l'agglomération toulousaine

~~~~~

- RAPPORT III -

LES SCENARIOS RETENUS

Résultats et conclusions

Agence de l'Eau  
Adour Garonne



- Août 1991 -

GAR 31246/3

INSTITUT DE MECANIQUE DES FLUIDES DE TOULOUSE (IMFT)

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES INDUSTRIELS (INSA-TOULOUSE)

ASSOCIATION POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'ENSEIGNEMENT ET DES  
RECHERCHES EN MIDI-PYRENEES (ADERMIP)

Impact des pollutions azotées  
sur la Garonne  
à l'aval de l'agglomération toulousaine

~~~~~

- RAPPORT III -

LES SCENARIOS RETENUS

Résultats et conclusions



- Août 1991 -

S O M M A I R E

- Rapport III -

I PRESENTATION DES SCENARIOS RETENUS

A)	Débits de la Garonne	2
B)	Flux polluants	3

II INTERPRETATIONS DES RESULTATS

II - 1	Scénarios des situations antérieures et actuelle	5
II - 2	Scénarios des Objectifs	7

CONCLUSION GENERALE	9
---------------------	---

OBJECTIF DES SIMULATIONS

Le but de ce travail est de pouvoir simuler différentes situations des débits et des flux polluants dans la Garonne.

Pour cela nous avons choisi plusieurs débits de la Garonne à Portet qui correspondent à des situations d'étiage plus ou moins sévères.

Les flux polluants retenus pour la S.C.G.P. et la station de Ginestous sont :

- les valeurs moyennes observées au cours des années passées ;
- les objectifs à court et long terme, déterminés en Mai 1991 par les services de l'Etat et l'Agence de l'Eau en concertation avec les industriels et collectivités concernés.

I PRESENTATION DES SCENARIOS RETENUS

A) Débits de la Garonne

Compte tenu du fait que plus le débit est faible plus la concentration de polluant dans le cours d'eau est élevée, nous avons choisi 4 valeurs de débit de la Garonne à Portet :

- le débit de seuil d'alerte renforcée pour la sécheresse : $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$
- le débit d'étiage quinquennal : $Q = 43 \text{ m}^3/\text{s}$
- un débit d'étiage de $53 \text{ m}^3/\text{s}$ à Portet qui correspond à un objectif de soutien d'étiage de $45 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'aval de Toulouse, compte tenu des prélèvements et consommations dans Toulouse
- un débit d'étiage médian (une année sur deux) : $Q = 61 \text{ m}^3/\text{s}$

B) Flux polluants de S.C.G.P. et station d'épuration de Ginestous

Nous avons étudié dans le rapport I l'évolution des rejets en NH_4 de la S.C.G.P. et de la station d'épuration de Ginestous depuis 1986 (Situation 1986 ou avant 1989 ; Situation 1989 et situation 1990-1991).

Par ailleurs, pour la réduction des rejets de ces deux plus importantes sources de pollution azotée de la Garonne, les objectifs sont les suivants :

	COURT TERME (t/j)	LONG TERME (t/j)
REJET S.C.G.P.	(fin 1992) 1,5	(fin 1998) 0,8
ST.EP. GINESTOUS	(fin 1994) 2,2	(fin 1998) 1,2

C) Flux polluants apportés par l'Hers, le Touch et la Save

Dans toutes les simulations nous avons retenu les valeurs suivantes comme caractéristiques de la pollution apportée par ces rivières à la Garonne :

RIVIERE	Débit m ³ /s	NH ₄ mg/l	Flux NH ₄ kg/jour	Flux NK kg/jour
HERS	1	2,5	216	186
TOUCH	1,5	1,5	194	167
SAVE	2	0,5	86	75

Ces valeurs résultent d'une moyenne des analyses réalisées dans le cadre du réseau de suivi des rivières de l'Agence au cours de ces 10 dernières années.

Ces flux sont dus pour l'essentiel à de la pollution domestique augmentée du bruit de fond des teneurs en azote de ces cours d'eau.

On peut considérer que les flux polluants apportés par l'HERS et le TOUCH correspondent aux rejets de communes de la périphérie toulousaine pris ici à hauteur de NK = 350 kg/jour.

Compte tenu de l'existence d'un apport lié au bruit de fond de ces affluents, la valeur ainsi retenue reste cohérente avec l'objectif de rejet de NK = 200 kg/jour envisagé pour les communes de la périphérie toulousaine.

En résumé les différentes situations retenues pour les simulations réalisées sont présentées dans le tableau ci-après :

TABLEAU RECAPITULATIF DES SCENARIOS RETENUS

<u>A) DEBITS à PORTET</u>		
a) Débit " seuil d'alerte renforcé "		= 30 m ³ /s
b) Débit d'étiage Quinquennal non soutenu		= 43 m ³ /s
c) Débit d'étiage Quinquennal soutenu		= 53 m ³ /s
d) Débit d'étiage Médian actuel		= 61 m ³ /s
<u>B) FLUX POLLUANTS</u>		
1) Situation avant 1989		
S.C.G.P.	NK = 4,38 t/j	
ST.EP. GINESTOUS	NK = 4,1 t/j , N-NH ₄ = 3,7 t/j	
2) Situation 1989		
S.C.G.P.	NK = 2,82 t/j	
ST.EP. GINESTOUS	NK = 4,2 t/j , N-NH ₄ = 3,76 t/j	
3) Situation actuelle (1990 - 1991)		
S.C.G.P.	NK = 2,2 t/j	
ST.EP. GINESTOUS	NK = 3,5 t/j , N-NH ₄ = 3,06 t/j	
4) Objectifs Court terme		
S.C.G.P.	NK = 1,5 t/j (fin 1992)	
ST.EP. GINESTOUS	NK = 2,2 t/j , N-NH ₄ = 1,98 t/j (fin 1994)	
5) Objectifs Long terme (fin 1998)		
S.C.G.P.	NK = 0,8 t/j	
ST.EP. GINESTOUS	NK = 1,2 t/j , N-NH ₄ = 1,08 t/j	

Remarque :

- Aux rejets indiqués ci-dessus le modèle a ajouté pour tous les scénarios :
- un apport de NK = 350 kg/j représentant la pollution domestique de l'HERS et du TOUCH (objectif 200 kg/j pour les communes périphériques de Toulouse) et le bruit de fond des teneurs en azote de ces cours d'eau ;
 - un apport similaire de NK = 75 kg/j pour la SAVE.

II INTERPRETATION DES RESULTATS

L'ensemble des résultats graphiques des simulations pour les différents scénarios est présenté dans l'annexe III (reliure séparée).

Néanmoins, pour une lecture plus rapide, on pourra se reporter aux graphiques comparatifs des différentes hypothèses situées à la fin du présent fascicule.

II-1 Scénarios des situations antérieures et actuelle

- Situation avant 1989 (correspondant sensiblement au niveau de rejet de 1986)

Ginestous : NK = 4,1 t/j
S.C.G.P. : NK = 4,38 t/j

Les valeurs de la concentration en NH_4 dans la Garonne varient de 4 à 2 mg/l au niveau de la prise d'eau potable de Lacourtenourt et de 2 à 1,3 mg/l à Verdun, en fonction du débit (30 à 61 m³/s à Portet).

- Situation 1989 :

Ginestous : NK = 4,2 t/j
S.C.G.P. : NK = 2,82 t/j

De la même manière que pour le cas précédent, les valeurs de la concentration de NH_4 varient de 3,2 à 1,6 mg/l au niveau de la prise d'eau potable de Lacourtenourt et de 1,7 à 1,1 mg/l à Verdun.

