

6540

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET

- 6.1.1985

BOURGOGNE

HYDROGEOLOGIE DU BASSIN
KARSTIQUE DE LA NORGES

V. DUBOIS

CITE ADMINISTRATIVE DAMPIERRE

SA03-85-001

SA 03 / 85

SA03-85-001



HYDROGÉOLOGIE DU BASSIN

KARSTIQUE DE LA NORGES

(Côte d'Or)

Véronique DUBOIS

AVRIL 1985

INTRODUCTION

BUT DE L'ETUDE - PLAN DE L'ETUDE

SITUATION GEOGRAPHIQUE

CADRE GEOLOGIQUE, STRUCTURAL, GEOMORPHOLOGIQUE

1ère PARTIE

CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN DE LA NORGES

I. HYSOMETRIE	page 4
II. HYDROGRAPHIE	page 4
III. LITHO-STRATIGRAPHIE.....	page 4
1. <u>Jurassique moyen</u>	
1.1. Calcaires compacts à faciès comblanchoïde	
1.2. Calcaires bioclastiques et oolithiques	
2. <u>Jurassique supérieur</u>	
2.1. Oolithe ferrugineuse	
2.2. Calcaire marneux (faciès Argovien)	
2.3. Calcaire récifaux (faciès rauracien)	
2.4. Calcaire compact (faciès séquanien)	
2.5. calcaire et marnes à <i>Exogyra virgula</i>	
2.6. Calcaire fin compact ou à tubulures	
3. <u>Crétacé</u>	
3.1. Sable glauconieux et ferrugineux	
3.2. Argiles panachées	
3.3. Marnes du cénoomanien - Craie du cénoomanien et du Turonien	
4. <u>Tertiaire</u>	
4.1. Calcaires lacustres	
4.2. Complexe Saumon du Dijonnais	
5. <u>Formations superficielles</u>	
5.1. Formations superficielles plio-quadernaires	
5.2. Complexe alluvial de la Norges	
5.3. Remplissage des vallées sèches et secondaires	
IV. GEOMORPHOLOGIE	page 9
Les vallées principales	
les vallées secondaires	

V. STRUCTURALE page 10

1. Généralités
2. Le compartiment N.W
3. le compartiment S.E
4. Pendages
5. Ondulations
6. Direction des Failles
7. Le karst
 - 7.1. Etude des directions karstiques - âge du karst
 - 7.2. Phénomènes karstiques
 - 7.3. Rôle des vallées sèches
8. Conclusion

VI. CARACTERES HYDROGEOLOGIQUES page 14

1. Aquifères potentiels
 - 1.1. Les formations alluviales
 - 1.2. Les formations calcaires
 - 1.3. Conclusion
2. Exploitations actuelles
 - 2.1. Captages dans les alluvions
 - 2.2. Captages dans les calcaires
 - 2.3. Captage d'alimentation en eau potable de Norges la Ville
 - 2.3.1. Généralités
 - 2.3.2. Débit d'exploitation
 - a. Débit moyen annuel
 - b. Débit moyen mensuel

2ème PARTIE

ETUDE DETAILLEE D'UN SOUS-BASSIN :
LE SYSTEME AQUIFERE DE LA NORGES

I. DELIMITATION GEOGRAPHIQUE DU SECTEUR..... page 21

II. CONTEXTE GEOLOGIQUE..... page 21

1. Lithologie
2. Structure
 - 2.1. Analyse des pendages
 - 2.2. Géométrie du réservoir
 - Limites du système
 - 2.3. Conclusion

1. Caractéristiques principales hydrologiques

Caractéristiques de la station de Norges

1.1. Apports moyens annuels

1.1.1. Valeurs moyennes

Coefficient d'écoulement
Coefficient régional
Comparaison inter-bassin
Estimation de l'anomalie

1.1.2. Variabilité des apports annuels

Coefficient de variabilité
Ajustement statistique des débits moyens annuels

1.2. Apports moyens mensuels

1.2.1. Valeurs moyennes

Répartition mensuelle des apports : comparaison entre
cours d'eau

1.2.2. Variabilité des apports mensuels

1.3. Débits d'étiage

1.4. Conclusion

2. Caractéristiques hydrogéologiques

2.1. Tarissement

2.1.1. Crues "de printemps"

2.1.2. Crues "d'automne"

2.2. Emmagasinement

Volume de transit

2.3. Conclusion

3. Essai de bilan

3.1. Généralités

3.1.1. Entrées-Sorties

3.1.2. Méthodologie

3.2. Bilans annuels

3.2.1. Méthode de Thornthwaite

a. Expression du bilan
b. Evaluation des paramètres
c. Résultats

3.2.2. Bilan par le débit des sources

- a. Expression du bilan
- b. Evaluation des paramètres
- c. Résultats

Mise en évidence de l'anomalie par comparaison des déficits d'écoulement calculés sur différents bassins.

- d. Conclusion

3.2.3. Variation des apports

3.3. Bilans mensuels

3.3.1. Méthode de Thornthwaite

Indices saisonniers

3.3.2. Bilan par le débit des sources

Indices saisonniers

3.3.3. Conclusion

4. Conclusion de l'étude hydrogéologique

4.1. Ressources

4.1.1. Apports moyens, répartition temporelle

4.1.2. Débit exploitable

4.1.3. Conclusion

4.2. Provenance des apports extérieurs

IV. QUALITE DE L'EAU page 51

1. Les eaux souterraines

1.1. Qualité générale de l'eau

1.2. Evolution des nitrates au cours d'un cycle hydrologique

1.3. Conclusion

2. Les eaux superficielles

2.1. Analyses chimiques

2.2. Analyse hydrobiologique - indice biotique

V. VULNERABILITE page 55

1. Eléments protecteurs

2. Pollution potentielle

3. Protection à assurer

3ème PARTIE

CONCLUSION GENERALE

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 - Situation géographique
- Figure 2 - Cadre géologique
- Figure 3 - Cadre tectonique régional
- Figure 4 - Limite du secteur
- Figure 5 - Hypsométrie
- Figure 6 - Hydrographie
- Figure 7 - Schéma lithologique
- Figure 8 - Série litho-stratigraphique
- Figure 9 - Schéma géomorphologique
- Figure 10 - Schéma des grandes unités structurales
- Figure 11 - Répartition quantitative des directions de failles
- Figure 12 - Orientation des failles et des grottes -
feuille de Dijon 1/80 000
- Figure 13 - Schématisation du mode d'émergence de l'exutoire de la Norges
- Figure 14 - Plan de situation du captage
- Figure 15 - Syndicat de Clenay-Saint-Julien
- Figure 16 - Bassin versant de la Norges à Norges-le-Bas
- Figure 17 - Lithologie (Bassin de la Norges à Norges)
- Figure 18 - Source de la Norges : environnement géologique et structural
- Figure 19 - Hauteurs moyennes des précipitations (1951-1980)
- Figure 20 - Distribution des apports annuels
- Figure 21 - Comparaison des débits moyens mensuels
- Figure 22 - Comparaison des débits relatifs moyens mensuels
- Figure 23 - Distribution fréquentielle des débits moyens mensuels
- Figure 24 - Ajustement des Q.M.N.A.
- Figure 25 - Schématisation du comportement hydrodynamique d'une source
karstique
- Figure 26 - Hydrogramme (19/2/1976 au 10/9/1976)
- Figure 27 - Hydrogramme (19/2/1976 au 10/9/1976)
- Figure 28 - Hydrogramme (26/3/1978 au 1/10/1978)
- Figure 29 - Hydrogramme (26/9/1976 au 31/12/1976)

- Figure 30 - Comportement des crues de la Norges
- Figure 31 - Variation des débits moyens mensuels (1971-1983)
- Figure 32 - Comparaison des valeurs d'évaporation et d'évapotranspiration
- Figure 33 - Evolution des éléments du bilan (1971-1984)
- Figure 34 - Analyses statistiques des pluies mensuelles et annuelles
- Figure 35 - Variation des éléments du bilan au cours de l'année hydrologique moyenne
- Figure 36 - Fonctionnement de l'aquifère au cours d'un pompage
- Figure 37 - Diagramme $Q_j = f(Q_{ex})$
- Figure 38 - Evolution des teneurs en nitrate au cours d'un cycle hydrologique
- Figure 39 - Analyses chimiques et biologiques des eaux de surface
- Figure 40 - Grille multi-usages
- Figure 41 - Tableau général des bornes des classes retenues
- Figure 42 - Indices biotiques
- Figure 43 - Occupation des sols

Annexe : Carte structurale - Echelle 1/50 000 -

BUT DE L'ETUDE - PLAN DE L'ETUDE

La banlieue dijonnaise en pleine expansion atteint actuellement les communes situées au Nord de Dijon dont le caractère rural et la proximité avec la capitale bourguignonne favorisent le développement des maisons individuelles auquel vient s'ajouter parallèlement l'implantation de nouvelles infrastructures culturelles et sportives.

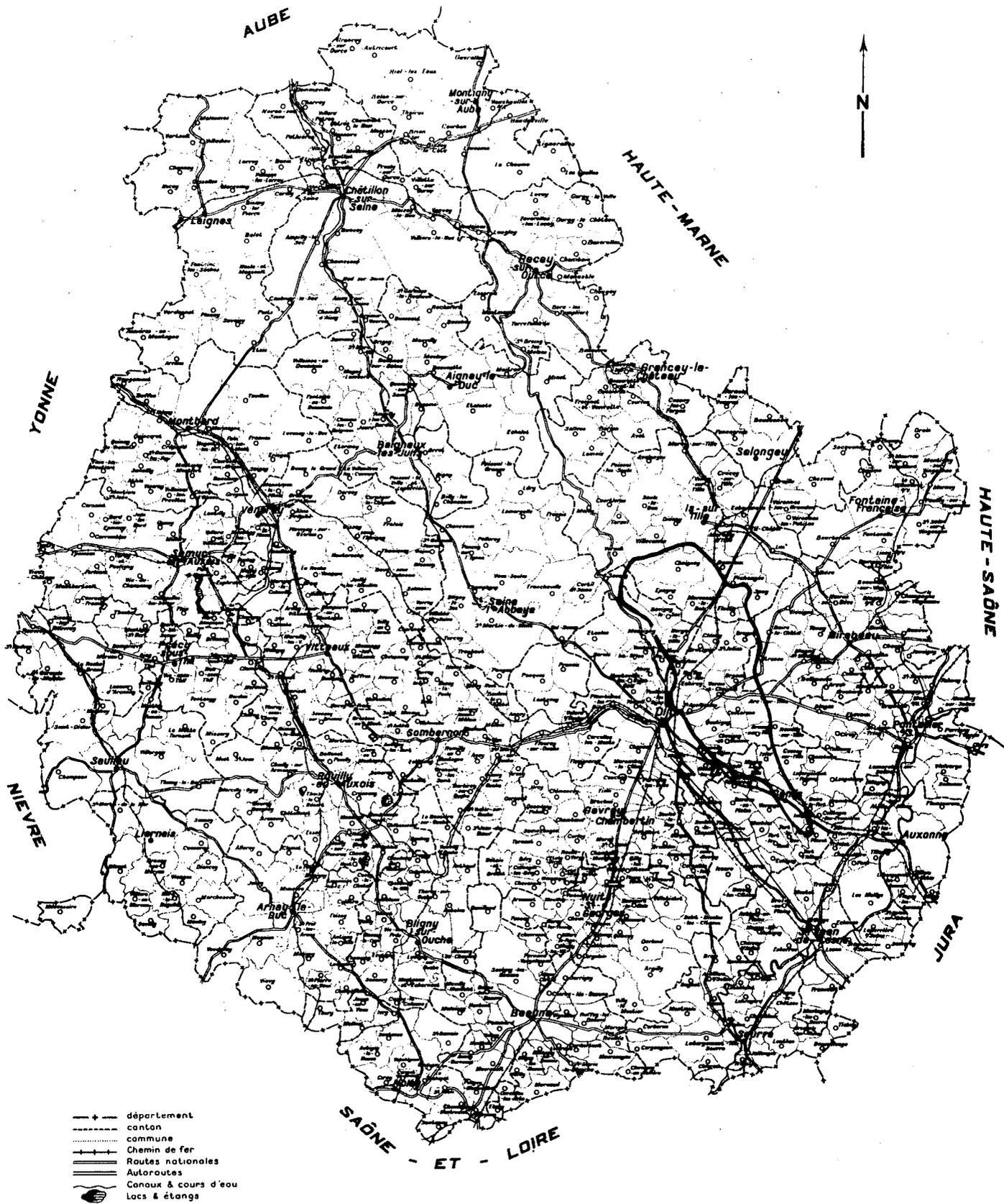
Les besoins en eau grandissant, le syndicat de Clenay-Saint-Julien regroupant 10 communes et dont le principal puits de captage se situe à Norges-la-Ville, s'interroge sur les possibilités d'alimentation en eau de ses futurs abonnés.

La Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt a donc entrepris une étude dans le but d'évaluer les ressources en eau du bassin de la Norges en amont du point de captage, qui depuis sa mise en service en 1959 est exploité sans que les potentialités aquifères du réservoir aient été définies.

Cette étude fait l'objet de ce rapport qui comprend :

- la détermination géométrique du réservoir
- l'évaluation des ressources
- l'analyse qualitative de l'eau et une approche de la vulnérabilité de l'aquifère.

La conclusion générale synthétise les connaissances acquises.



BASSIN DE LA NORGES
SITUATION GEOGRAPHIQUE

CADRE GEOLOGIQUE, STRUCTURAL, GEOMORPHOLOGIQUE

Le bassin de la Norges se situe dans la zone de raccordement entre le flanc Sud-Est de l'anticlinal du seuil de Bourgogne et le fossé tectonique bressan drainé par la Saône.

A une région de plateaux entaillés par des vallées profondes, succède une région plane au relief empâté par le complexe alluvial de la Saône et de ses affluents.

De part sa position, le bassin étudié présente les caractéristiques de ces deux unités fondamentales de la géologie bourguignone : les calcaires jurassiques affleurent dans la partie amont du bassin sous forme de compartiments étroits limités par de nombreuses fractures de direction Nord-Est - Sud-Ouest. Ils s'enfoncent et disparaissent rapidement au Sud de Norges sous les formations plus récentes du Crétacé-Tertiaire, elles-mêmes recouvertes en grande partie par les alluvions du système Tille-Norges.

BASSIN DE LA NORGES

CADRE GEOLOGIQUE

(In guide géologique Bourgogne-Morvan P.RAT 1972)

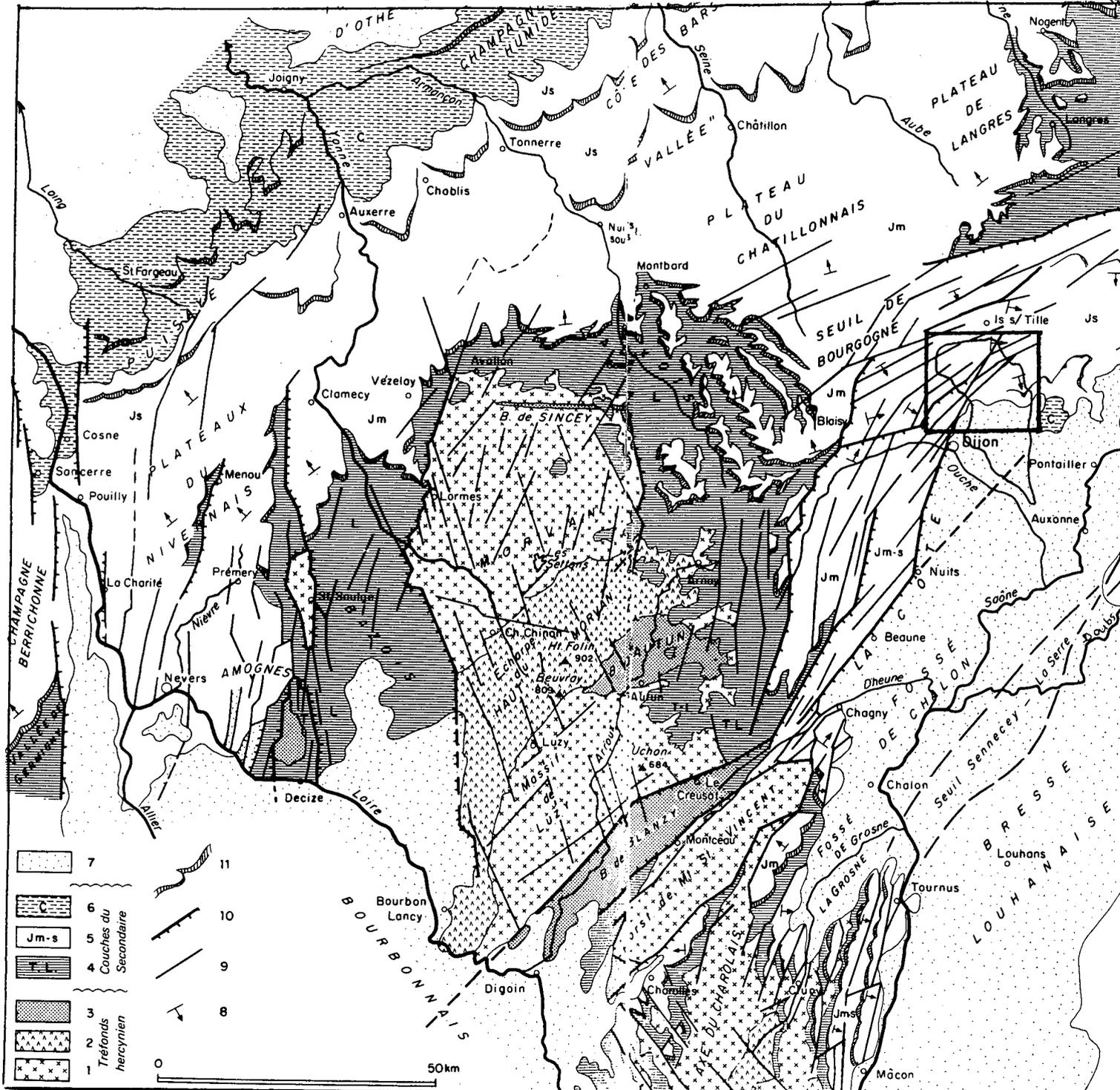
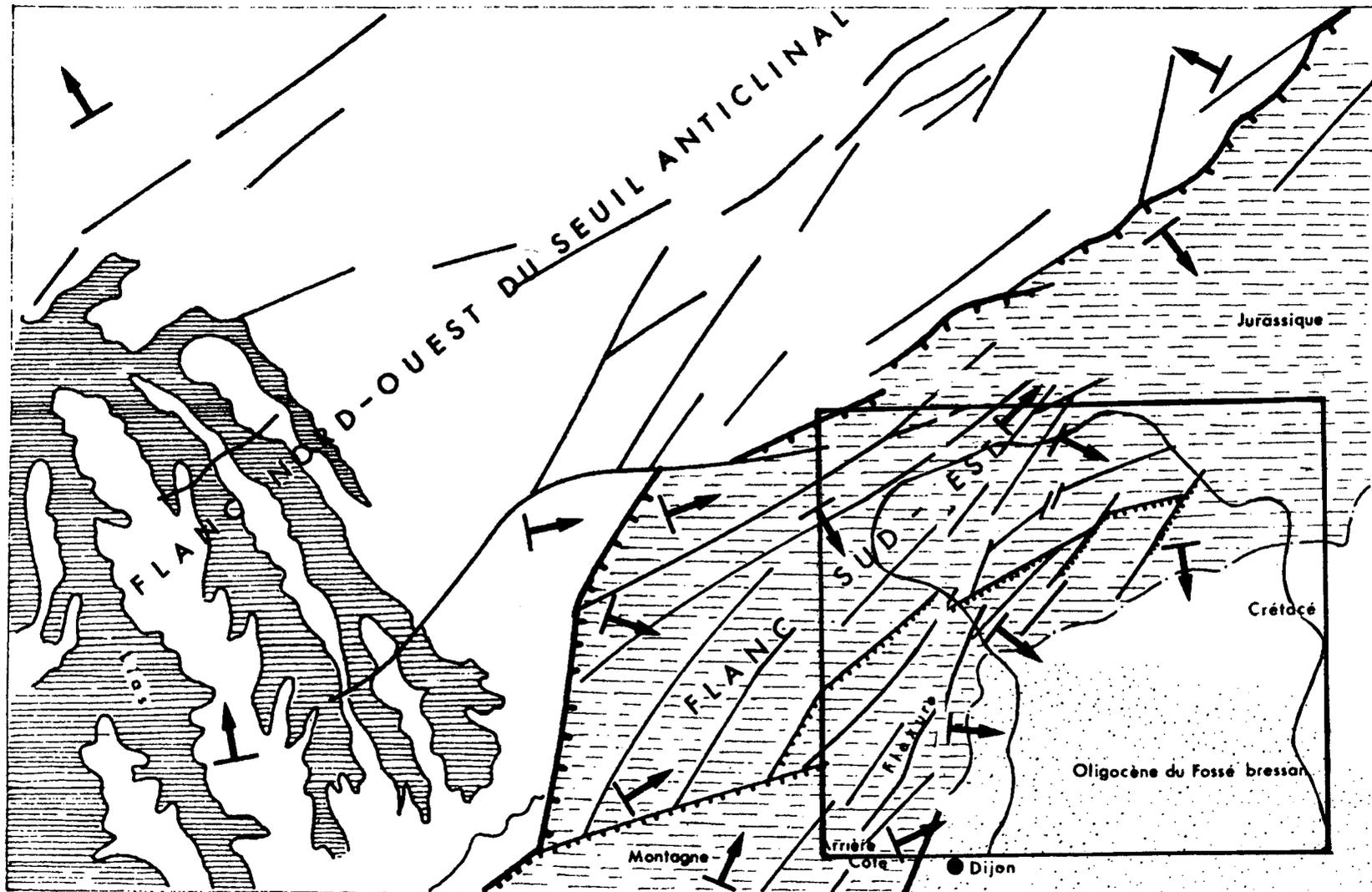


Schéma géologique de la Bourgogne.