- Situation actuelle (1990-1991)

Ginestous : NK = 3,5 t/j
S.C.G.P. : NK = 2,2 t/j

Nous constatons que les valeurs données par le modèle sont en accord avec les mesures dont l'Agence de l'Eau dispose pour cette période.

Ces valeurs confirment une diminution de la concentration de NH_4 en aval de Toulouse qui varie encore en fonction du débit (30 à 61 m³/s) de 2,7 à 1,5 mg/l au niveau de la prise d'eau potable de Lacourtenourt et de l'ordre de 1 mg/l à Verdun.

1) Situation avant 1989

Débit à PORTET (m ³ /s)	a	b	c	d
	30	43	53	61
NH ₄ (mg/l)				
Lacourtenourt	4,0	3,7	2,2	1,9
Verdun	2,0	1,7	1,4	1,3

2) Situation 1989

Débit à PORTET (m ³ /s)	a	b	c	d
	30	43	53	61
NH ₄ (mg/l)				
Lacourtenourt	3,2	2,4	1,9	1,6
Verdun	1,7	1,4	1,2	1,1

3) Situation actuelle (1990 - 1991)

Débit à PORTET (m ³ /s)	a	b	c	d
	30	43	53	61
NH ₄ (mg/l)				
Lacourtenourt	2,7	2,0	1,6	1,4
Verdun	1,4	1,2	1,0	0,9

Nous retiendrons que pendant les années précédentes et en période d'étiage (Juillet-Septembre) les teneurs de 2 mg/l (valeur guide pour l'eau potable) ont été fréquemment dépassées au niveau de la prise d'eau potable de Lacourtenourt.

De même la valeur impérative pour les objectifs piscicoles n'est pratiquement jamais respectée. (1 mg/l pour les eaux salmonicoles)

Les conséquences des charges élevées dans les rejets de l'agglomération toulousaine se sont propagées assez loin puisque les concentrations à Verdun sont importantes.

Bras Inférieur

1) Situation avant 1989

Débit (m ³ /s)	a	b	c	d
PORTET	30	43	53	61
Bras de la Loge	-	2,69	3,31	3,81
NH ₄ (mg/l)				
Aval rejet S.C.G.P.	8,7	8,7	8,7	8,7
Amont jonction B.I. - B.S.	8,5	6,7	6,4	6,2

2) Situation 1989

Débit (m ³ /s)	a	b	c	d
PORTET	30	43	53	61
Bras de la Loge	-	2,69	3,31	3,81
NH ₄ (mg/l)				
Aval rejet S.C.G.P.	7,3	7,3	7,3	7,3
Amont jonction B.I. - B.S.	7,1	5,3	5,1	5,0

3) Situation actuelle (1990 - 1991)

Débit (m ³ /s)	a	b	c	d
PORTET	30	43	53	61
Bras de la Loge	-	2,69	3,31	3,81
NH ₄ (mg/l)				
Aval rejet S.C.G.P.	4,4	4,4	4,4	4,4
Amont jonction B.I. - B.S.	3,4	3,3	3,2	3,1

Nous confirmons qu'il n'y a pas de nitrification importante dans le bras inférieur (Q = 30 m³/s). Mais les concentrations changent avec le fonctionnement de la centrale hydro-électrique de la S.N.P.E. alimentée par le bras de la Loge qui, au-dessus d'un débit de 30 m³/s à 8 h à Portet, turbine 3/48 du débit du bras supérieur vers le bras inférieur.

Toutefois, le flux de NH₄ véhiculé en aval du rejet de la S.C.G.P. reste le même après la confluence des deux bras quel que soit le fonctionnement de la centrale S.N.P.E. du bras de la Loge.

II-2 Scénarios des objectifs à court et long terme

- Objectif court terme :

Ginestous : NK = 2,2 t/j
S.C.G.P. : NK = 1,5 t/j

- Objectif long terme :

Ginestous : NK = 1,2 t/j
S.C.G.P. : NK = 0,8 t/j

4) Objectifs Court terme (1994)

Débit à PORTET (m ³ /s)	a	b	c	d
	30	43	53	61
NH ₄ (mg/l)				
Lacourtenourt	1,80	1,30	1,10	0,90
Verdun	0,90	0,80	0,65	0,60

5) Objectifs Long terme (1998)

Débit à PORTET (m ³ /s)	a	b	c	d
	30	43	53	61
NH ₄ (mg/l)				
Lacourtenourt	1,00	0,70	0,60	0,57
Verdun	0,55	0,45	0,40	0,40

Les scénarios pour les objectifs à court et long terme montrent que les impacts résiduels des rejets de l'agglomération toulousaine sont plus modérés. Les concentrations en NH₄ au niveau de la prise d'eau potable de Lacourtenourt ne dépassent pas les valeurs de 2 mg/l pour les objectifs à court terme et celle de 1 mg/l pour les objectifs à long terme.

On voit également les concentrations à Verdun rester régulièrement inférieures à 1 mg/l dans les deux cas.

La circulaire d'application en France de la grille de référence de qualité des eaux (9 Novembre 1984) a abaissé à 0,5 mg/l la valeur impérative pour la vie piscicole.

On peut vérifier sur les courbes que l'obtention de cet objectif nécessite à la fois :

- d'épurer les rejets suivant l'hypothèse "long terme" ;

- d'avoir des débits ne descendant pas au-dessous de 53 m³/s (ce qui nécessite la mise en oeuvre d'un soutien d'étiage).

Bras Inférieur

4) Objectifs Court terme (1994)

Débit (m3/s)	a	b	c	d
PORTET	30	43	53	61
Bras de la Loge	-	2,69	3,31	3,81
NH4 (mg/l)				
Aval rejet S.C.G.P.	3,5	3,5	3,5	3,5
Amont jonction B.I. - B.S.	3,3	2,7	2,6	2,4

5) Objectifs Long terme (1998)

Débit (m3/s)	a	b	c	d
PORTET	30	43	53	61
Bras de la Loge	-	2,69	3,31	3,81
NH4 (mg/l)				
Aval rejet S.C.G.P.	2,1	2,1	2,1	2,1
Amont jonction B.I. - B.S.	2,0	1,6	1,5	1,5

Dans le bras inférieur de la GARONNE alimenté artificiellement (de l'ordre de 6 m3/s) par le débit des rejets de SCGP, les concentrations en ammoniacque dépassent dans toutes les situations étudiées les valeurs impératives de la grille "vie piscicole".

Une dilution plus importante serait nécessaire pour tout le parcours du bras inférieur et pourrait être envisagée, si nécessaire, à partir d'une alimentation au niveau de la chaussée de la Cavaletade.

C O N C L U S I O N

Les résultats présentés à la fin de cette étude sur la nitrification de l'ammoniaque (NH_4^+) dans la Garonne correspondent assez bien aux mesures effectuées dans le cours d'eau et précisent les objectifs de dépollution.

Sur l'utilisation du Modèle

- Le choix d'un modèle de nitrification tenant compte de la biomasse nitrifiante a permis de caler le modèle avec un seul coefficient de nitrification pour les 55 km du secteur modélisé au lieu d'un coefficient par bief comme c'est généralement le cas dans la plupart des modèles classiques.