Terrains. - I. **Socle hercynien** : 1 : Roches cristallines et cristallophylliennes. - 2 : Formations primaires antérieures aux bassins houillers (Dévonien, Dinantien). - 3 : Bassins houillers et permians ; II. **Série marine du Secondaire** : 4 : Trias (T) et surtout Lias (L) bien développé dans les dépressions péri-morvandelles. - 5 : Jurassique (plateaux calcaires : Jm, Jurassique moyen ; Js, Jurassique supérieur). - 6 : Crétacé ; III. **Formations continentales récentes**. - 7 : Bassins et épandages du Tertiaire.

Structure et morphologie. - 8 : Plongements des terrains. - 9 : Failles (toutes ne sont pas figurées). - 10 : Failles jouant un rôle structural ou morphologique important (les crans sont du côté du compartiment abaissé). - 11 : Principales côtes monoclinales (cuestas).



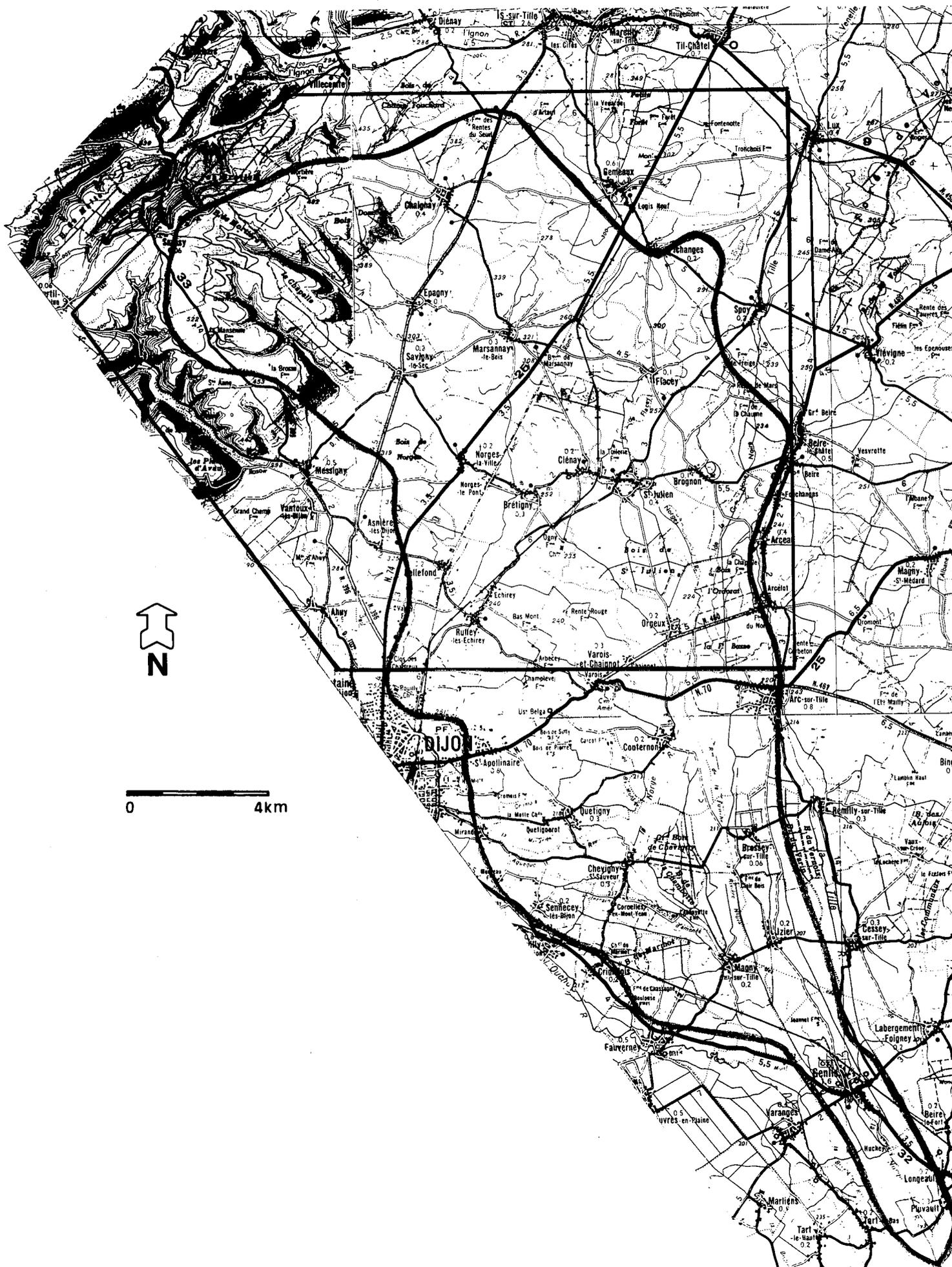
Cadre tectonique régional

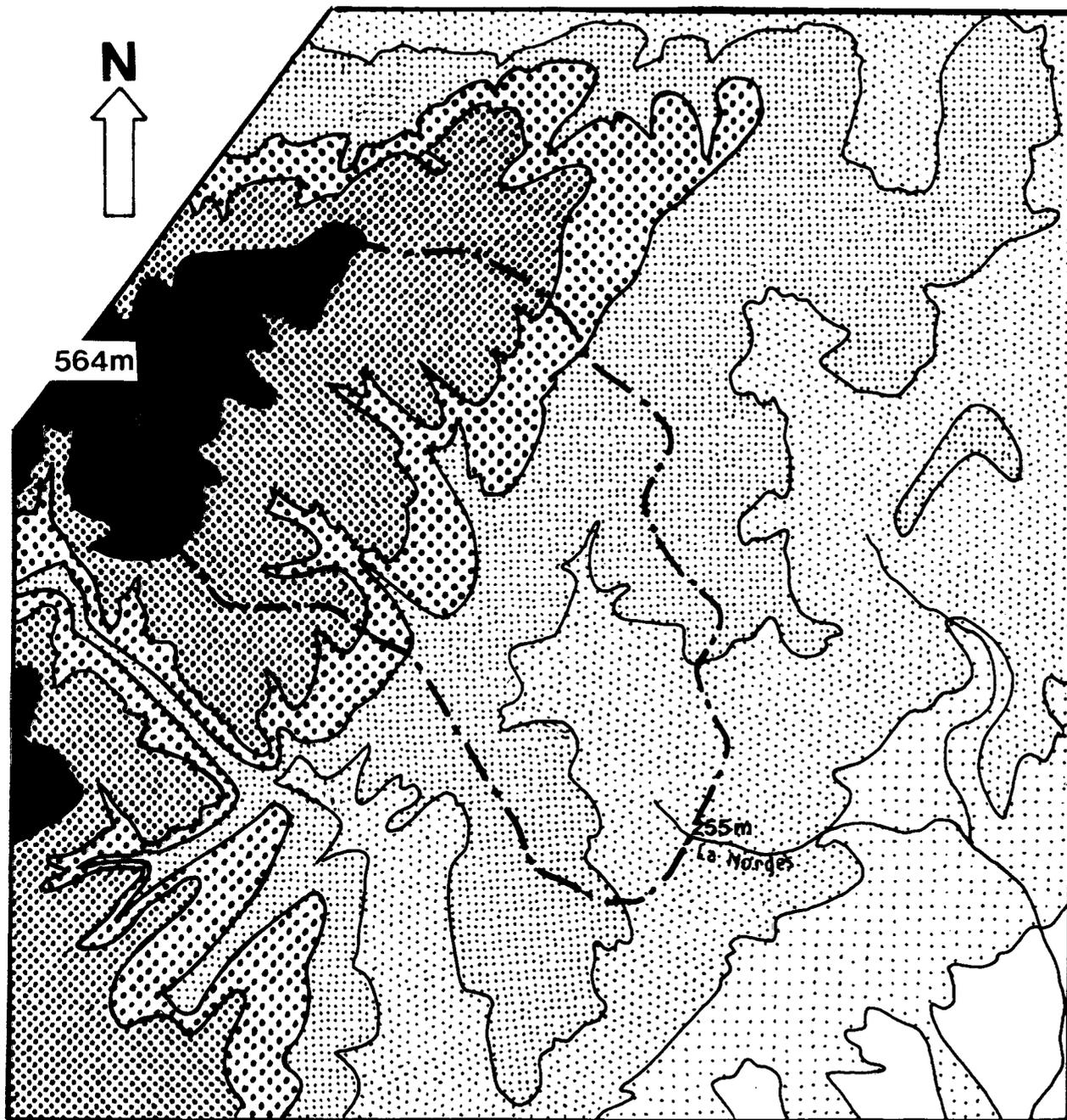
D'après le schéma structural de la carte géologique de Dijon au 1/80 000 par P. RAT (1966)

1ère PARTIE

CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN DE LA NORGES

Limite du secteur étudié





HYPSONOMETRIE

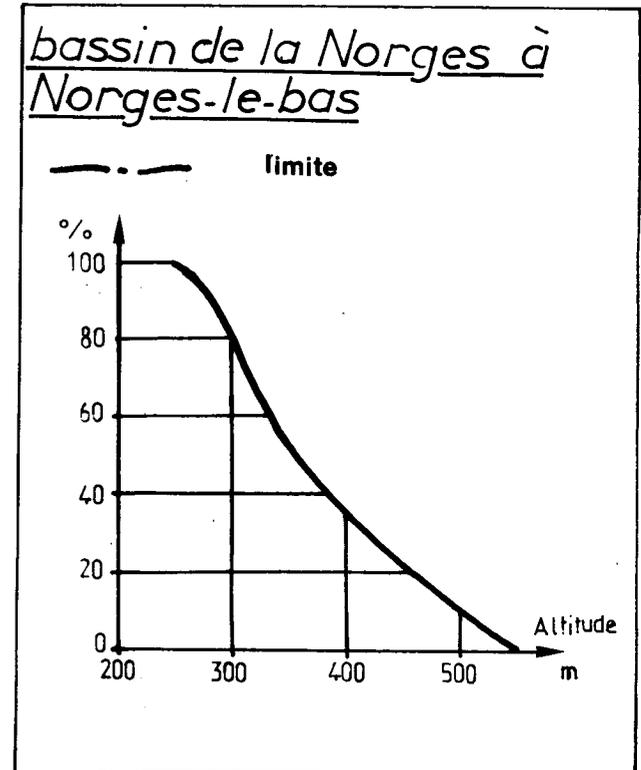
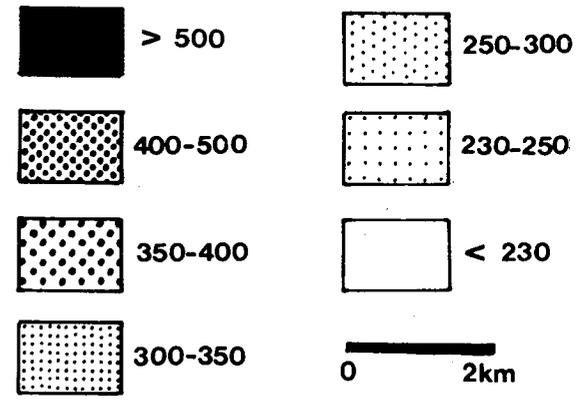
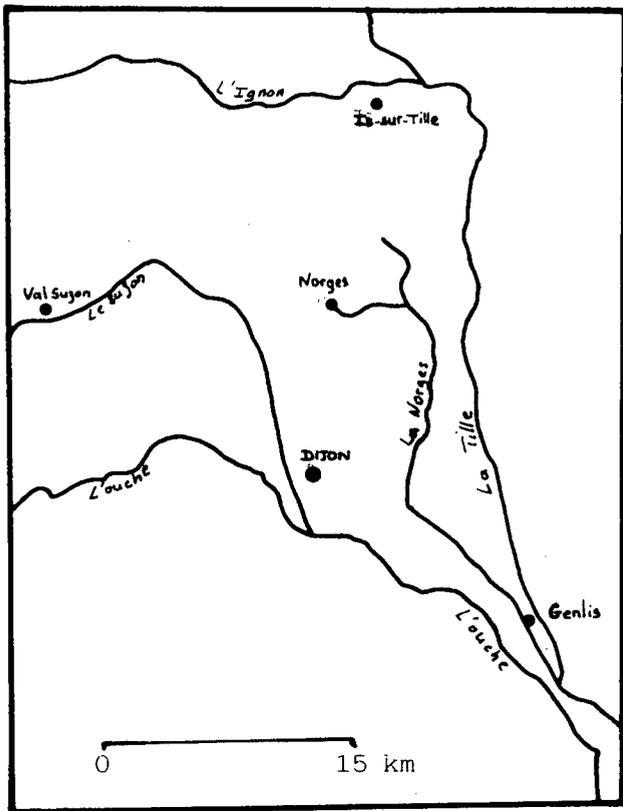
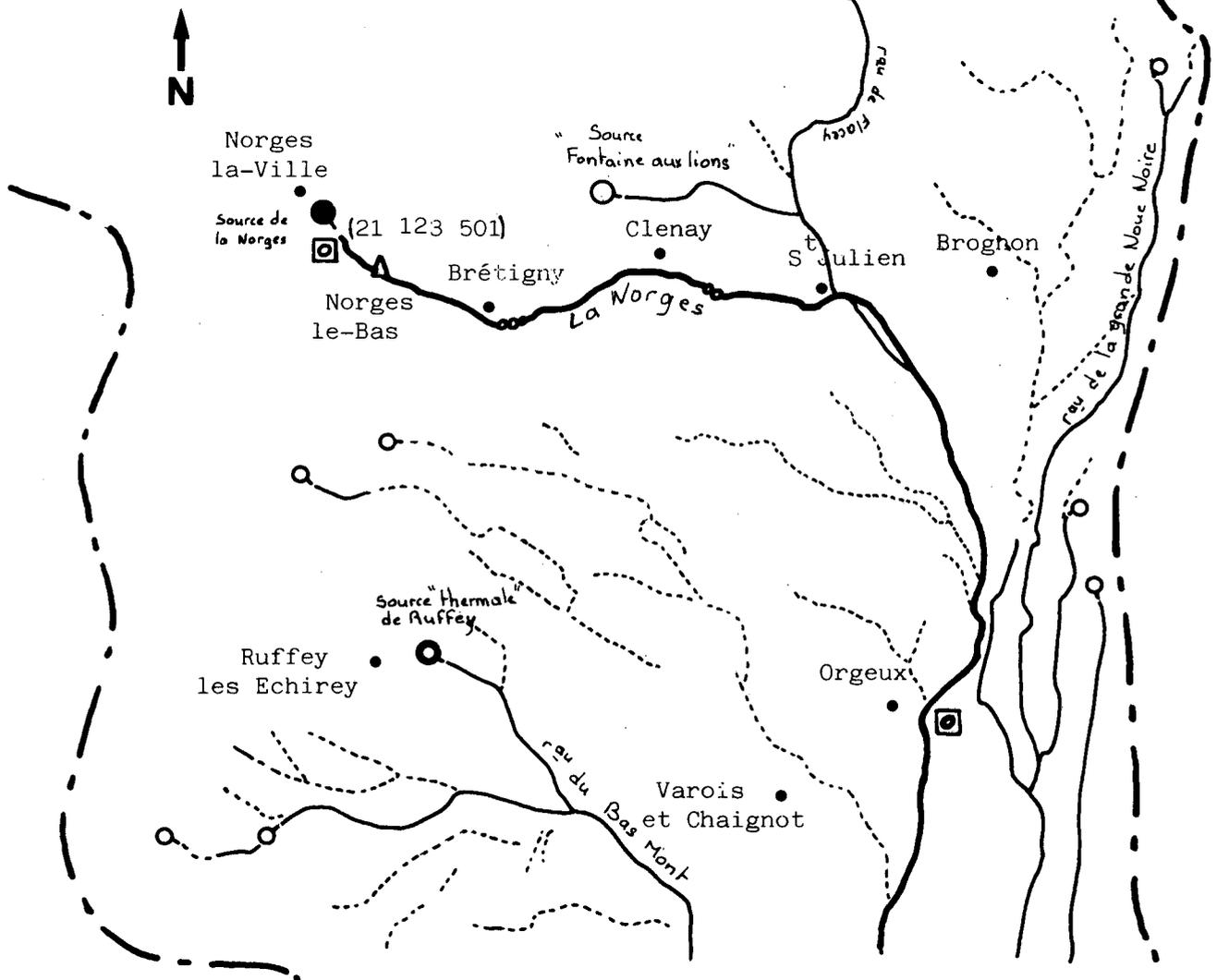


fig.5

HYDROGRAPHIE



- - - - - Limite de bassin versant
- Source karstique
- Source de terrain poreux
- cours pérenne
- - - - - cours non pérenne
- zone de perte
- ☐ captage A.E.P.
- △ Station de jaugeage (N°)



I - HYPOMETRIE

Du Nord-Ouest au Sud-Est, les altitudes décroissent, d'abord rapidement au niveau des formations calcaires, puis plus progressivement à l'approche des plaines alluviales de la Norges et de la Tille.

L'altitude moyenne du secteur se situe entre 300 et 350 m avec un maximum de 564 m vers SAUSSY et un minimum de 220 m à l'aval d'ORGEUX (fig. 5).