Néanmoins, étant donné que ce coefficient a été déterminé par des essais en laboratoire et à l'aide d'une loi tirée de la bibliographie, quelques difficultés sont apparues concernant la valeur des paramètres du calage, c'est-à-dire le μ (taux de croissance de la biomasse) et le X_v (concentration en biomasse active pour la nitrification).

Une campagne de mesures conjointes dans le milieu (Garonne) et les rejets, réalisée en continu sur plusieurs jours et tenant compte du temps de parcours calculé en fonction du débit, permettrait de conforter ces résultats.

- Par ailleurs, la diversité de la Garonne en ce qui concerne les concentrations de NH_4 (substrat) et la quantité de biomasse active (X_v), selon les rejets, nous inciterait, en cas de perfectionnement de ce travail, à construire un modèle à deux paramètres de nitrification.

En effet, le μ (taux de croissance de biomasse) est fortement lié à la présence de la biomasse active de la teneur en NH_4 (substrat) et à la température ; la simulation serait améliorée en introduisant dans le modèle deux μ différents : un pour la section située en amont des rejets de la station d'épuration de Ginestous et un pour la section aval.

On retiendra néanmoins que dans sa configuration actuelle, le modèle rend bien compte de l'ensemble des mesures d'azote effectuées sur la Garonne dans l'agglomération toulousaine et en aval.

Sur les résultats du Modèle

- Dans le bras inférieur de la Garonne et en amont du rejet de la station d'épuration de Ginestous, le modèle confirme qu'il n'y a quasiment pas de nitrification. Cela est dû à l'absence de biomasse active dans les rejets de la S.C.G.P. et de la S.N.P.E. ainsi que dans la Garonne et non à cause de la présence d'inhibiteurs. L'étude de M. CAPDEVILLE (INSA-1989) a bien confirmé cette hypothèse, la nitrification démarrant au laboratoire après ensemencement des échantillons d'eau de la Garonne.

- La nitrification dans la Garonne démarre après le rejet de la station d'épuration de Ginestous en raison de l'apport de biomasse présente dans l'effluent.

Les courbes reportées en fin de fascicule sur les graphiques A et H permettent de se rendre compte des teneurs en ammoniacque que l'on peut espérer trouver dans la Garonne en aval de Toulouse en fonction des différentes combinaisons d'hypothèses de réduction des rejets et de soutien des débits d'étiage.

- L'examen des résultats montre que :

. Pour l'objectif à court terme : graphique (D)

Les niveaux de rejet escomptés (NK = 1,5 t/j pour S.C.G.P. et NK = 2,2 t/j pour S.E. GINESTOUS) permettent d'atteindre l'objectif de qualité de 2 mg/l de NH_4 qui est le nombre guide à ne pas dépasser pour la fabrication d'eau potable.

Par contre, l'objectif vie piscicole qui était de 1 mg/l dans la circulaire européenne et a été abaissé à 0,5 mg/l par la circulaire du 9/11/84 n'est pas atteint sur tout le tronçon TOULOUSE-VERDUN.

Ces conclusions restent valables quelles que soient les hypothèses de débit retenues.

. Pour l'objectif à long terme : graphique (E)

Les objectifs de rejet à long terme (NK = 0,8 t/j pour S.C.G.P. et NK = 1,2 t/j pour S.E. GINESTOUS) ne permettent d'atteindre l'objectif piscicole de 0,5 mg/l que pour des débits supérieurs à 53 m³/s.

Il faut donc pour satisfaire à cette vocation de reconquête piscicole de la Garonne procéder à la fois à un effort important de réduction des rejets (hypothèse long terme) et à une garantie du débit d'étiage à une valeur minimale de l'ordre de 53 m³/s qui nécessite la mobilisation des ressources hydrauliques correspondantes.

COMPARAISON DES RESULTATS DES SIMULATIONS

Incidence du débit de la Garonne
sur le profil en long de NH_4 à l'aval de Toulouse
pour chaque hypothèse de niveau de rejet

APRES 60 HEURES DE SIMULATION

ng/l

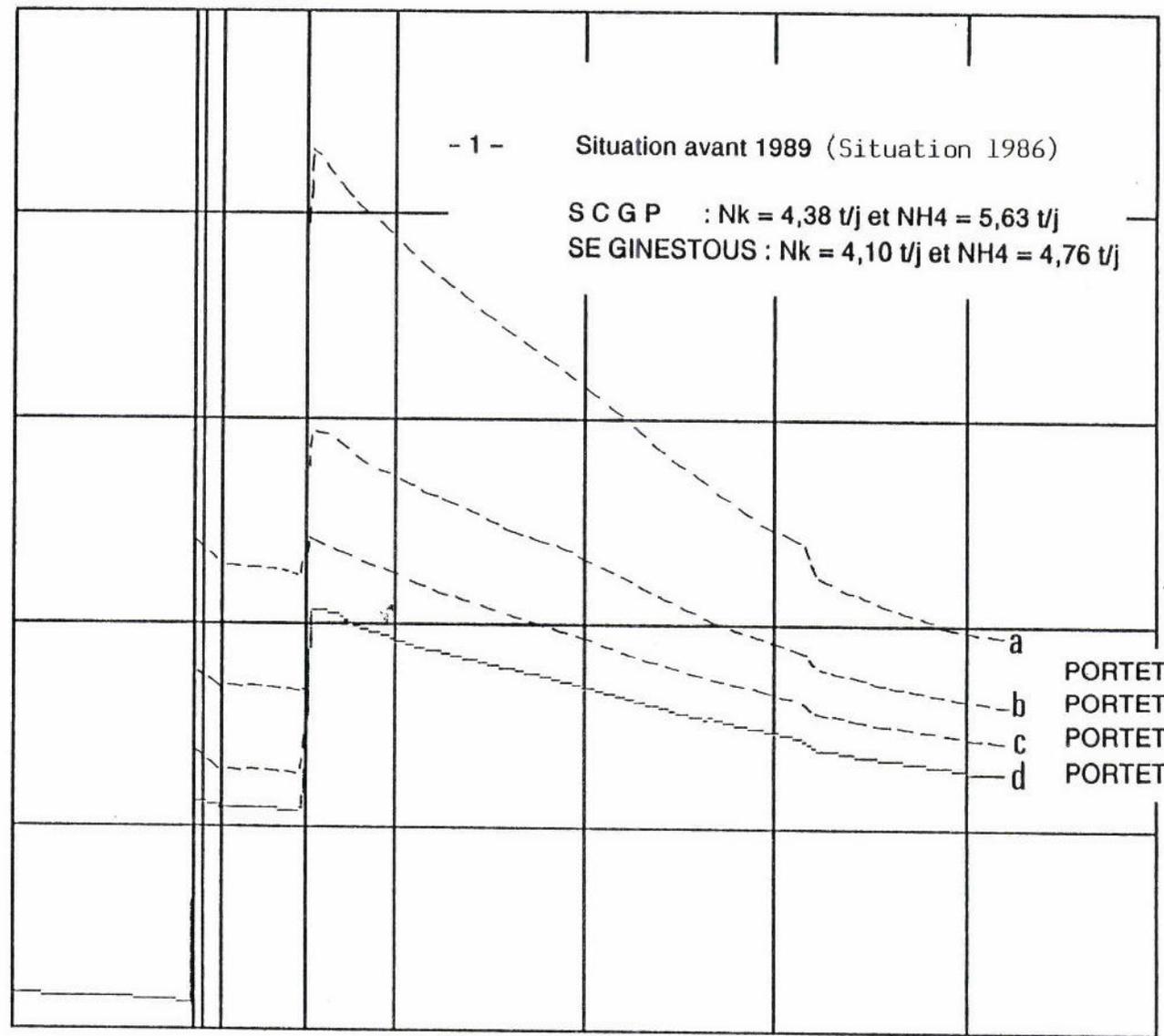
5

4

3

2

1



mètres

10000

20000

30000

40000

50000

60000

Graphique A

PROFIL EN LONG DE LA CONCENTRATION EN NH4

APRES 60 HEURES DE SIMULATION

mg/l

5

4

3

2

1

- 2 - Situation 1989

S C G P : Nk = 2,82 t/j et NH4 = 3,63 t/j

SE GINESTOUS : Nk = 4,20 t/j et NH4 = 4,83 t/j

- a PORTET : 30 m3/s
- b PORTET : 43 m3/s
- c PORTET : 53 m3/s
- d PORTET : 61 m3/s