II - HYDROGRAPHIE

La Norges prend naissance à Norges la Ville à une altitude de 257 m et se jette dans la Tille à la hauteur de Pluvault à environ 5 km au Sud de Genlis après un parcours de près de 45 km.

Au Nord d'Orgeux, elle reçoit en rive gauche le ruisseau de Flacey alimenté par le ruisseau de Gueux et le ruisseau de la Fontaine aux Lions.

Un réseau de cours d'eau temporaires installé sur les formations tertiaires vient grossir la rivière à l'aval de Saint Julien en période de hautes eaux ou après de fortes précipitations (fig. 6).

Le ruisseau de la Grande Noue Noire et le ruisseau du Bas Mont rejoignent la Norges au sud d'Orgeux, à Magny sur tille pour le premier sous le nom de Rivière Neuve, au nord de Chevigny Saint Sauveur pour le second.

Des zones de perte, peu importantes, sont signalées à l'amont de Brétigny et à l'aval de Clenay sans grandes conséquences sur l'écoulement de surface.

III - LITHO-STRATIGRAPHIE

(D'après la notice de la feuille de Mirebeau 1978 - 1/50 000 - La thèse de G. DORET 1972, la thèse de A. PASCAL 1971)

La partie amont du bassin de la Norges est essentiellement constituée par les terrains du Jurassique supérieur, les plus anciens affleurant au Nord-Ouest, les plus récents leur succédant à partir de la ligne Savigny-Pichanges avant de s'enfoncer sous les formations du Crétacé-Tertiaire au niveau de Norges la Ville (schéma lithologique fig. 7).

Etude stratigraphique

1. Jurassique moyen

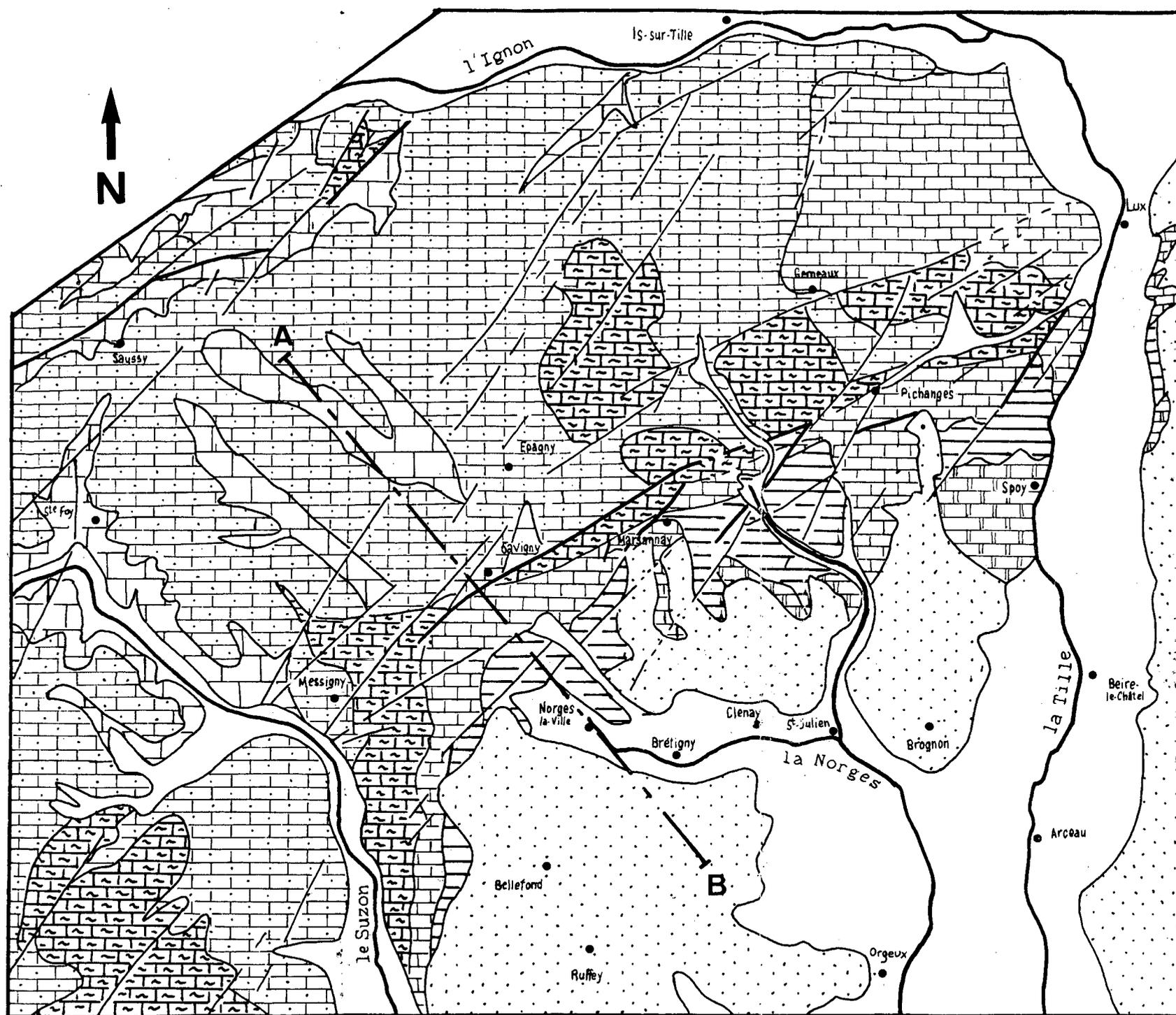
1.1. Calcaires compacts à faciès comblanchoïde : Bathonien moyen J^{2b}

C'est un calcaire sublithographique très pur à éléments jointifs unis soit par une matrice micriïque, soit par un ciment plus largement cristallisé (sparite), reposant sur les calcaires oolithiques.

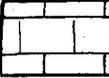
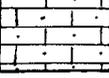
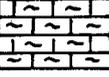
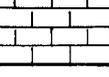
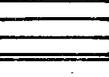
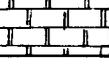
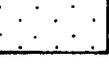
Les bancs épais, riches en oncolites alguaire et à nombreux joints stylolithiques, lui confèrent un aspect massif.

Au sommet de ces calcaires, une surface de discontinuité, perforée, à encroutement ferrugineux, témoigne d'un arrêt de sédimentation.

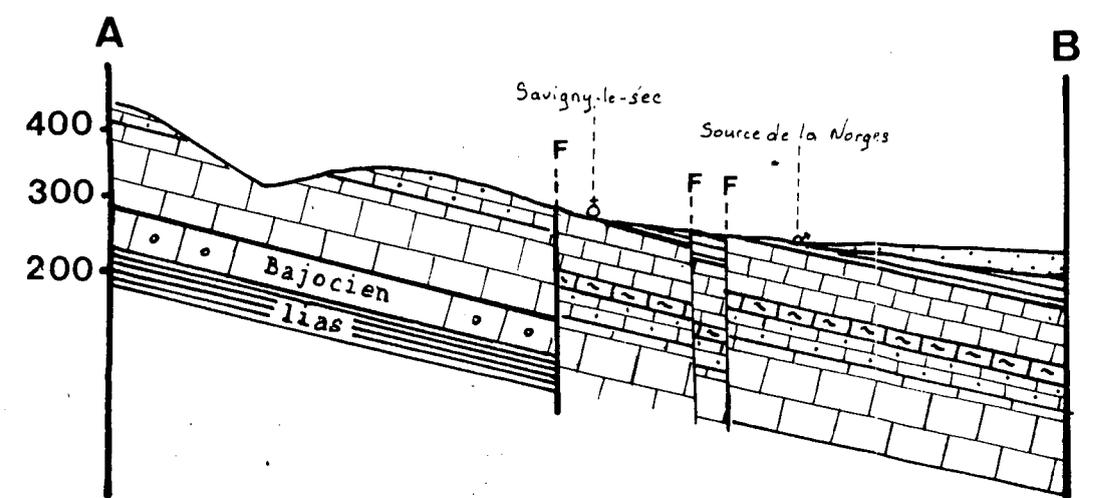
Fig.7



SCHEMA LITHOLOGIQUE

-  Calcaire massif Bathonien j²⁰
-  Calcaire oolithique: "dalle nacrée" Callovien j^{2c-3}
-  Calcaire marneux: faciès Argovien Oxfordien moyen j⁵
-  Calcaires récifaux et compacts Oxf. sup - Kimmeridgien j⁶⁻⁷
-  Calcaire marneux Kimmeridgien j⁸
-  Calcaire à tubulures Portlandien j⁹
-  Formations à caractère argileux Crétacé - Tertiaire - Quaternaire
-  Alluvions
-  Faille de rejet sup. à 75 m

D'après les cartes géologiques au 1/50 000 de Mirebeau et S-Seine-L'Abbaye(provisoire)



Ces calcaires n'affleurent que sur les flancs des vallées : Combe de Vernot (Nord de Saussy), vallée du Suzon, Combe d'Epagny, Combe Froide Vau, situées au Nord Ouest et à l'ouest du secteur.

Epaisseur estimée : 60 m

1.2. Calcaires bioclastiques et oolithiques (faciès dalle nacrée) :
Bathonien terminal - Callovien moyen J^{2c-3}

Cette série comprend essentiellement 3 niveaux ; on distingue de bas en haut :

- les calcaires oolithiques et bioclastiques (faciès grenu : 15-20 m) avec altération en dalle, parmi lesquels s'intercalent des marnes à Digonnelles d'épaisseur variable (0 à 2 m) marquant le passage du Bathonien au Callovien et séparant ce niveau en deux sous-niveaux : calcaire grenu inférieur et calcaire grenu supérieur.

- les calcaires à Bryozoaires (10 m) à stratification oblique très marquée et débit en dalle, intercalés de passées marneuses plus ou moins lenticulaires.

- les calcaires à oolithes et bioclastes (10 m) : dalle nacrée s.s., en petits bancs avec présence d'huitres donnant cet aspect nacré

Un nouvel arrêt de sédimentation à la fin du Callovien fait de cette série un complexe parfaitement individualisé entre deux surfaces de discontinuité :

- surface perforée du Bathonien moyen à la base,

- niveau à oolithes ferrugineuses de l'Oxfordien moyen au sommet (l'Oxfordien inférieur n'est pas représenté).

Epaisseur estimée : 35 - 40 m

Cette formation affleure très largement sur toute la moitié Nord-Ouest du secteur.

2. Jurassique supérieur

2.1. Oolithe ferrugineuse : Callovien-Oxfordien moyen J⁴⁻⁵

Calcaires marneux riches en oolithes brunes ou rouges. Ces couleurs caractéristiques font de ce niveau un horizon repère malgré sa faible épaisseur : 1 m.

2.2. Calcaires marneux (faciès Argovien) : Oxfordien moyen J⁵

C'est un calcaire marneux homogène de couleur beige, régulièrement stratifié avec alternance de petits bancs compacts et petits lits feuilletés, à micro-faciès micritique.

Epaisseur estimée : 25 m

2.3. Calcaires récifaux (faciès rauracien) : Oxfordien supérieur j^{5c-6}

Il s'agit d'un complexe récifal à dominante calcaire comprenant trois ensembles à polypiers d'épaisseur variable.

On distingue de haut en bas :

- un calcaire marneux à polypiers mal stratifié avec intercalation de nombreuses passées marneuses et silification d'organismes (brachiopodes, polypiers ...). Ce faciès est connu sous le nom de faciès glypticien.

On observe parfois des changements latéraux de faciès avec présence de calcaire plus grossier, grumeleux à oolithes, se désagrégant en sable.

- un calcaire construit à polypiers qui se présentent plus généralement qu'auparavant en colonie sous forme de lentille d'une dizaine de mètres de diamètre. Les zones interbiohermes sont constituées de calcaires biodétritiques.

- un calcaire bioclastique et oolithique (7 m) contenant à la base de nombreux débris de polypiers, en bancs compacts peu épais, mieux lités que les formations subjacentes.

Cette série est visible à la carrière des Rucherons à Savigny le Sec.

Épaisseur estimée : 40 - 45 m.

2.4. Calcaire compact (faciès sequanien) : Kimméridgien inférieur j^{7a}

Deux formations peuvent être distingués :

- à la base : le calcaire compact piqueté, sublithographique, bien lité, parsemé d'oolithes et gravelles de couleur rousse caractéristique.

Il ressemble, de par sa compacité, au calcaire bathonien moyen. Ce faciès évolue latéralement et localement en un calcaire blanc crayeux, très fin et très pur, connu sous le nom de "pierre d'Asnières".

Ces calcaires rencontrés dans les grottes des deux communes qui ont donné leur nom au faciès, se présentent en bancs de 1 à 2 m d'épaisseur.

- au sommet : un calcaire grossier oolithique et graveleux, de couleur beige, comportant des éléments grossiers caractéristiques très biodétritiques, en gros bancs et à stratification entrecroisée.

Les nombreux fragments de Madréporaires et d'algues leur confèrent un caractère subrécifal d'où le nom d' "oolithe corralienne" donné par les anciens auteurs.

Ces calcaires reposent soit sur le calcaire à faciès crayeux, leur épaisseur est alors réduite, soit directement sur le calcaire compact piqueté comme à Bèze ou à Is-sur-Tille, où ils sont très caractéristiques (pierre de Bèze et pierre d'Is-sur-Tille).

2.5. Calcaires et marnes à Exogyra virgula : Kimméridgien inférieur et supérieur j^{7b-8}

On distingue :

- à la base, des calcaires jaunâtres (faciès ptérocérien j⁷), fins grumeleux, parfois argileux, dolomitiques ou glauconieux toujours mal stratifié avec passées lumachelliques à Exogyra virgula.

- un ensemble calcaréo-marneux (j⁸) débutant par un niveau de calcaire beige ou blanc, lithographique, bien stratifié, avec débit en plaquettes et présence de lumachelles à Exogyres (calcaire de Bourberain), se terminant par une alternance de petits bancs décimétriques calcaires et de petits niveaux marneux.

Epaisseurs estimée : 50 m.

2.6. Calcaire fin compact ou à tubulures : Portlandien j⁹

C'est un calcaire compact, lithographique, en petits bancs décimétriques intercalés de niveaux dolomitiques et de quelques minces joints marneux.

Les passées lumachelliques à Exogyres sont encore fréquentes ; parfois des niveaux à polypiers résistants, couronnent les buttes témoins (à Spoy et à Flacey). le portlandien sert de substratum aux formations albiennes et oligocènes.

Epaisseur estimée : 25 m.

3. Crétacé

3.1. Sables glauconieux et ferrugineux : Albien inférieur n^{7a}

Ils sont connus sous le nom de sables de Norges. Ce sont des sables quartziques, fins, riches en glauconie, légèrement argileux. Ils s'altèrent souvent en sables jaunâtres à passées plus rouges.

Epaisseur estimée : 2 à 6 m (6 m à Norges)

3.2. Argiles panachées : Albien moyen et supérieur n^{7b}

Ce sont des argiles brunes ou bariolées plus ou moins sableuses.

Epaisseur estimée : 60 m.

3.3. Marnes du Cénomaniens (c¹) - craie du cénomaniens supérieur (c²) et du Turonien (c³)

Ces formations ne sont pas connues sur le secteur ; elles n'apparaissent qu'à l'Est de la Tille.

4. Tertiaire

4.1. Calcaires lacustres : Eocène terminal - Oligocène basal e⁷

Ils comportent à leur base des brèches à blocs calcaires crayeux du Turonien surmontés d'une couche à pisolithes d'oxyde de fer mais la masse principale de cette série est constituée par des calcaires homogènes très purs, microcristallins, entrecoupés de passées marneuses.

Epaisseur estimée : 20 m.

4.2. Complexe saumon du Dijonnais : Oligocène terminal g³

Cet ensemble comporte diverses formations riches en oxyde de fer leur donnant une teinte rose-orangée caractéristique.

On distingue des brèches à gros blocs anguleux, des conglomérats à galets calcaires et matrice argileuse, des marnes saumon (faciès très répandu) et des calcaires, soit sous forme de tuf, soit compacts (calcaire à plantes de Brognon) peu épais, intercalés de niveaux argileux saumon.

Ce complexe affleure largement en rive droite de la Norges.

5. Les formations superficielles

5.1. Formations superficielles du Plio-quaternaire

Elles se caractérisent par leur nature principalement argileuse ou limono-argileuse souvent riche en oxyde de fer.

On les observe sous forme de placages éparses ou sous forme de couverture plus continue et plus épaisse, aux abords des vallées de la Tille et de la Norges, recouvrant indifféremment les terrains de toute nature et de tout âge.

5.2. Complexe alluvial de la Norges

La vallée de la Norges rejoint la vallée de la Tille au niveau d'Arceau, pour ne former qu'une seule plaine alluviale.

Ces deux vallées, contemporaines et bénéficiant du même environnement géologique, présentent le même complexe de remplissage.

- un complexe alluvial ancien (anté-Riss), à l'origine de la terrasse de Beire le Châtel, constitué d'une couche de graviers très argileux (Fw1) pouvant atteindre 20 m d'épaisseur, surmontée d'une couverture de limons rouges (Fw2) (1 à 2 m).

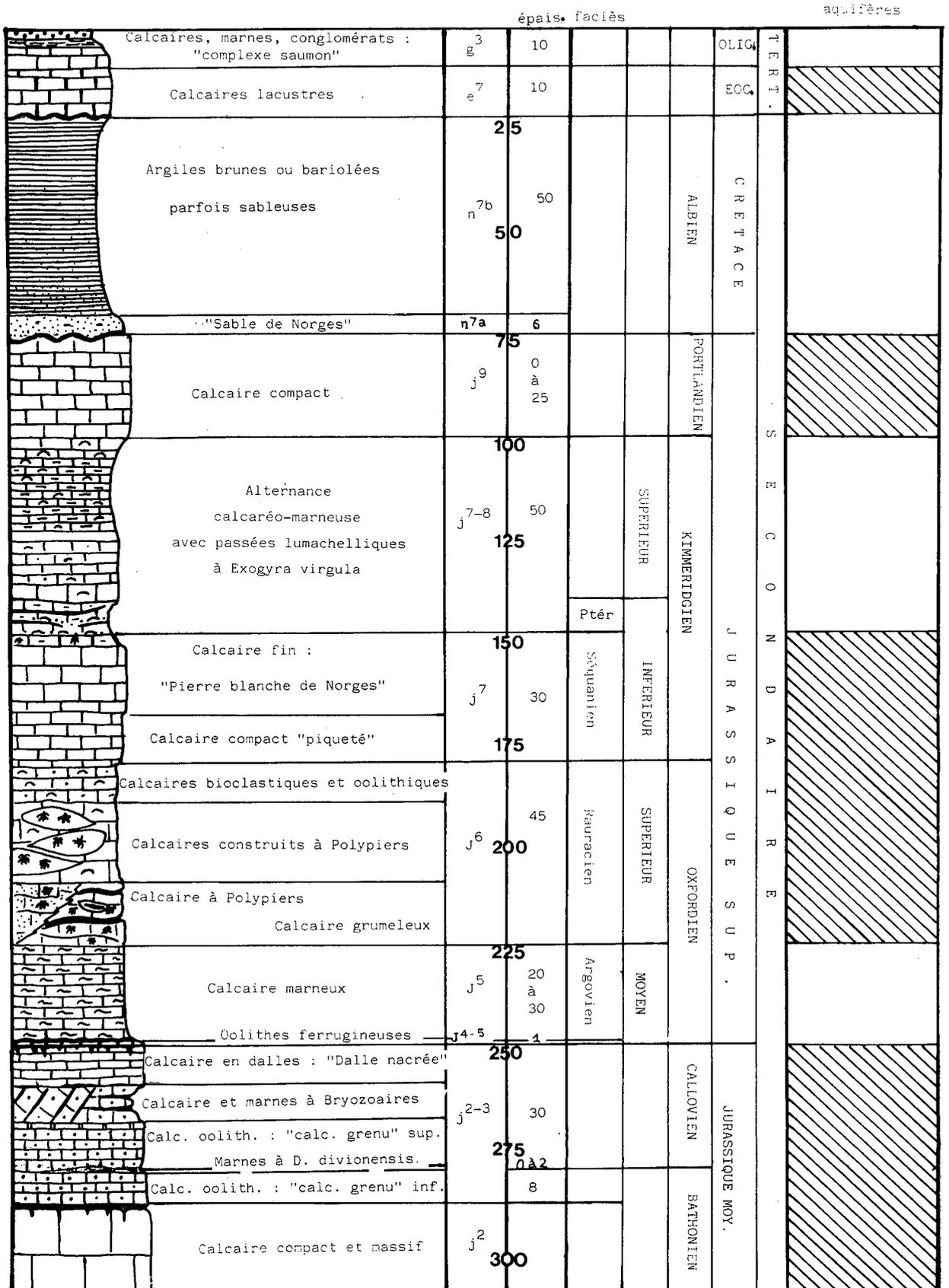
Des témoignages de cette formation "ancienne" affleurent de part et d'autre de la Norges entre Norges-le-Bas et Brétigny.

- une nappe alluviale inférieure (Riss ou Würm ancien) composée de graviers argileux (Fx) à stratification entrecroisée, peu épais mais très étendus, présents en rive gauche de la Norges en amont de Brétigny et au nord de Norges la Ville.

- une nappe alluviale supérieure datée du Würm boréal comprenant des graviers (Fy 1) (graviers d'épandage) sans matière argileuse, à stratification entrecroisée de 2 à 4 m d'épaisseur, surmontés d'un horizon limoneux (qq dm).

BASSIN DE LA NORGES

SERIE LITHO-STRATIGRAPHIQUE



L'ensemble est raviné par des chenaux comblés de cailloutis identiques au précédent (0 à qq m). Cette nappe se termine par une couverture limono-argileuse (Fy2) de qq dm affleurant régulièrement le long du cours de la Norges.

- des Tufs calcaires pulvérulants (Würm - Holocène) ou vareennes (Uy) couvrent en grande partie la vallée.

- des Tourbes (FzT, Tz) reposant sur les tufs ou directement sur les formations de la nappe alluviale supérieure, affleurent au niveau de Flacey (Tz) et dans la plaine alluviale, au sud de Beire (FzT).

- les alluvions récentes (Fz) constituées de limons à passées sableuses, de 1 à 2 m d'épaisseur occupent le lit de la rivière.

Les graviers, constituant les alluvions, sont essentiellement composés de fragments calcaires arrachés des plateaux jurassiques par gélification au cours des différentes périodes glaciaires.

5.3. Remplissage des vallées sèches et secondaires

Le remplissage diffère selon la nature du substratum :

- au fond des vallées sèches entaillant les plateaux calcaires, s'étalent des cailloutis calcaires mêlés aux argiles (Sc) (vallée sèche de Savigny, vallée sèche de Chaignay).

- les vallons peu profonds à fond plat installés sur l'imperméable oligocène sont occupés par des matériaux fins de type mi-colluvial, mi-alluvial (CF).

Quelques éboulis cryoclastiques (GP) tapissent parfois les flancs des vallées sèches (sud d'Epagny)

IV. GEOMORPHOLOGIE

Deux facteurs déterminent essentiellement la morphologie :

- le facteur lithologique
- le facteur structural.

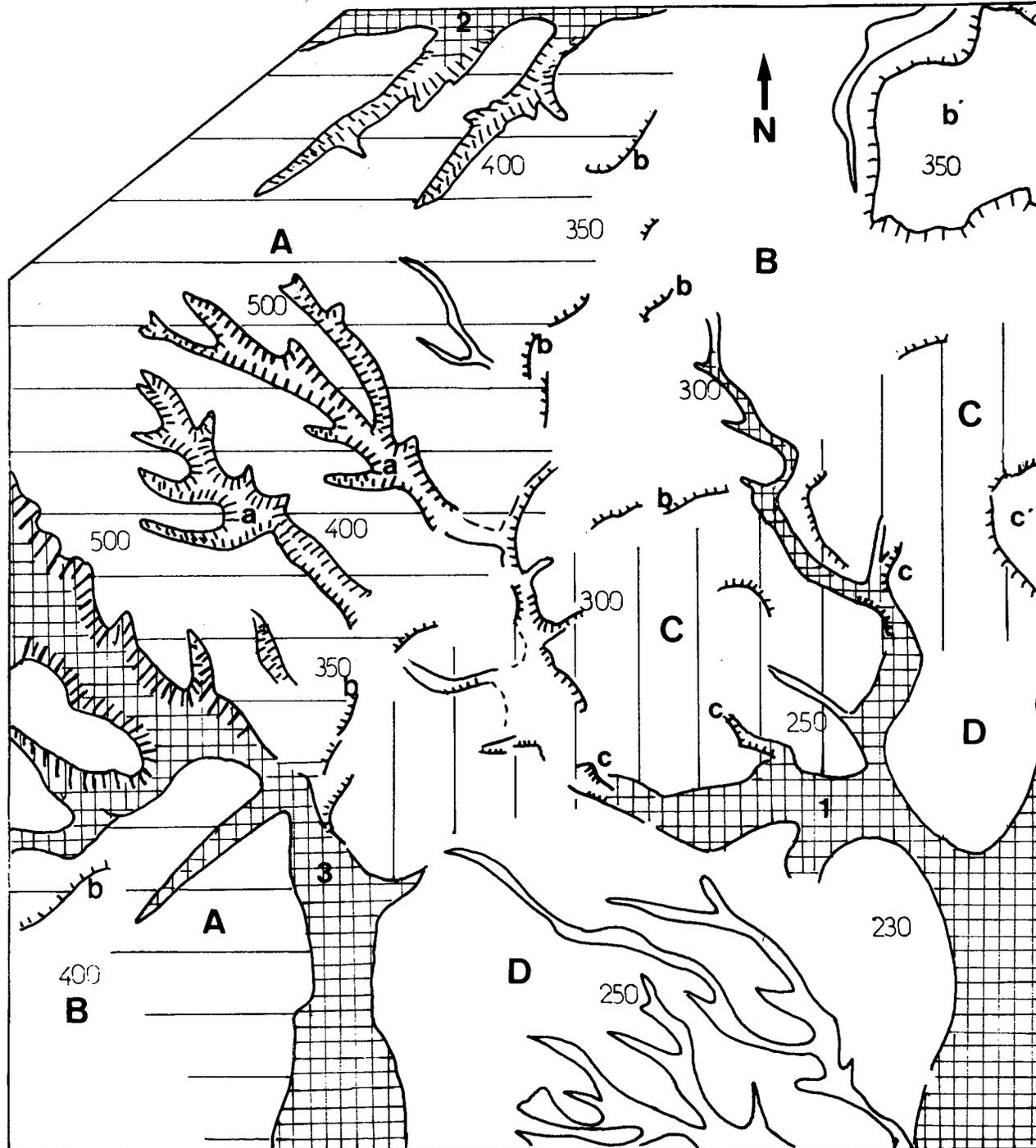
Le secteur est caractérisé par la juxtaposition de deux ensembles lithologiques et structuralement très différents dont la mise en contact se fait par l'intermédiaire d'une zone de transition très fracturée.

- un ensemble calcaire où domine le plateau callovien (surface substructurale) entaillé par des vallées sèches ou à écoulement temporaire dont les directions ont été plus ou moins définies par le réseau de fracture (zone A).

- un ensemble essentiellement argileux où se sont installées des vallées secondaires peu profondes à fond plat et dont les vallées principales évoluent en plaine alluviale en direction du sud (zone D).

Entre ces deux ensembles, la nature des terrains affleurant se diversifie, si bien que l'on observe des ressauts calcaires (ressauts du faciès Argovien, ressauts du portlandien) dominant des cuvettes plus argileuses (Kimmeridgien supérieur, oligocène et quaternaire).

BASSIN DE LA NORGES
SCHEMA GEOMORPHOLOGIQUE



- A.** Ensemble Callovien (j²⁻³)
a : Vallées sèches entaillant le plateau callovien
- B.** Ensemble Oxfordien (j⁵⁻⁶)
b : Ressauts du faciès Argovien j⁵
b' : Cuesta "rauracienne" j^{5c-6}
- C.** Ensemble Kimmeridgien-Portlandien (j⁷⁻⁹)
c : Ressauts portlandiens
c' : Plateau portlandien de Spoy
- D.** Ensemble crétacé-tertiaire
en partie recouvert par les formations argileuses du Plio-quaternaire aplanissant le relief.

- 1.** Vallée de la Norges
2. Vallée de l'Ignon
3. Vallée du Suzon

Echelle 1/100 000

fig.9

Les vallées principales

. La vallée de l'Ignon s'étend d'Ouest en Est sur les calcaires du Jurassique, au nord du secteur.

. La vallée du Suzon présente à ce niveau (aval de Sainte Foy) un cours temporaire ; très encaissée à l'amont, elle s'élargit en direction de Dijon.

. La vallée de la Norges : La Norges issue des calcaires coule rapidement sur des formations à caractère argileux limitant le creusement de la vallée. Celle-ci rejoint la vallée de la Tille, à hauteur d'Arceau pour ne former qu'une seule plaine alluviale.

Les vallées secondaires

Les vallées secondaires installées sur le substratum argileux de l'oligocène en rive droite de la Norges sont peu profondes et collectent généralement le ruissellement pour former des cours d'eau temporaires. Les vallées secondaires calcaires sont au nombre de 3 :

- combe d'Epangy
- combe Froide Vau
- vallée des ruisseaux de Gueux et Flacey

Les deux premières sont des vallées fossiles qui se rejoignent plus ou moins au nord de l'exutoire de la Norges. La vallée de Gueux étroite à l'amont s'élargit en rejoignant la Norges à Saint Julien.

V. STRUCTURALE

1. Généralités

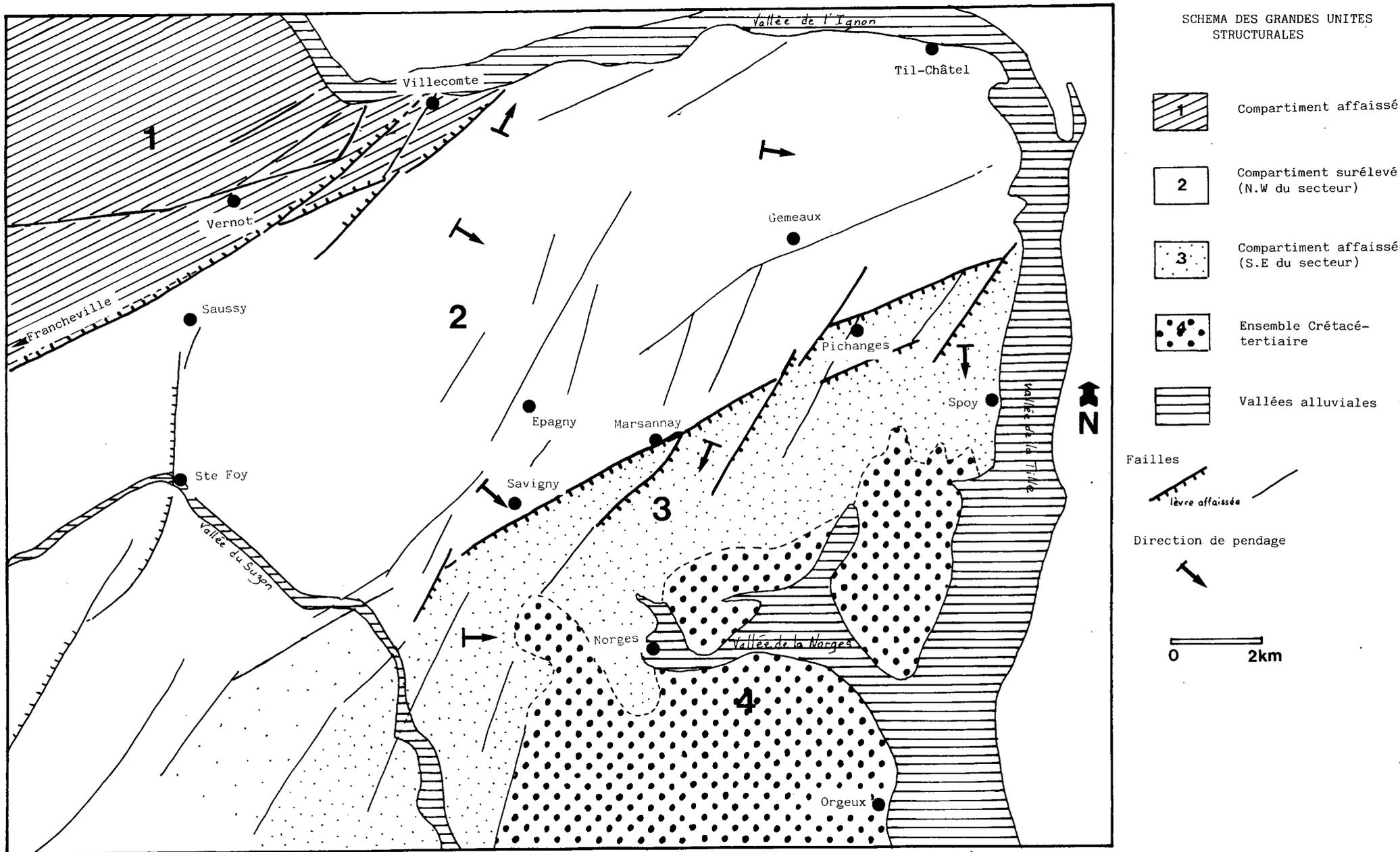
Structuralement, le secteur se divise en deux parties très nettes, définies par un accident important : le système faille de Savigny-Pichanges (fig. 10).

Ce couloir de fracture orienté N 60, de 1 à 2 km de large et environ 17 km de long, sépare une zone Nord-Ouest surélevée d'une zone Sud-Est fortement effondrée. Cette dernière est recouverte en grande partie par les formations crétacé-tertiaires reposant en discordance sur le substratum jurassique.

2. Le compartiment Nord-Ouest

Il appartient au flanc Sud-Est de l'anticlinal de Bourgogne et s'individualise entre deux accidents majeurs :

- au Sud-Est, l'accident Savigny-Pichanges,
- au Nord-Ouest, la faille de Villecomte-Francheville dont le rejet atteint 140 m au Nord de Saussy, mettant les marnes liasiques au contact des calcaires marneux du faciès Argovien.



D'après la carte géologique au 1/80 000 de Dijon et le schéma structural de G.DORET(72)

fig.10

A l'ouest, la faille de Sainte Foy sectionne le bloc en deux avec un rejet ouest de l'ordre de 40 m.

Ce compartiment Nord-Ouest se caractérise par une fracturation d'orientation relativement constante (N 20 à N 60) peu dense, excepté au niveau de la vallée du Suzon littéralement "hâchée", qui accélère ou retarde l'effondrement vers la Bresse selon des rejets conformes ou contraires.

3. Le compartiment Sud-Est

Il appartient déjà au fossé bressan. Il est limité au Nord par l'accident de Savigny-Pichanges dont le coulissage selon une composante horizontale (décrochement sénestre) a entraîné la formation de tout un réseau attenant de failles secondaires N 30 - N 40, perturbant localement le mouvement général d'affaissement en direction Sud-Est.

4. Pendages

Le plongement des couches se fait en général vers le Sud-Est avec une valeur de 2 à 5°. Même si localement les pendages sont plus forts (bloc basculé) et l'orientation inversée, la région peut être considérée comme une région à structure monoclinale.

Le pendage des couches légèrement supérieur à la pente topographique autorise de larges affleurements des formations peu touchées par la fracturation ("plateau" callovien, entablement calcaire kimméridgien de Gemeaux : fig. 7).

5. Ondulations

La carte structurale (annexe) met en évidence deux dépressions d'axes Savigny-Norges et Chaignay-Flacey séparées par un dôme d'axe Marsannay-Saint Julien.

6. Direction des failles

Un diagramme circulaire représentant la distribution directionnelle des failles cartographiées a été établi sur la partie ouest de la feuille de Mirebeau (G. DORET 1972 - Fig. 11).

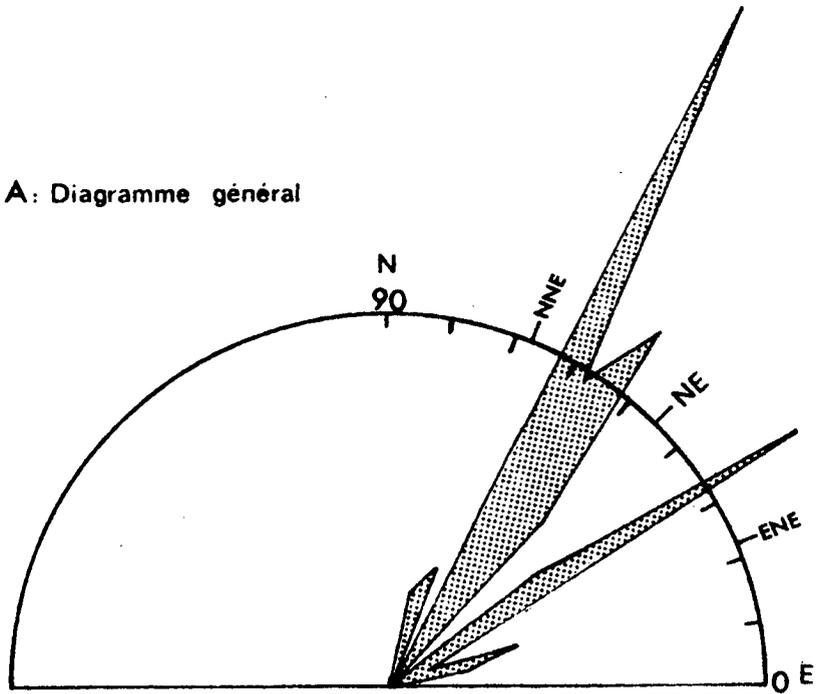
Il met en évidence deux directions principales :

- la direction N25 - N40 (fréquence maximum N30)
- la direction N60

Comparé au diagramme circulaire construit sur l'ensemble de la feuille de Dijon au 1/80 000 (TINTANT 1961), l'histogramme de fracture de Mirebeau montre essentiellement l'individualisation de la direction N30 et l'absence de direction subméridienne pourtant bien représentée quelques kilomètres à l'ouest du secteur par le réseau souterrain du Neuvon (orientation N10 - N20) et à l'aval de Messigny par tout un ensemble de fractures parallèles et serrées.

Les directions N30 à N60 sont associées généralement aux directions varisques (N40) et peuvent correspondre soit à l'orientation des fissures de cisaillement dextres et senestres associées, soit à l'orientation des failles varisques ayant joué en décrochement au cours des orogènes ultérieures.

A: Diagramme général



B: Comparaison avec l'ensemble des directions de failles de la carte géologique de Dijon (2^{ème} éd.)