mètres

10000

20000

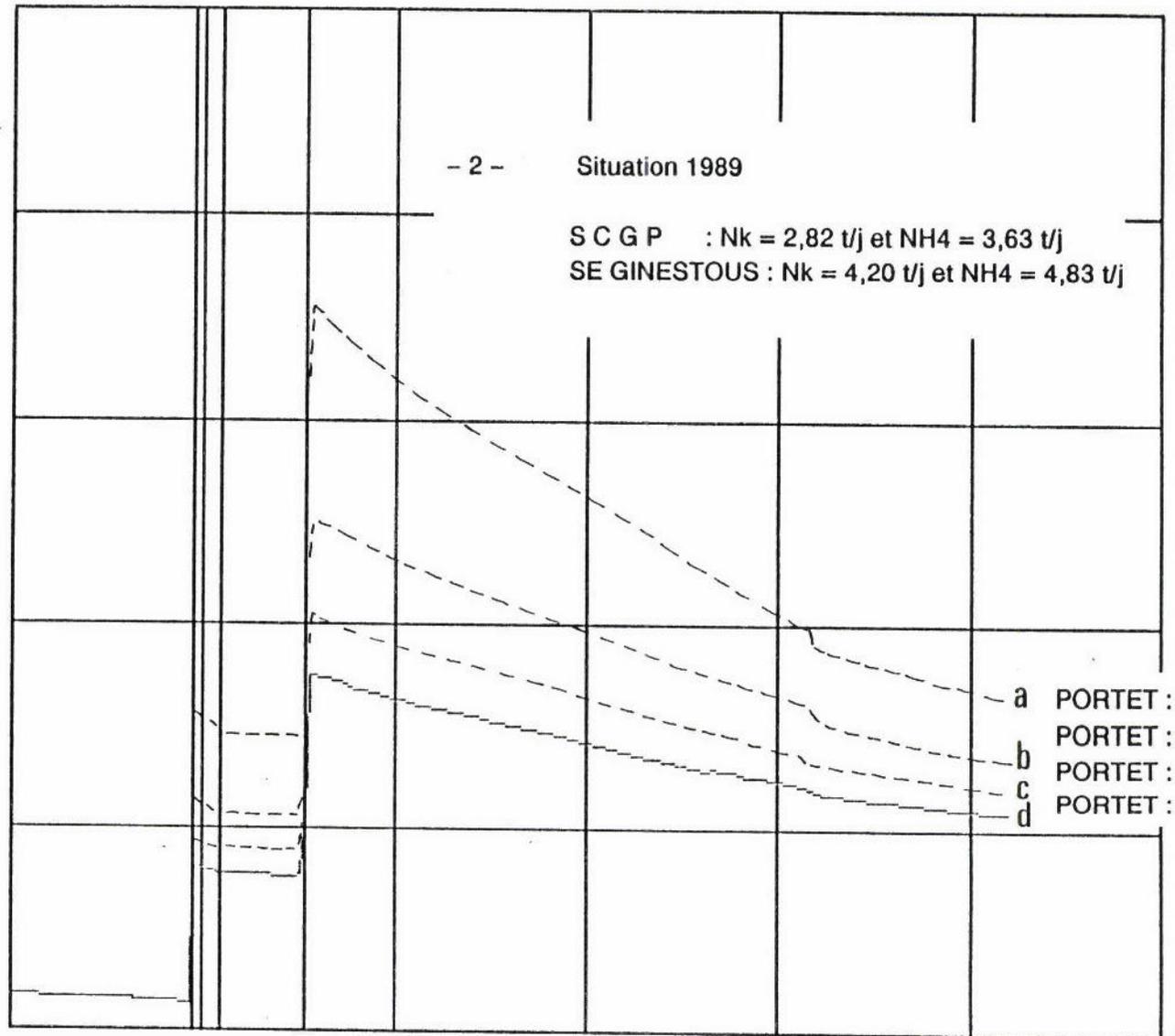
30000

40000

50000

60000

Graphique B



APRES 60 HEURES DE SIMULATION

mg/l

5

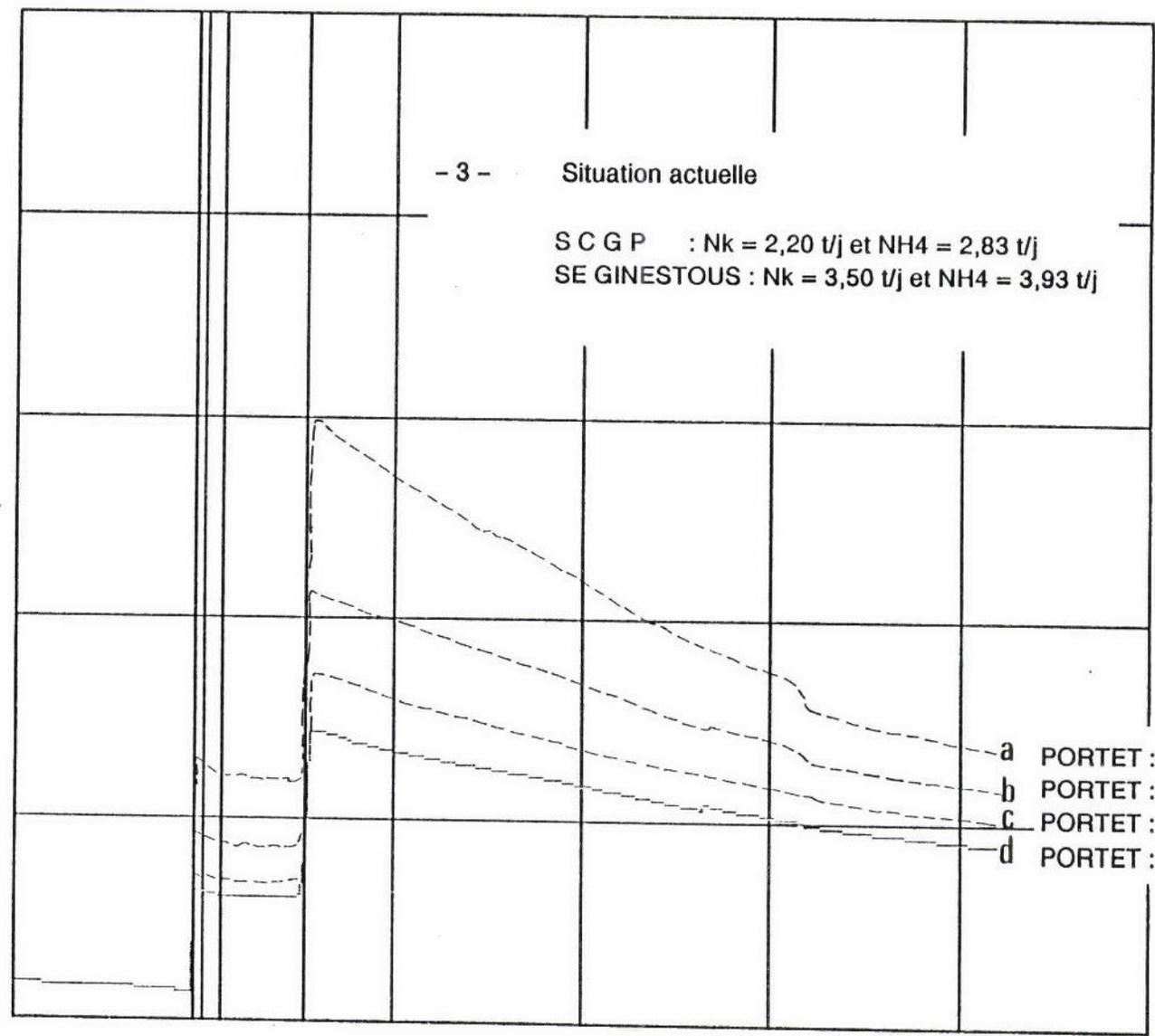
4

3

2

1

Graphique C



mètres

10000

20000

30000

40000

50000

60000

APRES 60 HEURES DE SIMULATION

mg/l

5

4

3

2

1

- 4 -

Objectif à court terme

S C G P : Nk = 1,50 t/j et NH4 = 1,93 t/j

SE GINESTOUS : Nk = 2,20 t/j et NH4 = 2,54 t/j

a
b
c
d

PORTET : 30 m3/s
PORTET : 43 m3/s
PORTET : 53 m3/s
PORTET : 61 m3/s

mètres

10000

20000

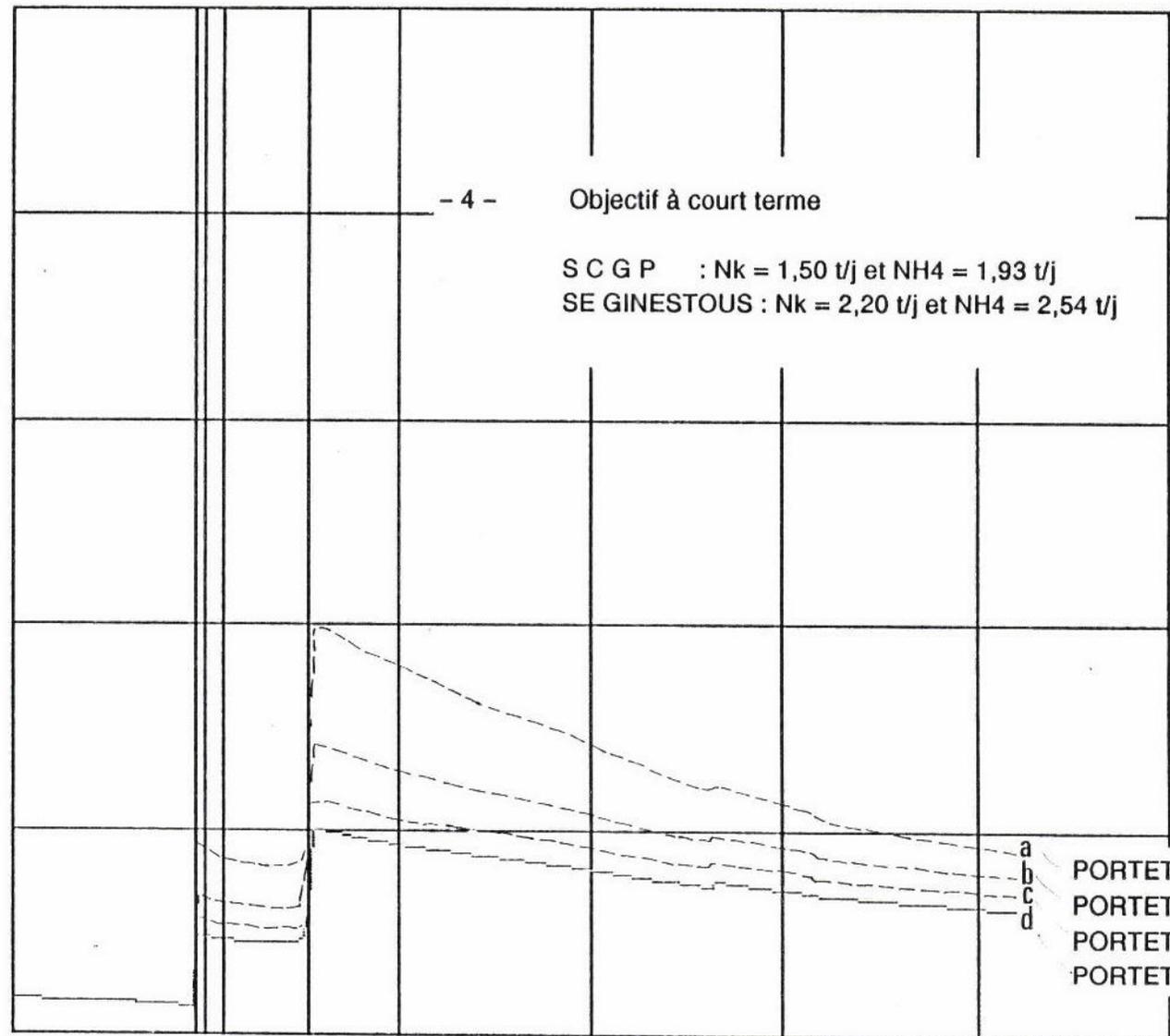
30000

40000

50000

60000

Graphique D



PROFIL EN LONG DE LA CONCENTRATION EN NH4