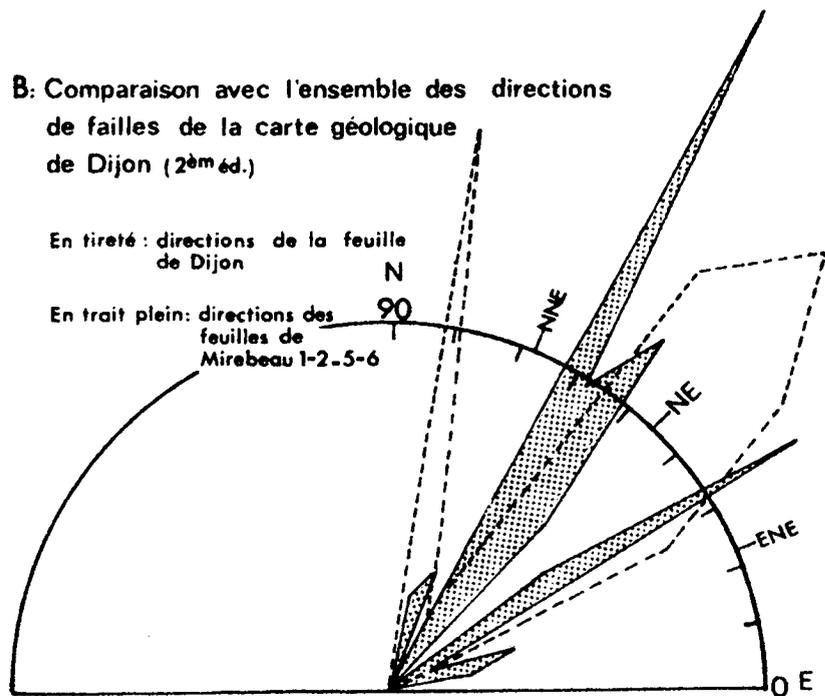


fig.11 Répartition quantitative des directions de failles sur les feuilles de Mirebeau 1-2 et 5-6 (G.DORET 72)

7. Le karst

La génèse et l'organisation des fractures influent sur les directions préférentielles d'écoulement souterrain, instaurant des relations étroites entre tectonique et karstification. Aussi le karst ne peut s'installer qu'au droit d'une fracturation ouverte, ouverture command e soit directement par une phase de distension (faille normale) soit indirectement par une phase compressive ou distensive provoquant le rejeu de failles préexistantes (décrochements).

La connaissance des principaux  v nements tectoniques ayant affecté la région, tant sur le plan chronologique que sur le plan dynamique et primordiale dans la recherche des directions préférentielles d'écoulement.

Rappel des principales phases orogéniques en Bourgogne

- compression hercynienne fracturant le socle suivant une direction principale (N40 Direction varisque)
- compression anté-albienne ; première amorce du seuil de Bourgogne,
-  mersion définitive fini-crétacée, en relation avec les déformations dues à la compression pyrénéenne (décrochement, cassure du socle)
- distension oligocène avec rejeu de failles hercynienne en décrochement senestre et apparition de failles subméridiennes... Effondrement du fossé bressan
- compression du Miocène supérieur (plissement du Jura)
- enfoncement de la Bresse et sédimentation

7.1. Etude des directions karstiques - Age du karst

L'absence totale de galerie souterraine pénétrable sur le secteur ne permet pas d'étudier localement les directions karstiques privilégiées.

En se référant à l'analyse faite sur l'ensemble de la feuille de Dijon au 1/80 000 (TINTANT 61), l'étude comparative des directions de fracturation et des directions de galeries souterraines pénétrables (fig. 12) montre que le karst s'est développé sur le système faille ouvert de la distension oligocène mais aussi sur le système varisque qui a souvent rejoué en décrochement lors des crises orogéniques de l'oligocène et du miocène.

Ainsi le karst se serait mis en place fin oligocène, après la phase distensive provoquant l'effondrement du fossé bressan, suivant une seule direction de fracturation (direction subméridienne) puis aurait évolué en s'installant sur des fractures d'ouverture plus récente et directionnellement plus dispersée, ayant bénéficié d'un rejeu, N30, N60 ou parallèles aux contraintes maximum de compression (ex. Nord 130)

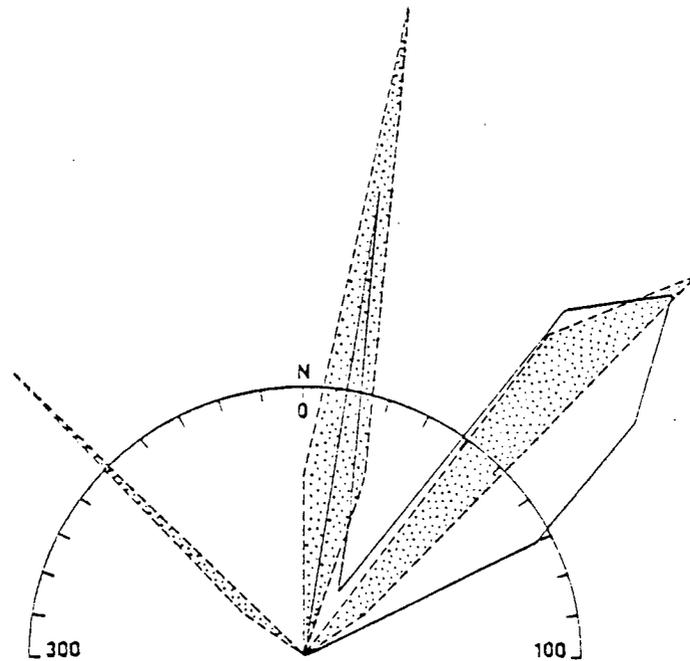


Fig. 12 - Orientation des failles sur la carte géologique de Dijon à 1/80 000°
 - en tiretés : orientation des grottes,
 - en traits pleins : direction des failles.
 in TINTANT (1961)

Deux grands réseaux karstiques régionaux à proximité du secteur confirment cette hypothèse :

- à l'ouest, le réseau souterrain du Neuvon, installé dans les calcaires jurassique moyen, se développe sur plus de 14 km entre la vallée du Suzon et la vallée de l'Ouche au Nord de Dijon, selon une direction subméridienne,

- à l'est, la grotte de la Cretanne de Bèze, de 800 m d'extension dans les calcaires jurassique supérieur, emprunte des directions multiples :

- . subméridienne (N20) (galeries anciennes dénoyées),
- . N130, N100

toutes influencées par une tectonique de compression (décrochement, cisaillement, fente de tension).

7.2. Phénomènes karstiques

Aucun phénomène karstique important n'a été reconnu sur le secteur, sinon deux gouffres situés dans la combe d'Epagny :

- le gouffre de la Pépine de 22 m de profondeur se présente sous forme d'abîme se prolongeant à la base par un boyau fin de 130 m de développement,

- le trou de Savigny d'une profondeur de 8 m.

De nombreuses petites dolines (en particulier au niveau du Bois de Norges) et des zones de pertes sur la Norges à l'amont de Brétigny et à l'aval de Clenay (fig. 6) traduisent la présence d'un karst superficiel.

7.3. Rôle des vallées sèches

Les vallées sèches sont des zones à circulation préférentielle d'une part parce que l'écoulement de surface, maintenant disparu, a largement contribué à la karstification de l'aquifère sous-jacent.

Elles véhiculent généralement l'eau vers des cours pérennes.

8. Conclusion

La fracturation d'orientation N30 - N40 omniprésente sur le secteur et la fracturation subméridienne de la vallée du Suzon ne sont pas défavorables au transit de l'eau souterraine.

L'existence de circulations fissurales pouvant entraîner des relations inter-bassin (Norges avec Suzon, Igonn ou Gueux) est probable mais elle est sans doute plus réduite que ne le laisserait supposer la densité de fracturation, au moins, superficiellement, en raison du colmatage par les formations argileuses de surface.

Sur la plan lithologique, toutes les formations calcaires paraissent propices au développement des galeries souterraines avec des phénomènes plus marqués dans les calcaires massifs du Bathonien (plus pur, moins colmaté...)

V. - CARACTERES HYDROGEOLOGIQUES

1. Aquifères potentiels

La potentialité aquifère d'une formation est conditionnée :

- par la nature lithologique de cette formation,
- par la présence d'un substratum imperméable,
- par des facteurs structuraux.

Les formations alluviales

Elles sont composées principalement de graviers argileux et reposent sur l'Oligocène argileux.

leur épaisseur s'accroît en direction d'Orgeux et constitue alors un petit aquifère exploitable.

Les formations calcaires

Les principaux aquifères sont :

- les calcaires oolithiques du Bajocien qui affleurent dans la vallée du Suzon (40 m),

- les calcaires Bathono-Callovien : calcaires à Ostréas, à oolithes, comblanchoïdes et grenus,

- ensemble des calcaires récifaux oxfordiens (faciès rauracien) et des calcaires plus compacts du Kimméridgien (faciès séquanien),

- les calcaires du Portlandien.

Ces aquifères sont séparés par des niveaux plus marneux mais seules les argiles toarciennes, situées sous le Dogger, constituent un véritable écran imperméable et fait du Bajocien, le réservoir le plus intéressant. Malheureusement, cette formation s'enfoncé très vite par fracturation successive, sous les terrains plus récents du Jurassique supérieur à des profondeurs telles que l'exploitation est peu envisageable.

Les calcaires Bathono-calloviens reposent sur des marnes à *O. accuminata* qui retiennent en profondeur les eaux reçues par le large impluvium Callovien et sont à l'origine de quelques émergences de la vallée du Suzon (source de Sainte Foy, Fontaine de Jouvence ...)

Le réservoir oxfordo-Kimméridgien reçoit les eaux de son impluvium mais aussi du réservoir Callovo-Bathonien mis en contact par faille au niveau de Savigny.

Il repose sur les calcaires marneux imparfaitement imperméables du faciès Argovien et est en partie limité à hauteur de Norges par le toit marno-calcaire (Kimméridgien supérieur) d'un compartiment affaissé.

Cette limite redonne à l'aquifère un caractère capacitif perdu par les fuites de son substratum (fig. 13).

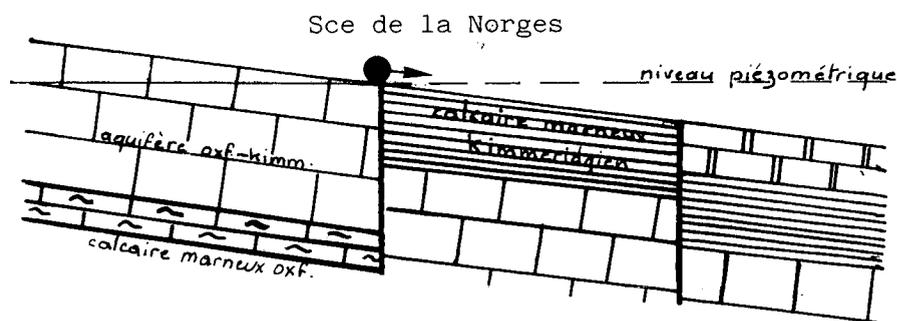


Fig. 13 Schématisation du mode d'émergence de l'exutoire de la Norges

Les calcaires portlandiens forment un réservoir discontinu (mis en évidence par la campagne géophysique de Clenay (C.P.G.F. 1980) de géométrie mal définie.

Conclusion :

Le seul véritable écran imperméable est représenté par les argiles toarciennes transformant l'épaisse série calcaire du Jurassique en réservoir quasi-unique. La fracturation, le pendage, l'absence de couches vraiment imperméables permettent difficilement la rétention d'eau dans la zone superficielle de l'aquifère.

2. Exploitations actuelles

L'alimentation en eau potable des différentes communes et collectivités du secteur est assurée par des puits et des sources.

Captages dans les alluvions

: : Syndicat de GEMEAUX : Chaignay - Gemeaux : Pichanges - S.A.U.R. : :	: : 1 puits - Alluvions : : Vallée Ignon : :	: : : 67 400 m3 (77) : : :
: : IS SUR TILLE : : : :	: : 1 puits - Ø 4 m : Alluvions + base de : l'Oxfordien : Vallée de l'Ignon : :	: : : 285 240 m3 (76) : : :
: : ORGEUX : : :	: : 1 puits - Alluvions : Vallée de la Norges : :	: : : :
: : Syndicat de CLENAY : SAINT JULIEN : S.D.E.I. : :	: : 1 puits à Fouchanges : Alluvions : Vallée de la Tille : :	: : : 110 550 m3 (77) : : :

Captages dans les calcaires

: : MESSIGNY ET VANTOUX : (S.D.E.I.) : :	: : Source de Jouvence : sur marnes à O. : accuminata : :	: : : 30 000 m3 : :
: : Syndicat de CLENAY : SAINT JULIEN : : :	: : 1 puits en aval source : de la Norges : "Sequanien" - : "Rauracien" contre : kimmeridgien : :	: : : 216 410 m3 (77) : : :

Les captages dans les calcaires sont très productifs lorsqu'ils exploitent l'aquifère bajocien. C'est le cas des captages du Val Suzon qui alimentent en partie Dijon.

A Norges, le réservoir "auracien"- "séquanien" fournit encore 200000 m³/an nécessaires au Syndicat de CLENAY-SAINTE JULIEN.

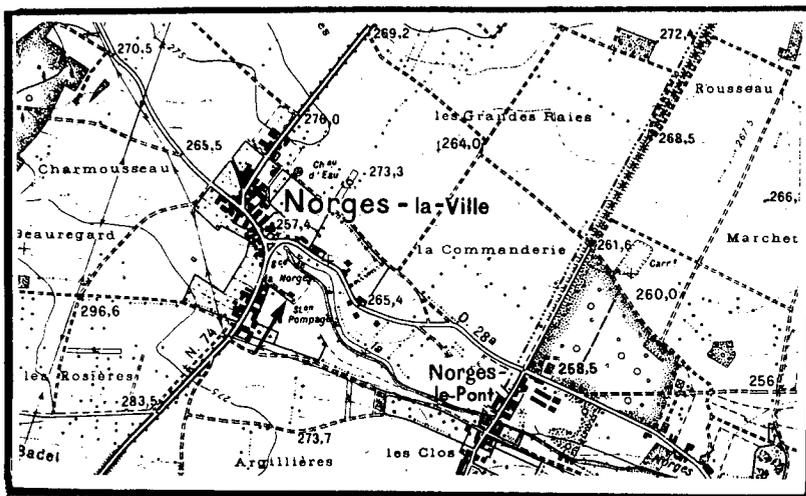
Vers l'Est, les calcaires s'enfonçant profondément, ce sont les alluvions du système Tille-Norges qui sont alors exploitées.

Au nord, quelques puits particuliers installés sur les calcaires marneux "Argovien" subsistent et servaient à alimenter les fermes.

Le captage d'alimentation en eau potable de Norges

Généralités :

Il est situé en rive droite de la Norges à 200 m en aval.



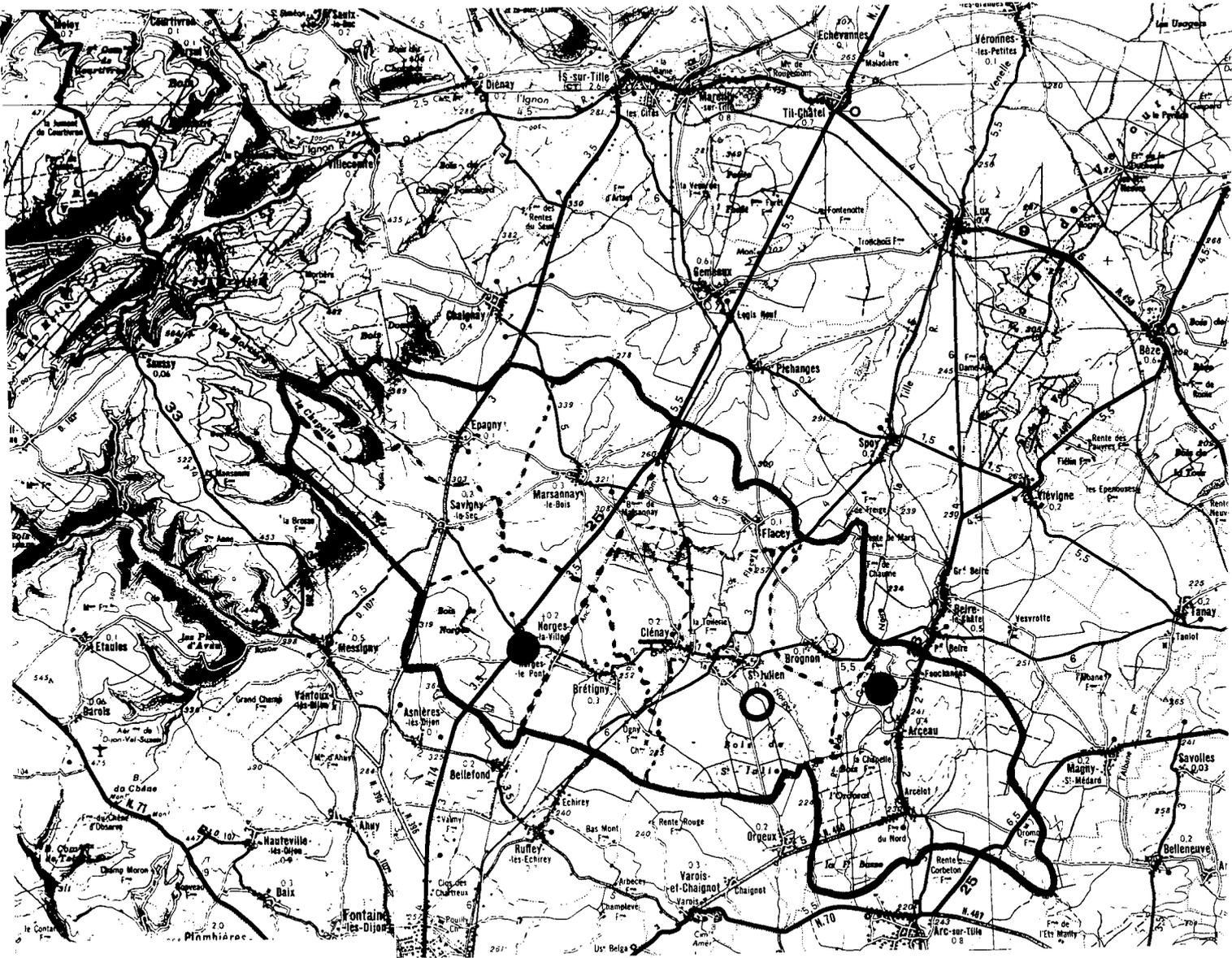
Sa mise en service date de 1959. Il alimente six des dix communes du syndicat de CLENAY-SAINTE JULIEN (fig. 15), soit une population de 3 341 habitants (recensement 04/82) desservies par deux réseaux :

- un réseau "haut service" équipé de deux pompes de 64 m³/h alimentant les communes de Savigny, Epagny, Marsannay le Bois.

- un réseau "bas service" équipé depuis début 1985 d'une pompe de 46 m³/h et d'une pompe de 42 m³/h alimentant les communes de Norges, Brétigny, Clenay.

Les quatre autres communes (1 411 habitants) : Arceau, Brognon, Flacey, Saint Julien sont pourvues en eaux par le captage annexe de Fouchange (alluvions de la vallée de la Tille).

SYNDICAT DE CLENAY-S^t JULIEN



- Captage A.E.P
- Station d'épuration

Débit d'exploitation du captage d'alimentation en eau potable de Norges la Ville (production à la station)

1) débit moyen annuel

(Voir tableau page suivante)

Débit moyen annuel Q ex 220 000 m³/an
Soit 600 m³/j ou 7 l/s

2) Débits moyens mensuels (période 1980-1984 : 5 ans)

(voir tableau page suivante)

En été, les débits d'exploitation sont accrus pour répondre à des besoins en eaux plus importants jusqu'à représenter en juillet le double de la production des mois hivernaux.