APRES 60 HEURES DE SIMULATION

ng/l

5

4

3

2

1

- 5 - Objectif à long terme

S C G P : Nk = 0,80 t/j et NH4 = 1,03 t/j

SE GINESTOUS : Nk = 1,20 t/j et NH4 = 1,40 t/j

PORTET : 30 m3/s

a PORTET : 43 m3/s

b PORTET : 53 m3/s

c d PORTET : 61 m3/s

mètres

10000

20000

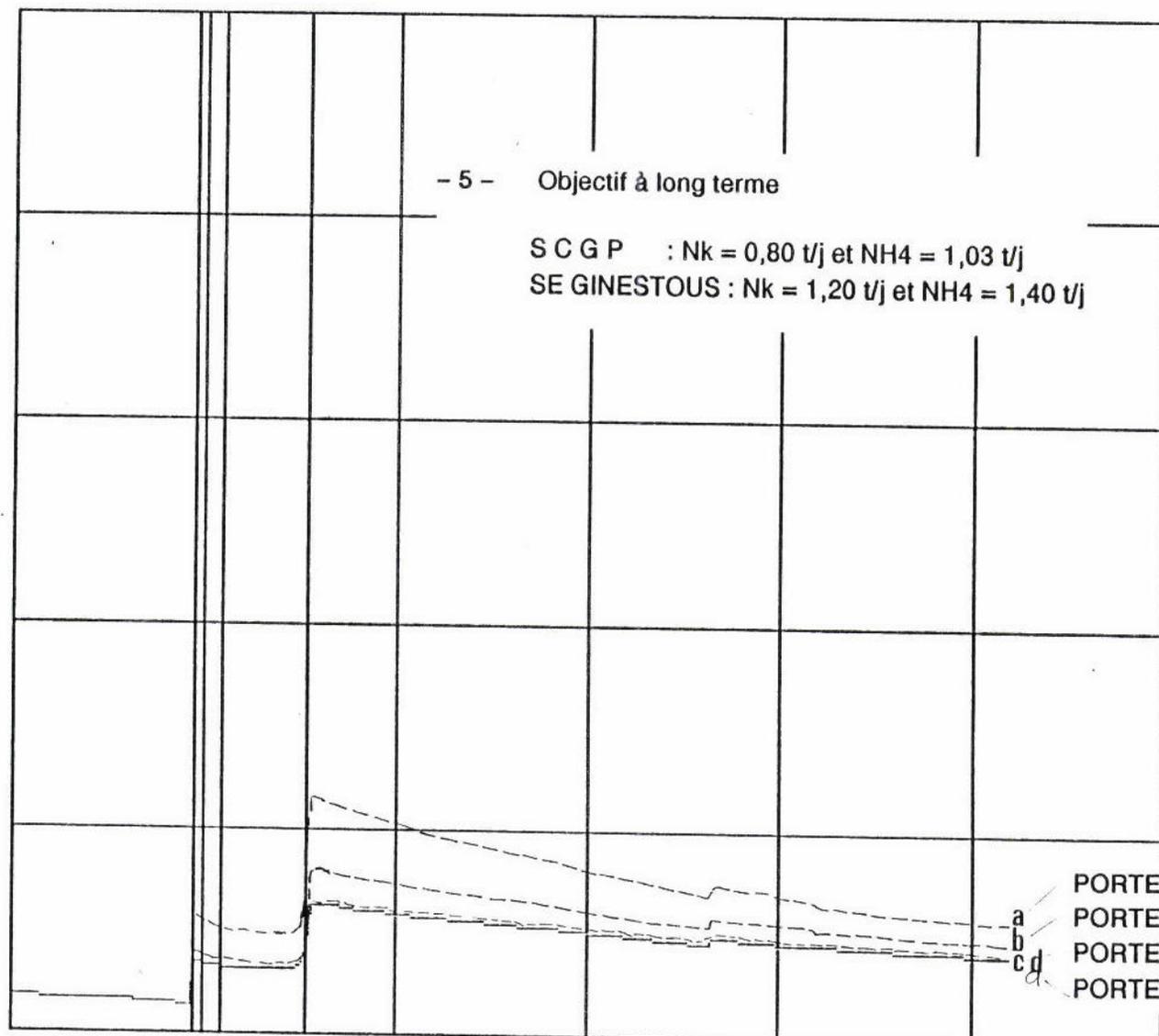
30000

40000

50000

60000

Graphique E



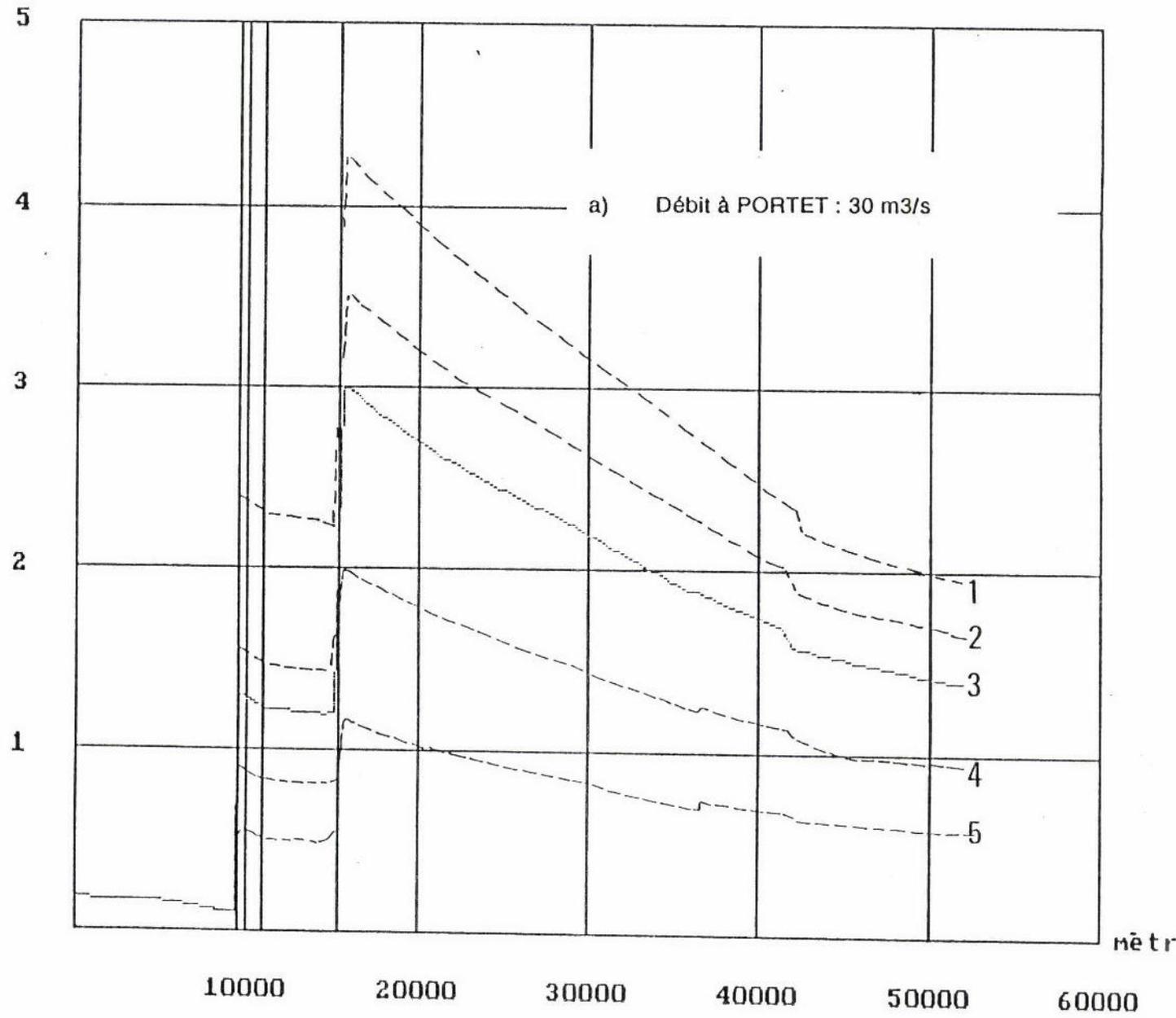
COMPARAISON DES RESULTATS DES SIMULATIONS

Incidence de la réduction des rejets
sur le profil en long de NH_4 à l'aval de Toulouse
pour chaque hypothèse de débit d'étiage

APRES 60 HEURES DE SIMULATION

mg/l

- 1 - Situation avant 1989
 S C G P : Nk = 4,38 t/j et NH4 = 5,63 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 4,10 t/j et NH4 = 4,76 t/j
- 2 - Situation 1989
 S C G P : Nk = 2,82 t/j et NH4 = 3,63 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 4,20 t/j et NH4 = 4,83 t/j
- 3 - Situation actuelle
 S C G P : Nk = 2,20 t/j et NH4 = 2,83 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 3,50 t/j et NH4 = 3,93 t/j
- 4 - Objectif à court terme
 S C G P : Nk = 1,50 t/j et NH4 = 1,93 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 2,20 t/j et NH4 = 2,54 t/j
- 5 - Objectif à long terme
 S C G P : Nk = 0,80 t/j et NH4 = 1,03 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 1,20 t/j et NH4 = 1,40 t/j