Volume maximum produit : 36 258 m³ au mois de juillet 83 soit un débit moyen de 1 170 M³/j (13,5 l/s).

1) Débit moyen annuel

	77	78	79	80	81	82	83	84	Moyenne
Débit en m3/an	216 412	280 195	207 677	237 374	173 728	195 989	221 768	217 109	218 781

2) Débits moyens mensuels (période 1980-1984 : 5 ans)

Débit en m3/mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyen	14 125	13 585	15 971	16 350	17 964	20 829	28 602	22 759	16 065	14 724	14 653	14 331
Max.	15 390	15 755	19 317	21 240	25 649	29 321	36 258	27 240	18 133	17 604	16 844	17 517
Min.	12 212	11 478	12 749	13 338	12 904	14 284	14 880	18 381	14 344	11 359	11 998	11 492

2ème PARTIE

ETUDE DETAILLEE D'UN SOUS-BASSIN :

LE SYSTEME AQUIFERE DE LA NORGES

BASSIN VERSANT DE LA NORGES A NORGES-LE-BAS

Bassin de l'Ignon

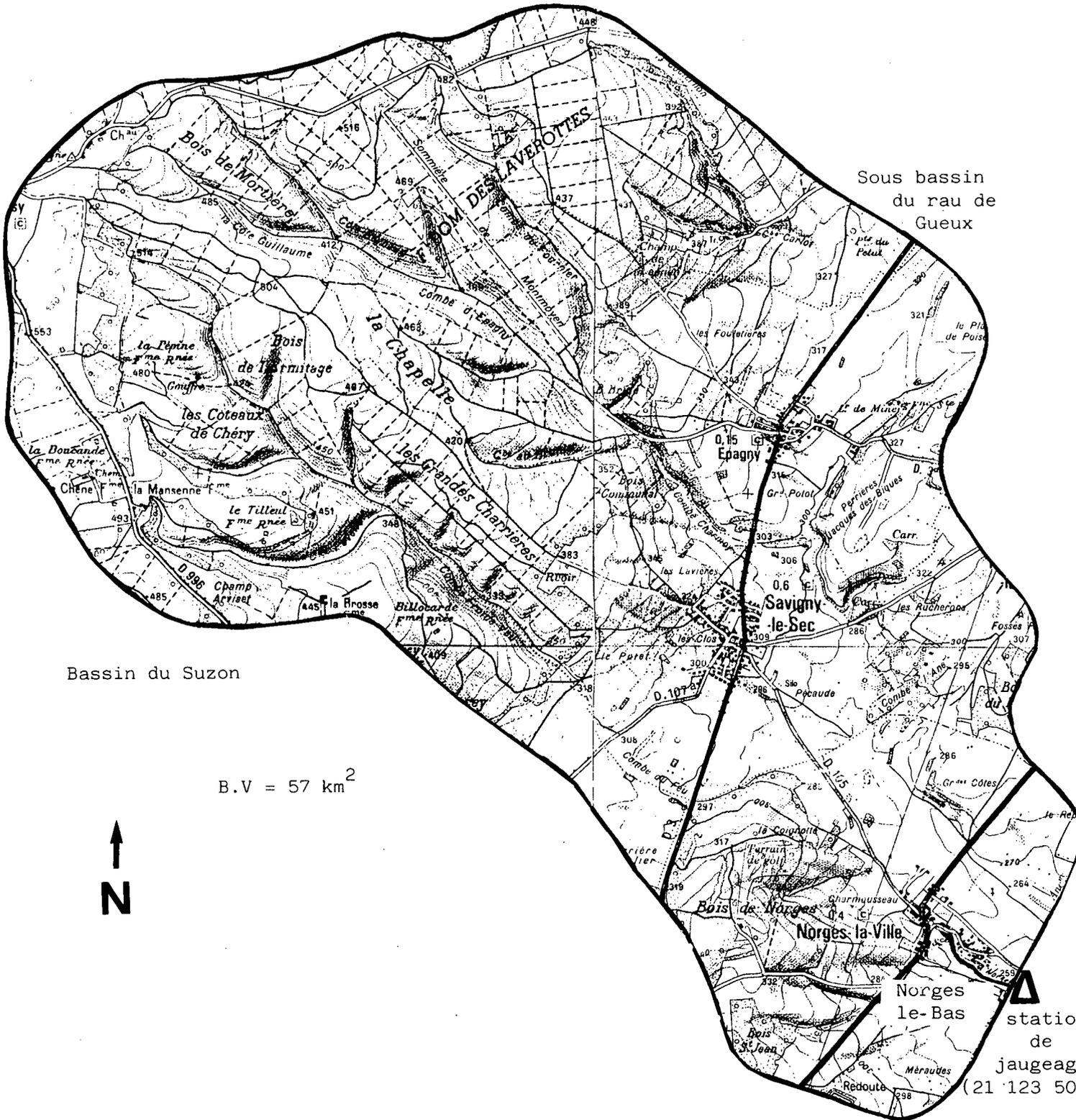
Sous bassin
du rau de
Gueux

Bassin du Suzon

B.V = 57 km²



0 1 km



station
de
jaugeage
(21 123 50)

I - DELIMITATION GEOGRAPHIQUE DU SECTEUR

Les limites du sous-bassin sont définies par celles du bassin versant topographique de la Norges, considéré non à la source mais 800 m à l'aval, à Norges-le-Bas où est implantée la station limnigraphique (fig. 16). (L'étude structurale nécessitera le débordement de ce cadre pour une meilleure compréhension du système).

Ce sous-bassin de 57 km² est encadré par les bassins de l'Ignon, au Nord-Nord-Ouest, du Suzon, au Sud-Ouest, du ruisseau de Gueux, à l'Est.

De forme légèrement allongée suivant l'axe Nord-Ouest-Sud-Est, il couvre une superficie d'altitude comprise entre 564 m et 255 m se répartissant de la façon suivante (cf. hypsométrie fig. 5) :

- moins de 300 m : 30 %
- de 300 à 350 m : 28 %
- de 350 à 400 m : 17 %
- de 400 à 500 m : 26 %
- plus de 500 m : 9 %

L'altitude médiane est de 353 m.

II - CONTEXTE GEOLOGIQUE

1) Contexte géologique

Les terrains affleurant sont essentiellement calcaires :

- calcaire callovien au Nord-Ouest, entaillé par les deux vallées bathoniennes (Combe d'Epagny, Combe Froide Vau) ;
- calcaire du Jurassique supérieur affleurant sous forme de bandes grossièrement concentriques entre Savigny et Norges.

Les formations crétacé-tertiaires couvrent l'extrême Sud-Est du sous-bassin (cf. fig. 17 et description des terrains en première partie).

2) Structure

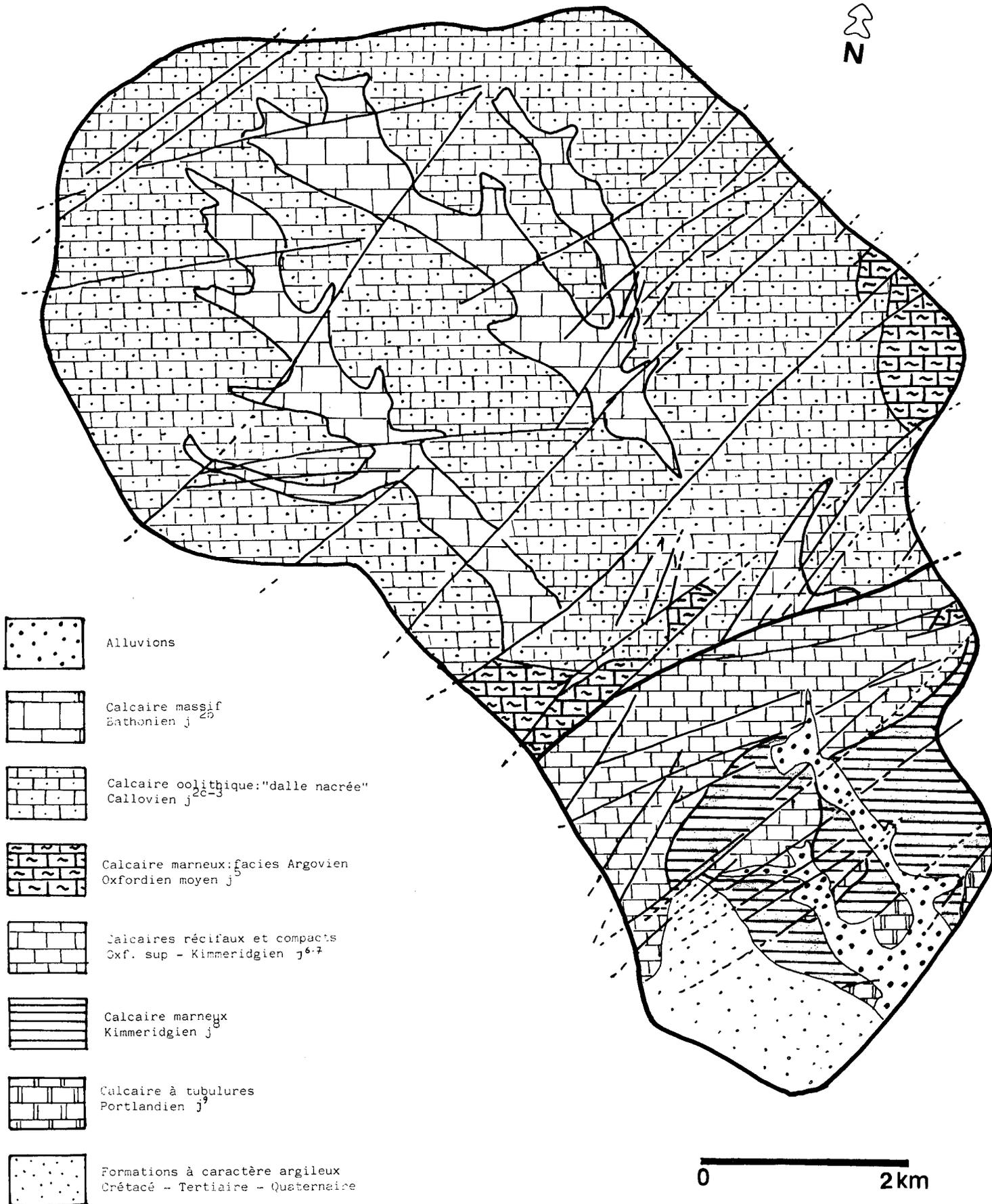
L'accident N60 de Savigny-Pichanges perturbe l'allure générale de la structure monoclinale et conditionne la géométrie du réservoir dont la source de la Norges constitue l'exutoire.

2.1 - Analyse des pendages

L'analyse des pendages par cartographie du toit des marnes liasiques et des calcaires du facies Argovien. montre (cf. carte structurale en annexe) : que de part et d'autre de la bande tectonisée, au Nord-Ouest de Savigny et au Sud-Est de Norges, les couches s'inclinent régulièrement vers l'Est-Sud-Est en direction de la Bresse. Il n'en est pas de même immédiatement au Sud-Est du décrochement, où le

Bassin de la Norges à Norges

LITHOLOGIE



sens du pendage évolue : de Nord-Est au niveau du bois de Norges il passe à Sud-Est à Savigny puis Sud-Ouest à partir de Marsannay-le-bois décrivant ainsi une zone, limitée par les communes de Messigny - Savigny - Marsannay - Pichanges - Flacey - Norges, en forme de "cuvette" dont les flancs convergent en direction de la Norges.

Cette évolution du pendage est à mettre en relation avec les changements de direction observés au sein de la fracturation et guidés par l'accident majeur N60 :

- N20 à Messigny
- N40-50 à Savigny
- N60-70 à Marsannay

2.2 - Géométrie du réservoir

La source de la Norges représente l'exutoire d'une aquifère karstique développé principalement dans les calcaires de l'oxfordien et du kimméridgien (facies rauracien-séquanien), limité en aval par les formations plus marneuses du kimméridgien supérieur, mises en contact par faille.

L'émergence a lieu au droit d'un compartiment surélevé où affleure à nouveau le calcaire séquanien, disparu à l'amont sous les calcaires marneux (cf. Fig. 18).

Ce type d'exutoire présente beaucoup de similitudes avec celui de la Bèze toute proportion gardée.

Le réservoir se prolonge à l'amont par l'aquifère Bathono-Callovien mis en relation par l'accident Savigny-Pichanges.

Limite du système

Si le système aquifère est probablement limité en amont par la ligne topographique et la faille Villecomte-Francheville qui inverse les pendages, il est en contre partie largement ouvert au niveau de ses limites Sud-Ouest avec le bassin du Suzon et Nord-Est avec le sous-bassin du rau de Gueux pour les raisons suivantes :

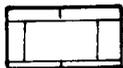
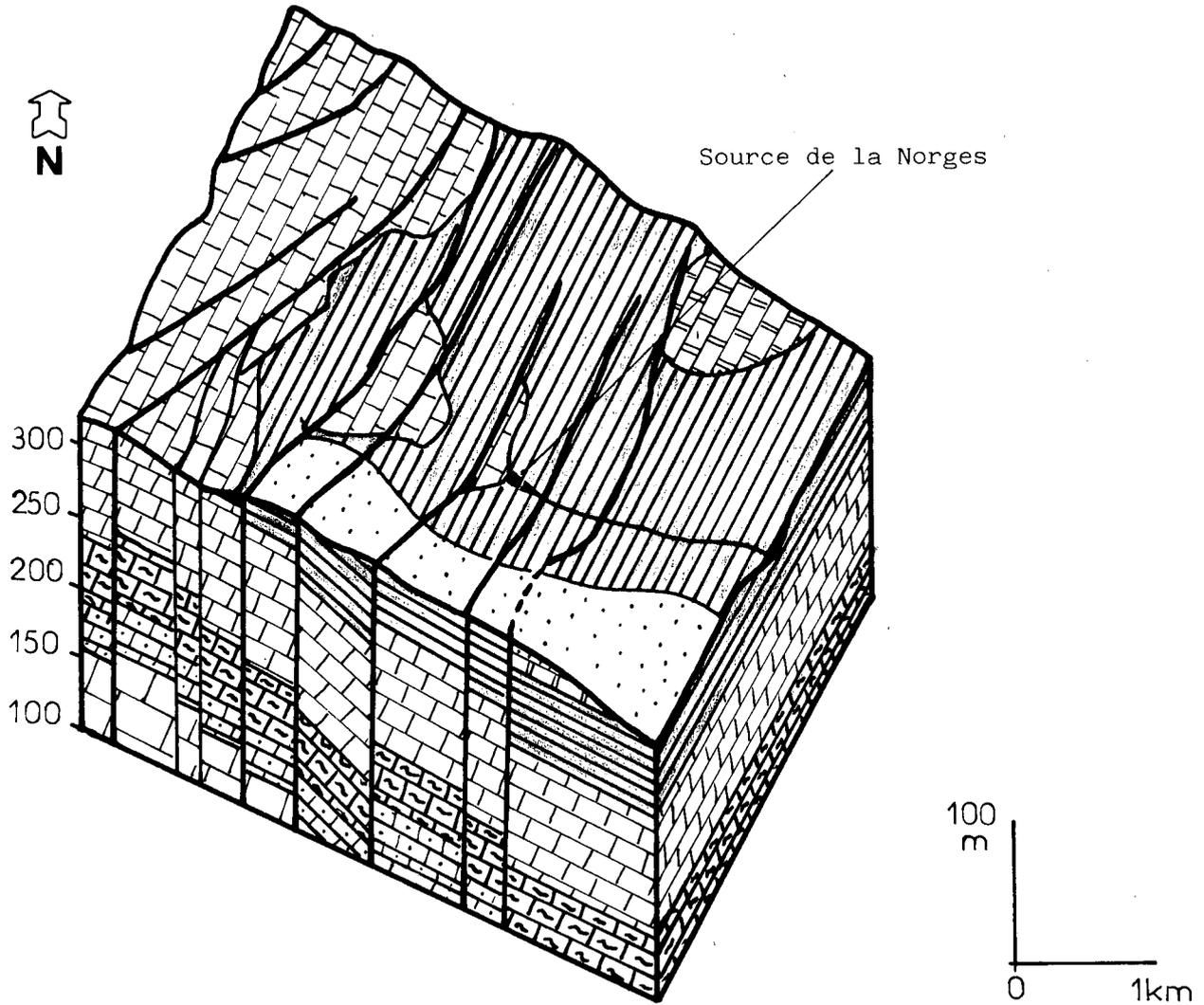
- une position topographiquement basse au Suzon ;
- la forme en "cuvette" de l'aquifère séquanien-rauracien susceptible de drainer en partie l'impluvium du sous-bassin de Gueux ;
- une fracturation dense non défavorable au développement karstique peut assurer le transit de l'eau entre points hauts et points bas.

L'absence de substratum réellement imperméable et la limite avale imparfaite (aquifère non-limité sur toute sa hauteur) autorisent des pertes d'eau en profondeur.

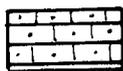
2.3 - Conclusion

Le système aquifère de la Norges se caractérise par des ouvertures multiples favorisant les apports extérieurs mais aussi les pertes vers les zones profondes. Mal individualisé vis à vis des systèmes voisins, il est possible que son bassin versant topographique ne corresponde pas à son bassin versant réel.

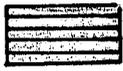
SOURCE DE LA NORGES
 ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL



Calcaire massif
 Bathonien j^{2b}



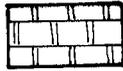
Calcaire oolithique
 Callovien j^{2c-3}



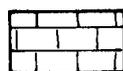
Calcaire marneux
 Kimmeridgien j³



Calcaire marneux
 Oxfordien moyen j⁵



Calcaire à tubulures
 Portlandien j⁹



Calcaires récifaux Oxf. sup
 et compacts
 Kimmeridgien j⁶⁻⁷



Formations à caractère argileux
 Crétacé - Tertiaire - Quaternaire

III - ETUDE HYDROLOGIQUE

L'étude hydrologique comprendra :

- l'étude des caractéristiques principales hydrologiques définissant le régime de la Norges et qui par comparaison avec les autres cours d'eau locaux permettront de mettre ou non en évidence des anomalies excédentaires ou déficitaires des apports.
- l'étude des caractéristiques hydrogéologiques, tarissement et emmagasinement, par l'analyse d'hydrogrammes.
- un essai de bilan, comparant le volume d'eau entré dans le système au volume d'eau subi, permettra de quantifier l'anomalie si elle existe et d'évaluer les ressources en eau.

En conclusion, des valeurs de débit exploitable seront avancées.

. Le sous-bassin considéré sera pris équivalent au bassin versant superficiel de la Norges à Norges-le-Bas, soit une superficie de 57 km².

. Les cours d'eau qui feront l'objet de comparaison sont :

- l'IGNON (Dienay)
- la Tille (Crecey)
- la Venelle (Selongey)

Ils présentent un contexte géologique similaire à celui de la Norges.

La hauteur de précipitation, entrant dans le calcul de certains paramètres, a été obtenue à partir de la carte des précipitations moyennes établie sur la période 1951-1980 (fig. 19).

1) Caractéristiques principales hydrologiques

Le sous-bassin est équipé en limite aval d'une station hydrométrique permettant le relevé journalier des débits de la Norges (fig. 16). Les valeurs utilisées pour cette étude sont issues de la banque de données du Service Régional d'Aménagement des Eaux de Bourgogne.

Caractéristiques de la station de Norges-le-Bas

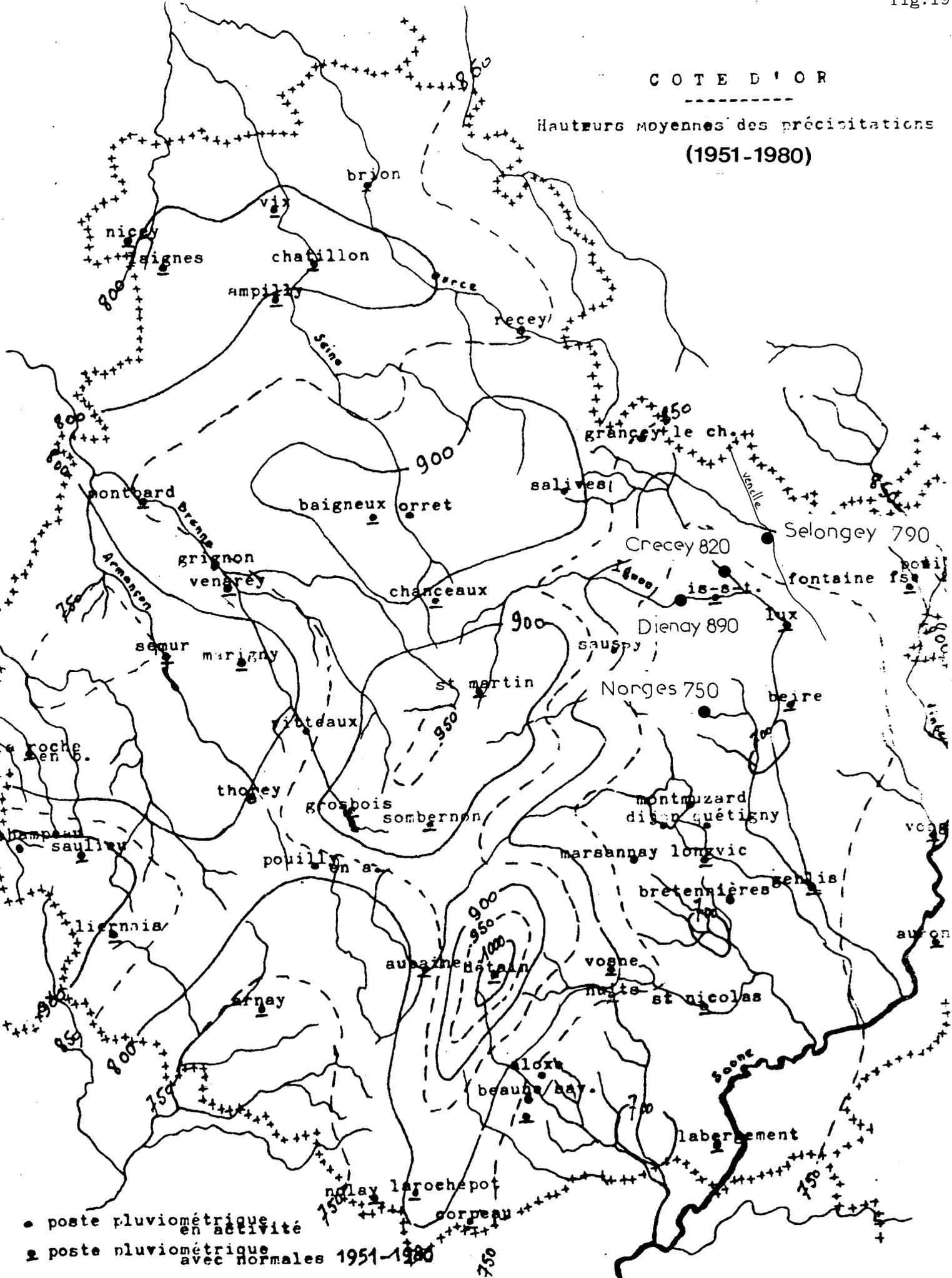
Date de mise en service : 1970
Bassin versant à la station : 57 km²
Code hydrologique : 21 123 501
Gestionnaire : Service Régional d'Aménagement des Eaux de Bourgogne

La station est installée à 800 m à l'aval de la source et subit vraisemblablement les influences des débits prélevés par le syndicat de Clenay-Saint-Julien au niveau du captage de Norges-la-Ville (cf. exploitation actuelle).

.../...

COTE D'OR

Hauteurs moyennes des précipitations (1951-1980)



• poste pluviométrique en activité
 ● poste pluviométrique avec normales 1951-1980
 mise à jour au 1-I-1981

1.1 - Apports moyens annuels1.1.1. - Valeurs moyennesTableau III 1

Débits moyens annuels (08/1971 à 08/1984 : 13 années hydrologiques)		
Année	Q (m3/s)	q (l/s/km2)
1971/1972	0.305	5.35
1972/1973	0.309	5.42
1973/1974	0.403	7.07
1974/1975	0.779	13.7
1975/1976	0.568	9.96
1976/1977	1.24	21.8
1977/1978	1.27	22.3
1978/1979	0.609	10.7
1979/1980	0.705	12.4
1980/1981	0.778	13.6
1981/1982	1.06	18.6
1982/1983	1.33	22.8
1983/1984	0.544	9.54
Moyenne	$\bar{Q} = 0.761$ m3/s	$\bar{q} = 13.4$ l/s/km2
Ecart type	$SQ = 0.35$ m3/s	

Coefficient d'écoulement Q/p (période 09/1971-08/1984)

avec p = 750 mm

Q/p = 56 %

Coefficient régional

Le calcul a été effectué à partir de la formule calculant l'apport moyen annuel, mise au point par une étude nationale ayant portée sur 183 bassins versants

.../...

et dont les paramètres ont été calés sur les 80 bassins retenus dans le cadre d'une étude de synthèse régionale concernant les apports des cours d'eau.

$$Q = 0.76 P_A + 0.35 \frac{Z_x + Z_n}{2} - \alpha$$

- avec Q = apport moyen annuel en mm
- P_A = pluie annuelle moyenne en mm sur le bassin considéré
- Z_x, Z_n = altitudes maximale et minimale sur le bassin en m
- α = coefficient régional

Pour $\bar{Q} = 0.761$ m3/s soit une lame d'eau écoulee de 421 mm, P_A = 750 mm et des altitudes maximale et minimale de 564 et 255 m :

$$\alpha = 292 \text{ mm}$$

Comparaison inter-bassin

Tableau III 2 - Principales caractéristiques (période 1971-1980)

(Cours d'eau	:	Norges	Tille	Ignon	Venelle
(Station	:	Norges le Bas	Crecey	Dienay	Selongey
(B.V. (km2)	:	57	224	310	55
(Apports \bar{Q} (m3/s)	:	0.697	2.41	3.98	0.517
(moyens	:				
(q (l/s/km2)	:	12.3	10.8	12.8	9.4
(Précipitation	:				
(Coefficient (mm)	:	750	820	890	790
(Coefficient Q/P	:	51	43	45	37
(d'écoulement (%)	:				
(Coefficient	:	326	438	434	441
(régional α (mm)	:				

Le débit spécifique de la Norges correspond apparemment aux valeurs de débit spécifique des autres cours d'eau ; cependant, si l'on tient compte des hauteurs de précipitations moyennes, estimées sur chacun des 4 bassins, et des valeurs de débit correspondantes, la Norges présente alors une anomalie positive, avec une pluviométrie faible et un débit spécifique relativement fort, mise en évidence par le calcul des deux coefficients : coefficient d'écoulement et coefficient régional dont les valeurs s'écartent fortement des valeurs calculées sur les autres bassins.

Estimation de l'anomalie

En considérant un coefficient régional α moyen de 438 mm (moyenne établie à partir des valeurs de α calculées pour l'IGNON, la Tille, la Venelle pour la période 1971-1980), et en l'introduisant dans la relation :

$$Q = 0.76 P_A + 0.35 \frac{Z_n + Z_n}{2} - \alpha$$

On obtient pour la Norges une d'eau écoulée de :

$$Q = 0.76 \times 750 + 0.35 \times \frac{564 + 225}{2} - 438 \approx 275 \text{ mm}$$

Soit un débit moyen annuel théorique de :

$$\bar{Q}_t = 0.497 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit mesuré sur la même période ($\bar{Q} = 0.697 \text{ m}^3/\text{s}$), présente alors un excédent d'environ 40 %.

1.1.2. - Variabilité des apports

Coefficient de variabilité

Le coefficient de variabilité représentant le rapport de l'écart type à la moyenne $\frac{(sQ)}{(Q)}$ a une moyenne de 0.4 en Bourgogne.

Norges 0.45

Tille 0.41

IGNON 0.5

Venelle 0.47

Le coefficient de variabilité de la Norges est du même ordre de grandeur que celui des cours d'eau voisins excepté celui de la Tille sensiblement plus faible. Une valeur de 0.45 à l'échelle régionale correspond généralement à un aquifère perméable mais sans réserve.

Ajustement statistique des débits moyens annuels par la loi de Gauss

Un ajustement des données par la loi de Gauss (fig. 20) permet d'apprécier la variabilité des apports d'une année à l'autre.

Il permet d'approcher les débits caractéristiques , à savoir :

- débit non dépassé deux années sur 10 : apport moyen annuel de fréquence quinquennale sèche ($F = 0.2$)

- débit non dépassé cinq années sur 10 : apport moyen annuel médian ($F = 0.5$)

.../...

LOI DE GAUSS

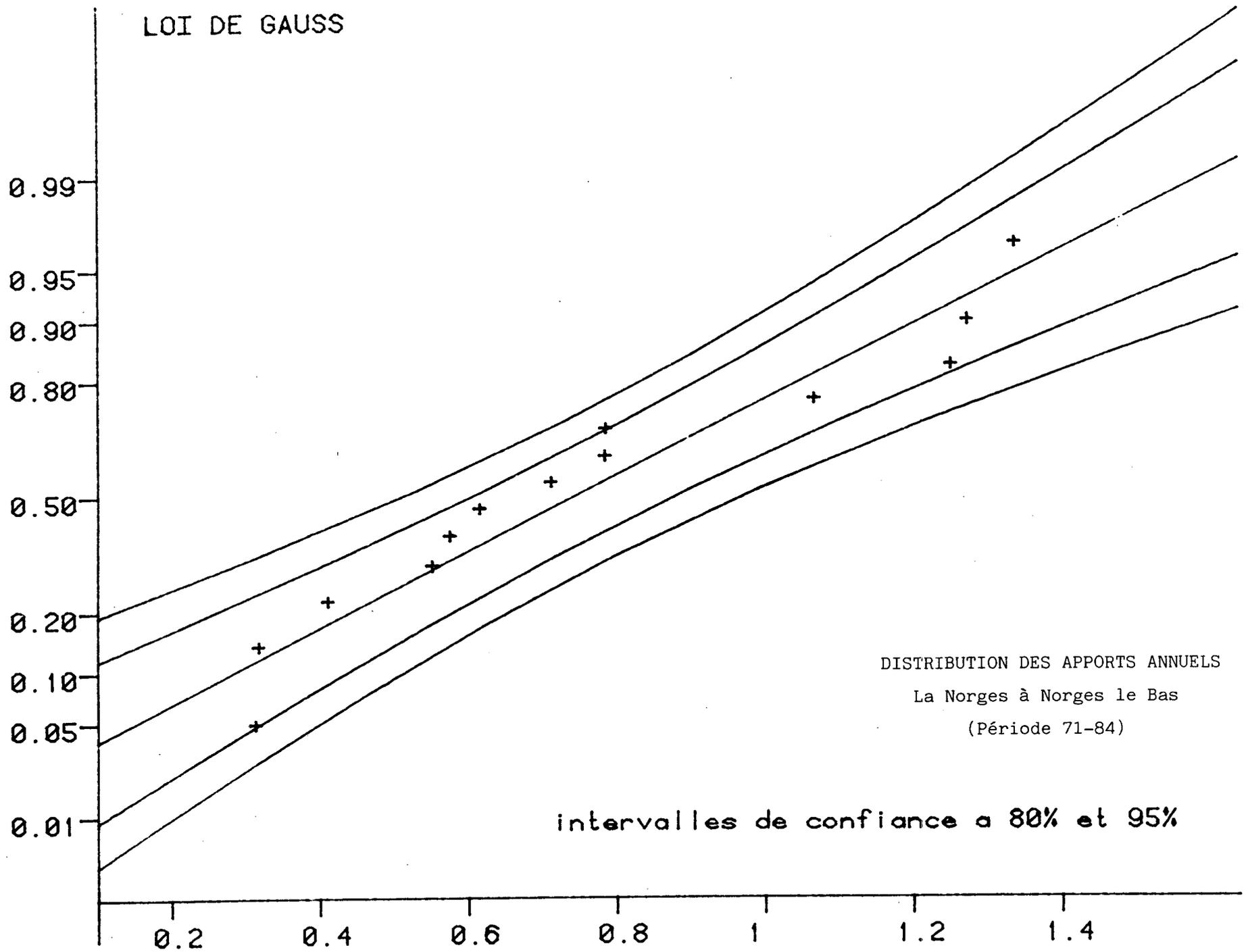


figure 20

- débit non dépassé huit années sur 10 : apport moyen annuel de fréquence quinquennale humide ($F = 0.8$).

Les débits non dépassés une année sur 10 et neuf années sur 10 (apport moyen de fréquence décennale sèche et humide $F = 0.1$ et $F = 0.9$) sont donnés à titre indicatif compte tenu de la taille de l'échantillon (13 ans)

Tableau III 3

Période 09/1971 - 08/1984			
	Fréquence au non dépassement	Q (m3/s)	q (l/s/km2)
Années Humides	$F = 0.9$	1.23	21.6
Médiane	$F = 0.5$	0.76	13.4
Années Sèches	$F = 0.1$	0.28	4.9

Tableau III 4

	Fréquence au non dépassement	Norges (Norges-le-Bas)	Tille (Crecey)	Ignon (Dienay)	Venelle (Selongey)
Années Humides	$F = 0.9$	* 1.2 : ** 21	3.7 : 16	6.5 : 21	0.83 : 15
Médiane	$F = 0.5$	0.69 : 12	2.4 : 10	4.0 : 13	0.52 : 9.4
Années Sèches	$F = 0.1$	0.39 : 6.8	1.6 : 6.7	2.3 : 7.3	0.31 : 5.7

* Q en m3/s

** q en l/s/km2

L'ajustement statistique par la loi de Gauss sur la période 1971-1980 confirme la grande variabilité des apports annuels de la Norges (6.8 l/s/km2 et 17 l/s/km2 pour les années quinquennales sèche et humide).

Les débits spécifiques caractéristiques de la Norges et de l'Ignon sont sensiblement équivalents (fig. 21).

1.2. - Apports moyens mensuels1.2.1. - Valeurs moyennes

Les valeurs mensuelles ont été caractérisées par deux paramètres permettant la comparaison entre rivières ; il s'agit :

- des débits spécifiques moyens mensuels q en $l/s/km^2$;
- des débits relatifs moyens (rapport du débit moyen mensuel au module \bar{Q}/Q_a)

Tableau III 5

Répartition mensuelle des apports de la Norges (Norges-le-Bas) Période 09/1971 - 08/1984													
MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Q (m3/s)	1.32	1.9	0.95	0.75	0.62	0.41	0.18	0.28	0.23	0.4	0.73	1.38	
q (l/s/km ²)	23.2	33.3	16.7	13.2	10.9	7.19	3.16	4.91	4.03	7.02	12.8	24.2	
\bar{Q} / Q_a	1.73	2.50	1.25	0.99	0.81	0.54	0.24	0.37	0.30	0.53	0.96	1.81	

Répartition mensuelle des apports : comparaison entre
cours d'eau (période 1971-1980)

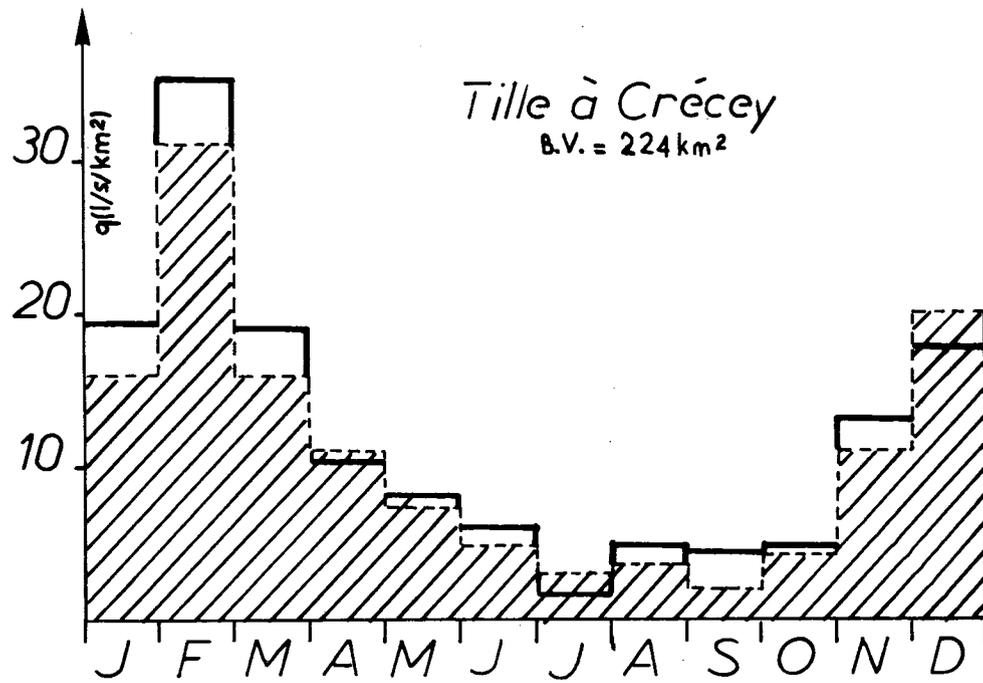
La répartition mensuelle des apports moyens montre (tableau 6 - fig. 21) généralement :

- un maximum en février 29 $l/s/km^2$ (Selongey) \llcorner $q \llcorner$ 36 $l/s/km^2$ (Dienay)
- un minimum en septembre 21 $l/s/km^2$ (Crecey) \llcorner $q \llcorner$ 4.2 $l/s/km^2$ (Norges)

Deux autres pointes sont également à noter : - en août (orages)
- en décembre.

Seule la Norges présente un minimum de débit en juillet (tableau III 5 : période 1971-1984 ; fig. 21 : période 1971-1980) la distinguant des autres cours d'eau par des étiages très prononcés dès le début de l'été malgré un débit spécifique très fort en février.