Graphique F

mg/l

5

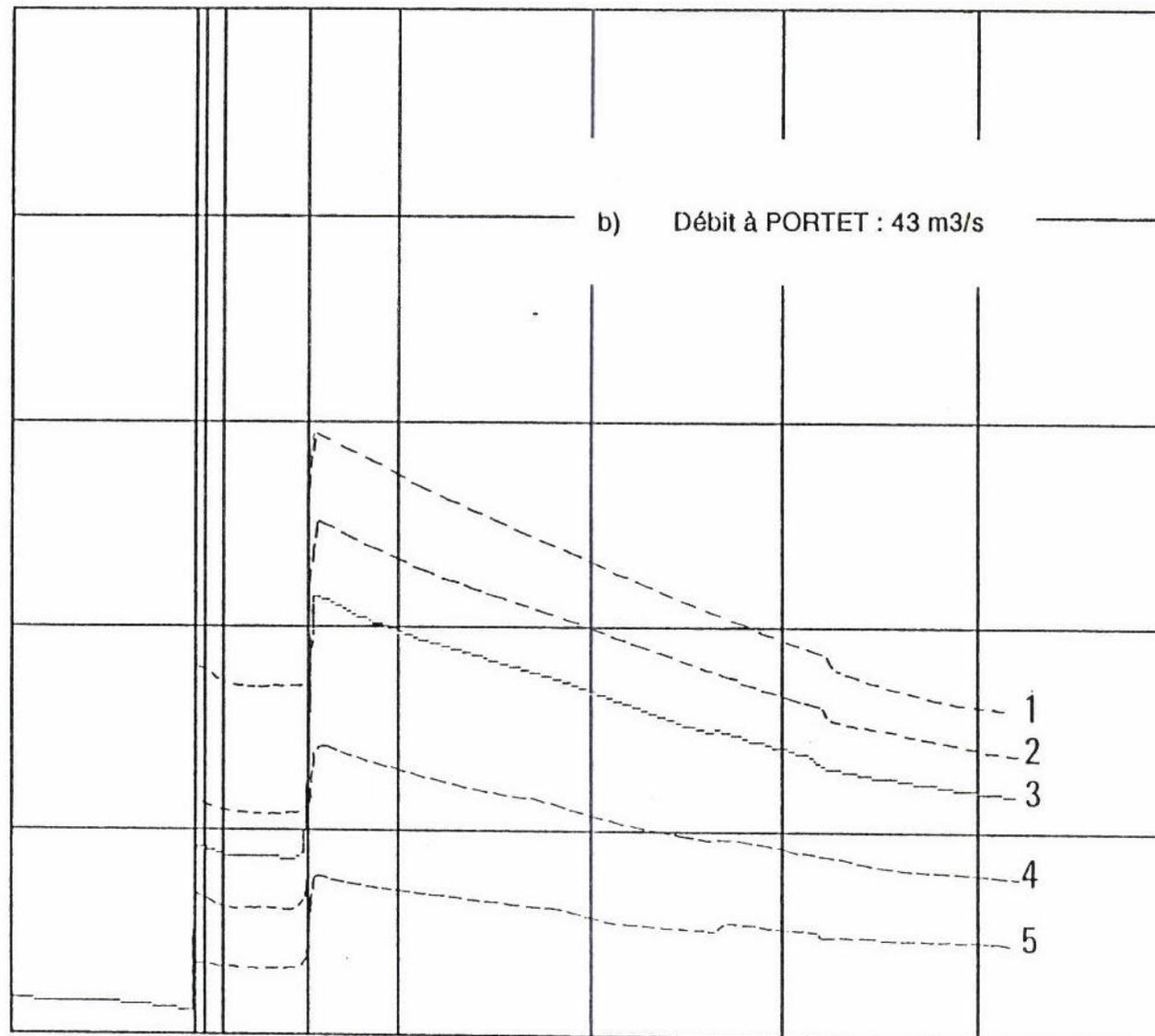
4

3

2

1

b) Débit à PORTET : 43 m³/s



mètre

10000

20000

30000

40000

50000

60000

Graphique 5

- 1 - Situation avant 1989

S C G P : Nk = 4,38 t/j et NH4 = 5,63 t/j

SE GINESTOUS : Nk = 4,10 t/j et NH4 = 4,76 t/j

- 2 - Situation 1989

S C G P : Nk = 2,82 t/j et NH4 = 3,63 t/j

SE GINESTOUS : Nk = 4,20 t/j et NH4 = 4,83 t/j

- 3 - Situation actuelle

S C G P : Nk = 2,20 t/j et NH4 = 2,83 t/j

SE GINESTOUS : Nk = 3,50 t/j et NH4 = 3,93 t/j

- 4 - Objectif à court terme

S C G P : Nk = 1,50 t/j et NH4 = 1,93 t/j

SE GINESTOUS : Nk = 2,20 t/j et NH4 = 2,54 t/j

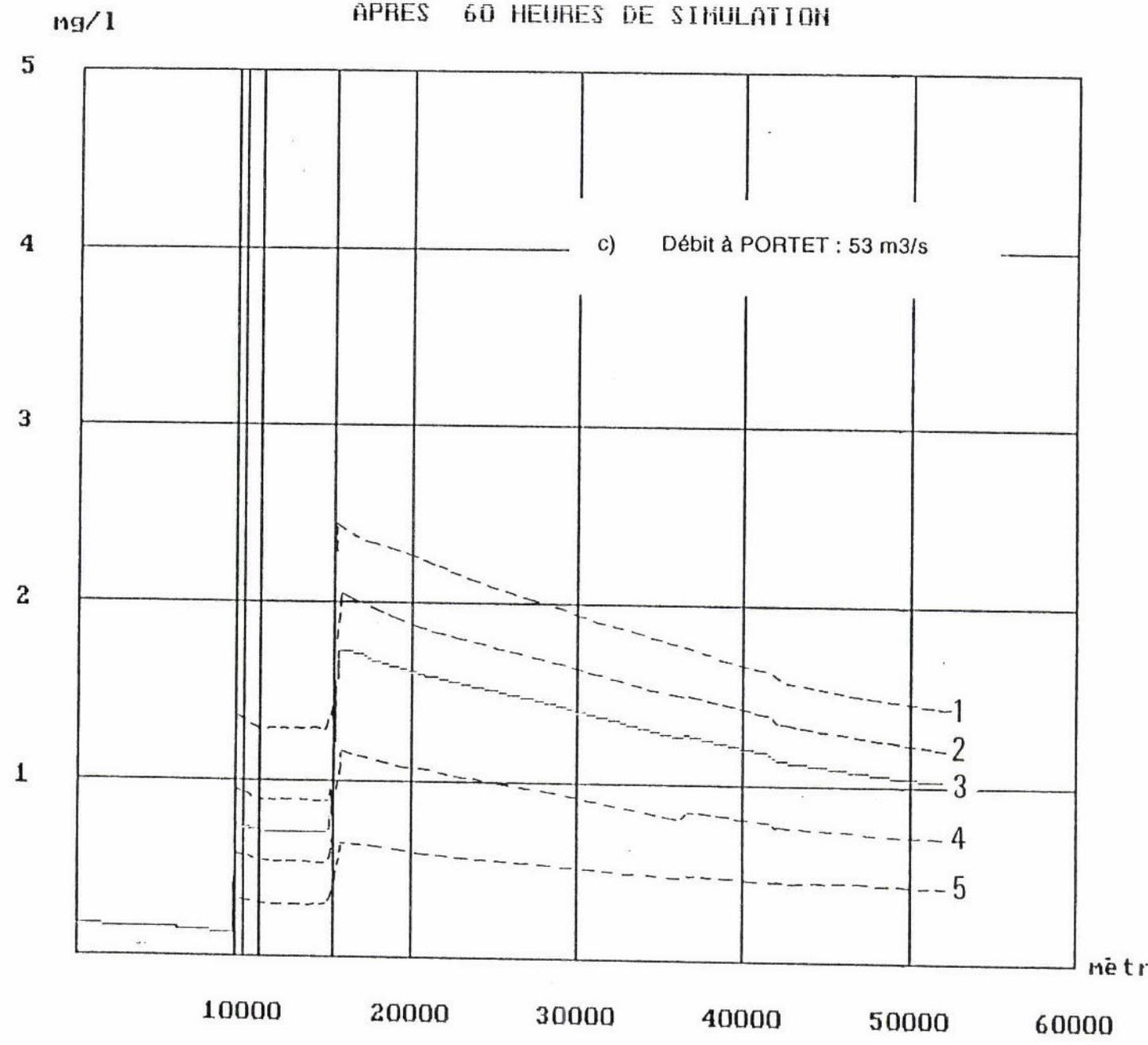
- 5 - Objectif à long terme

S C G P : Nk = 0,80 t/j et NH4 = 1,03 t/j

SE GINESTOUS : Nk = 1,20 t/j et NH4 = 1,40 t/j

APRES 60 HEURES DE SIMULATION

- 1 - Situation avant 1989
 S C G P : Nk = 4,38 t/j et NH4 = 5,63 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 4,10 t/j et NH4 = 4,76 t/j
- 2 - Situation 1989
 S C G P : Nk = 2,82 t/j et NH4 = 3,63 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 4,20 t/j et NH4 = 4,83 t/j
- 3 - Situation actuelle
 S C G P : Nk = 2,20 t/j et NH4 = 2,83 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 3,50 t/j et NH4 = 3,93 t/j
- 4 - Objectif à court terme
 S C G P : Nk = 1,50 t/j et NH4 = 1,93 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 2,20 t/j et NH4 = 2,54 t/j
- 5 - Objectif à long terme
 S C G P : Nk = 0,80 t/j et NH4 = 1,03 t/j
 SE GINESTOUS : Nk = 1,20 t/j et NH4 = 1,40 t/j



Graphique H

BIBLIOGRAPHIE

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE

- Débits des cours d'eau en Midi-Pyrénées.
Service Régional de l'Aménagement des Eaux de la Région Midi-Pyrénées.
AEAG - Sous-Direction Ressources. Oct. 1990
- La Garonne en amont du Tarn et dans la traversée de l'agglomération toulousaine - Evolution de la qualité des eaux (1980-1984).
AEAG - Service du Milieu Naturel, des Analyses, des Données et de la Documentation. Oct. 1985
- Proposition pour les flux polluants admissibles en Garonne au niveau de l'agglomération toulousaine.
AEAG - Service du Milieu Naturel, des Analyses, des Données et de la Documentation. Sept. 1990
- Sécurité de l'alimentation en eau potable de l'agglomération toulousaine. Caractéristiques des unités de distribution d'eau potable de l'agglomération.
S.E.T.U.D.E. - AEAG-Sous-Direction Ressources. Déc. 1990

INSTITUT DE MECANIQUE DES FLUIDES DE TOULOUSE (I.M.F.T.)

- Evolution des nitrates dans la Garonne - Transport des polluants dans la Garonne.
Y. BENSALD, D. GAILLY - I.M.F.T. Sept. 1987
- Modélisation mathématique de l'hydrodynamique et du transport de constituants dans les systèmes aquatiques à surfaces libres. Application à la Garonne de Muret à la confluence avec le Tarn.
L. MASBERNAT, A. LINE, M.T. PRODHOMME - I.M.F.T. Sept. 1988
- Modèle de processus de nitrification dans la Garonne à Toulouse.
A. SOUALMIA, A. LINE, L. MASBERNAT - I.M.F.T. 1989
- Modèle mathématique de la pollution azotée de la Garonne à la traversée de l'agglomération toulousaine.
Rapport de fin de contrat. I.M.F.T. Oct. 1989
- Logiciel de calcul de pollution sur la Garonne entre Portet et Verdun - Programme d'interface.
HYDRE I.M.F.T. Sept. 1990
- Notice d'utilisation du logiciel de calcul de pollution sur la Garonne entre Portet et Verdun.
HYDRE I.M.F.T. Sept. 1990

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES (I.N.S.A.)

- Recherche des vitesses de nitrification dans la Garonne.
B. CAPDEVILLE, K.M. NGUYEN. U.R.T.B. I.N.S.A. Janv. 1989
- Résultats préliminaires nitrification.
Garonne. B. CAPDEVILLE, K.M. NGUYEN. U.R.T.B. I.N.S.A. Janv. 1989

- Biological Wastwater Treatement - Theory and Application.
C.P. LESLIE, GRADY, JR. and HENRY C. LIM. PURDUE UNIVERSITY. West
Lafayette. Indiana.

- Determination of Kinetic Constants Nitrifying Bacteria in Mixed Culture,
with the aid of an Electronic Computer.
G. KNOWLES, A.L. DOWLING and M.J. BARRETT. Sept. 1964

CONSULTATION DES DONNEES

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE - Sous-Direction Pollution

- S.C.G.P. : Relevé d'autocontrôle des pertes journalières en t/j. Azote Ammoniacal - Azote Total (1986-1990)
- S.N.P.E. : Tableaux d'autocontrôle journalier des secteurs d'activités polluantes. Division Chimie (1988-1990)
- Chiffres de Redevance concernant les Volumes des Prélèvements et des Rejets de S.C.G.P. et de S.N.P.E. (1986-1990)
- Historique des Bilans des Stations d'Epuration de Toulouse, Blagnac, Fenouillet et Beauzelle (1985-1991)

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE - Sous-Direction Ressources

- Débits Moyens Journaliers en m³/s de la Garonne à Portet Bac, Verdun et du Touch à Saint-Martin-du-Touch (1988-1990) - Service Hydrologique Centralisateur de Toulouse
- Débits Moyens Journaliers en m³/s de la Save à Larra (1987-1989). C.A.C.G.
- Fichiers des Débits Moyens Mensuels et des Débits Moyens Journaliers - Graphiques des fréquences d'apparition (1910-1984)

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE - Service du Milieu Naturel, des Analyses, des Données et de la Documentation

- Base de Qualité des Eaux Superficielles (Q.E.S.)
- Concentrations en fonction du Débit - Edition graphique à partir des fichiers Q.E.S.
- Courbe de Tarage à Verdun - S.H.C. Garonne - Avril 91
- Débit d'alimentation du Canal Latéral (1979-1990) - Service de la Navigation
- S.N.P.E. : Tableaux d'exploitation journalière de la centrale hydro-électrique du Bras de la Loge - Service Energie (1990-1991)
- Cantons Centre et Nord - Tableaux des relevés de NH₃ dans l'eau brute de la Garonne et du Canal Latéral.