Ces résultats pourraient caractériser une vidange plus rapide du réservoir et l'incapacité de stockage des eaux renouvelables, souvent constaté en milieu karstique mais il est vraisemblable que les faibles débits de la Norges relevés en juillet soient la conséquence directe des prélèvements intempestifs exécutés à cette époque au niveau du captage, en amont de la station limnigraphique (cf. débits mensuels exploités, tableau VI.2)



COMPARAISON DES DEBITS
MOY. MENSUELS (1971-1980)

— La Norges à Norges-le-bas

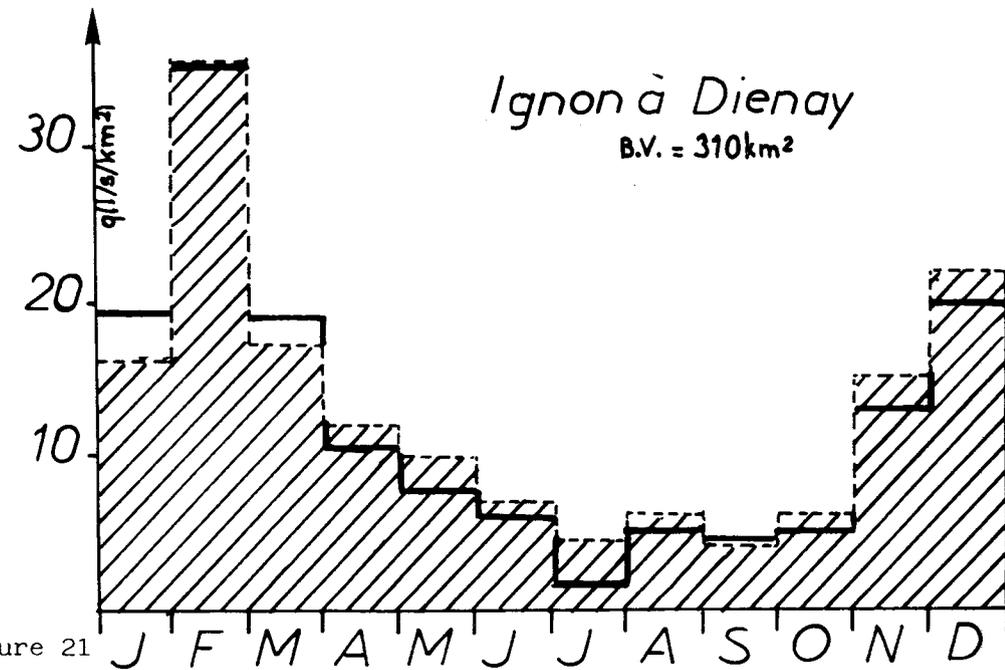
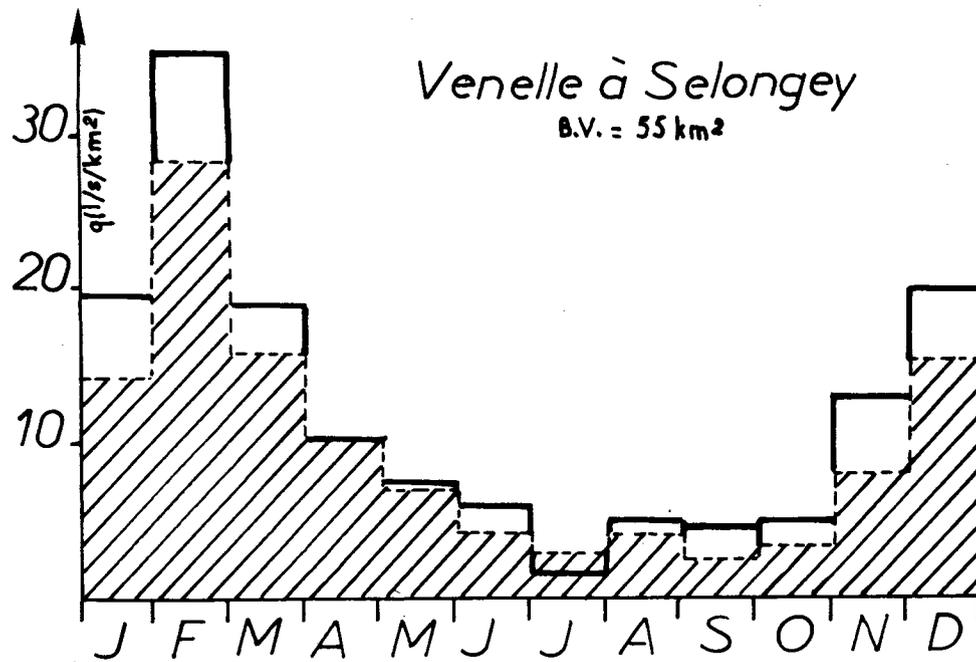
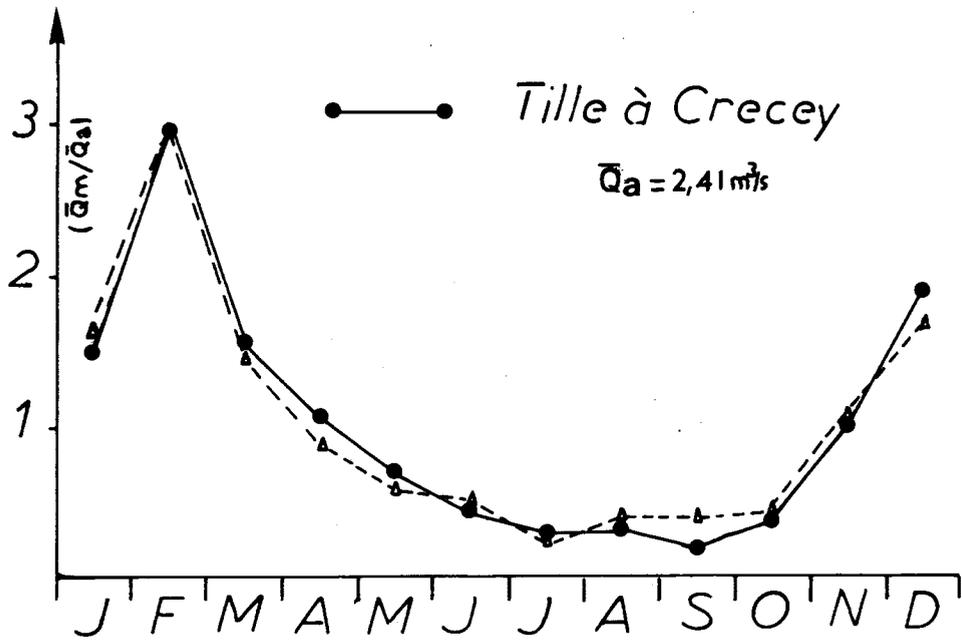


figure 21



COMPARAISON DES DEBITS
 RELATIFS MOY. MENSUELS
 Répartition mensuelle (71-80)

▲—▲ Norges à Norges-le-bas
 $\bar{Q}_a = 0,697 \text{ m}^3/\text{s}$

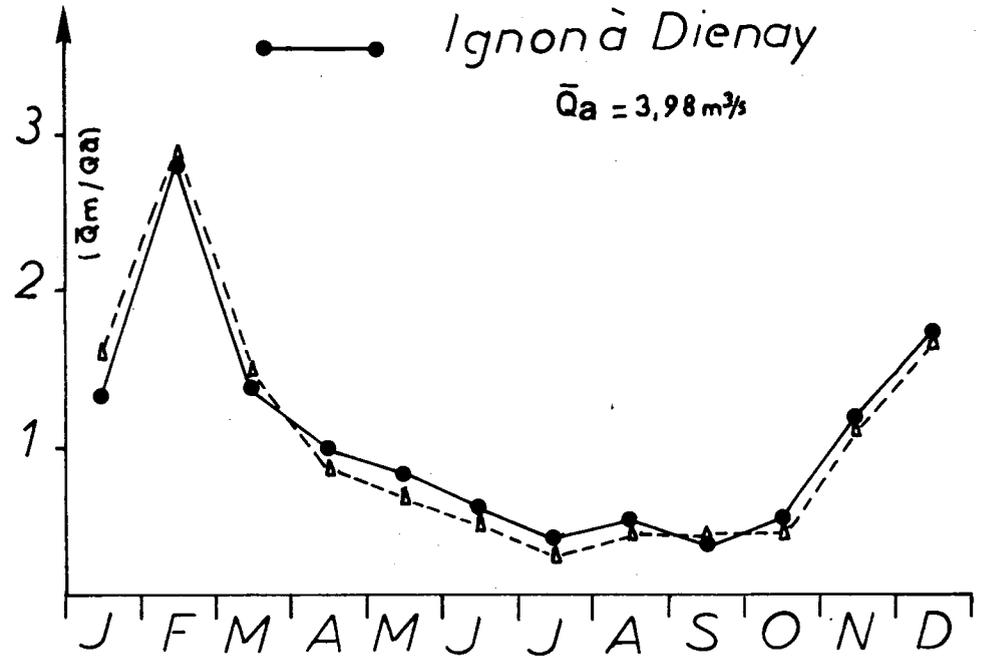
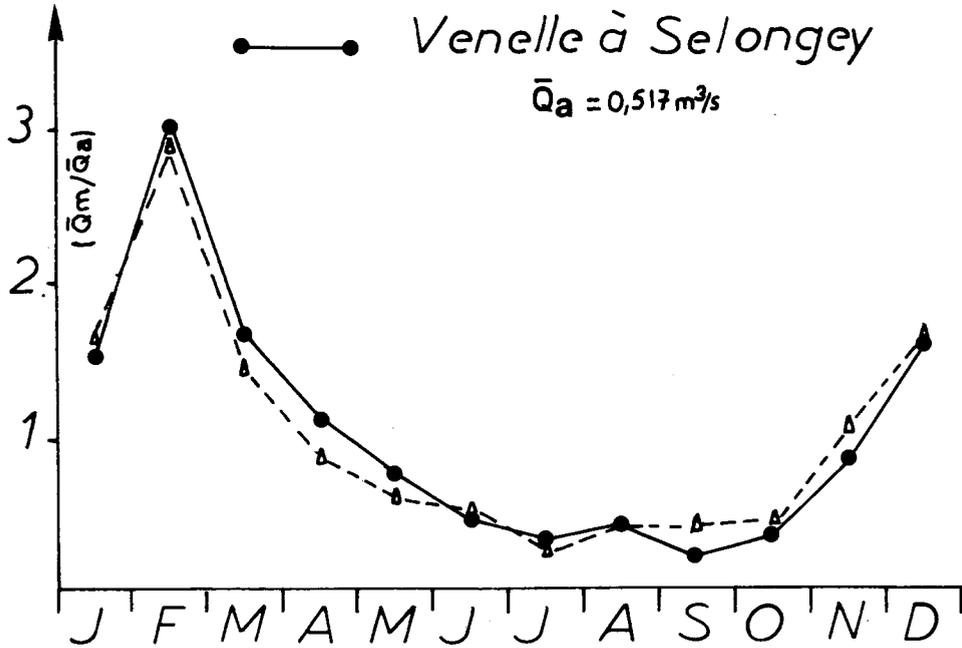


figure 22

L'expression des apports moyens mensuels relatifs des différents cours d'eau (fig. 22) met en évidence la grande similitude des régimes des rivières considérées, avec en particulier une bonne concordance des débits relatifs d'étiage de la Norges et de l'Ignon (relativement soutenu en septembre).

Tableau III 6 - Période 1971-1980 (ci-joint)

1.2.2. - Variabilité des apports mensuels

Un ajustement statistique des débits moyens mensuels permet de construire le diagramme de distribution fréquentielle (fig. 23).

Tableau III 7 - Distribution fréquentielle des débits moyens mensuels de la Norges à Norges-le-Bas (ci-joint)

On observe une variabilité :

- forte aux mois de : Octobre - Novembre - Décembre ;
- faible aux mois de : Février - Mars - Avril.

La forte variabilité d'Octobre à Décembre entraîne des valeurs aberrantes quant à l'estimation des débits quinquennaux, décennaux, centennaux durant cette période. La période d'étiage peut être décalée dans le temps, suivant les années, de un à deux mois (Août - Octobre), par contre la période de hautes eaux correspond presque toujours au mois de Février.

1.3 - Les débits d'étiage

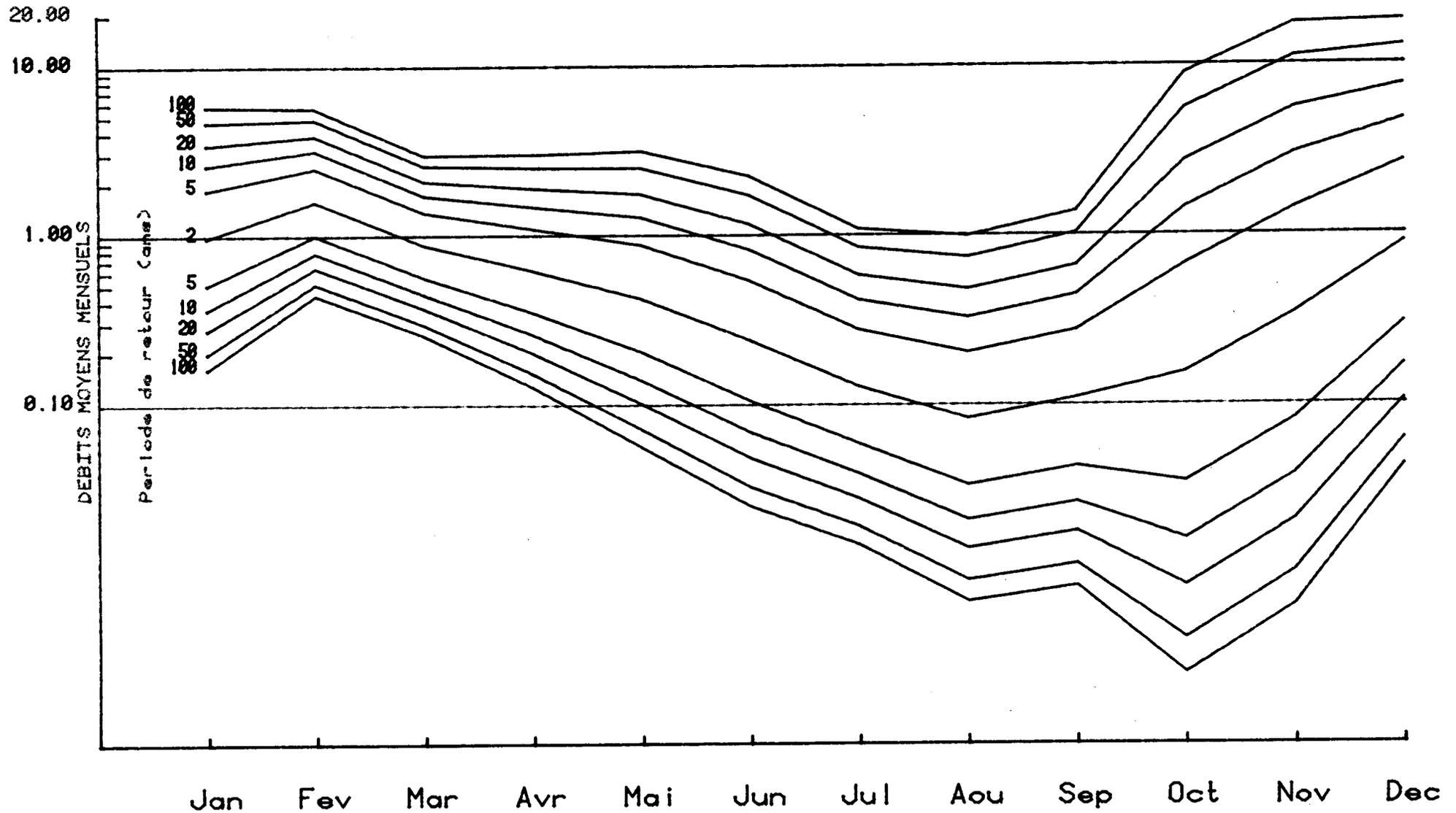
Pour caractériser les débits d'étiage, ont été choisis les débits moyens mensuels minimums annuels (notés QMNA) pour différentes périodes de retour, obtenus après ajustement statistique par la loi de Galton des QMNA (fig.24).

Tableau III 8 - Débits caractéristiques d'étiage.
La Norges à Norges-le-Bas - période 09/1971-08/1984.

	Q (l/s)	q (l/s/km ²)
Etiage médian	51	0.89
Etiage quinquennal	17	0.30
Etiage décennal	9.6	0.17

DIAGRAMME DE DISTRIBUTION FREQUENTIELLE
des DEBITS MOYENS MENSUELS
La NORGES a NORGES le bas

PERIODE : 71 - 83
(13 ans)



S.R.A.E. Bourgogne MARS 85

Tableau III 6 - Période 1971-1980

Cours d'eau	Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NORGES	Norges-le-Bas	19.3	35.3	17.9	10.5	18.07	5.96	3.33	4.73	4.21	4.32	12.98	20.0
		1.58	2.88	1.46	0.86	0.66	0.49	0.27	0.39	0.34	0.36	1.06	1.64
TILLE	Crecey	16.0	31.4	16.2	11.1	7.29	4.78	2.96	3.47	2.07	4.14	11.0	20.1
		1.49	2.92	1.51	1.03	0.68	0.44	0.27	0.32	0.19	0.38	1.02	1.87
IGNON	Dienay	16.6	35.8	17.3	12.0	10.0	6.81	4.41	5.86	4.03	5.98	14.9	21.8
		1.3	2.79	1.35	0.94	0.78	0.53	0.34	0.46	0.31	0.47	1.16	1.7
VENELLE	Selongey	14.3	28.7	15.6	10.4	6.96	4.25	3.05	3.79	2.50	3.22	7.99	15.4
		1.50	2.99	1.63	1.09	0.73	0.44	0.32	0.40	0.26	0.34	0.83	1.6

Débit spécifique (l/s/km²)

Débit relatif (\bar{Q}_m/\bar{Q}_a)

Tableau III 7 - Distribution fréquentielle des débits moyens mensuels
de la Norges à Norges-le-Bas

		Période 1971-1983											
Période de retour		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mois	10 ans	2.7	3.2	1.7	1.5	1.3	0.8	0.43	0.34	0.48	1.5	2.8	4.2
Humides	5 ans	1.8	2.6	1.3	1.1	0.9	0.53	0.27	0.21	0.3	0.7	1.5	2.3
Médian	2 ans	1	1.6	0.82	0.62	0.42	0.24	0.13	0.08	0.11	0.16	0.37	0.9
Mois	5 ans	0.5	1	0.55	0.35	0.2	0.1	0.06	0.03	0.048	0.036	0.09	0.3
Secs	10 ans	0.38	0.78	0.43	0.28	0.14	0.063	0.04	0.021	0.027	0.017	0.041	0.16

Tableau III 9 - Débits caractéristiques d'étiage de
l'ensemble des cours d'eau considérés (période 1971-1980)

Cours d'eau	NORGES		TILLE		IGNON		VENELLE	
	l/s	l/s/km ²	l/s	l/s/km ²	l/s	l/s/km ²	l/s	l/s/km ²
Etiage médian	38	0.67	220	0.98	680	2.19	64	1.16
Etiage quinquennal	13	0.23	110	0.49	370	1.19	34	0.62
Etiage décennal	7	0.12	78	0.35	260	0.84	24	0.44

La Norges accuse les étiages les plus sévères, l'Ignon les plus soutenus alors que ces deux cours d'eau se distinguaient par l'analogie de leur régime lors de l'étude des débits moyens relatifs mensuels (diagrammes fig. 22).

Cette apparente contradiction vient du fait que l'étude des débits relatifs prend en compte des valeurs moyennes, donc surestimées par rapport aux valeurs minimales que représentent les QMNA.

1.4 - Conclusion

. L'étude des apports annuels de la Norges révèle une anomalie positive de l'ordre de 40 %.

. La variabilité des débits est importante aussi bien à l'échelle annuelle (C.V. = 0.45) qu'à l'échelle mensuelle où les débits décroissent rapidement de Février à Juillet.

Cette variation mensuelle est à mettre en relation avec la structure même du magasin, caractérisée par une vidange rapide, mais aussi avec les importants prélèvements amonts qui, croissant de Mars à Juillet, accentuent cette célérité.

. De ce fait, les débits d'étiage sont très faibles avec des QMNA (débits moyens mensuels minimums annuels) estimés à 7 l/s pour les années sèches décennales.
(débits d'étiage réels observés : 8 l/s en Octobre 1971 ; 9 l/s en Novembre 1978 ; 11 l/s en Octobre 1979).

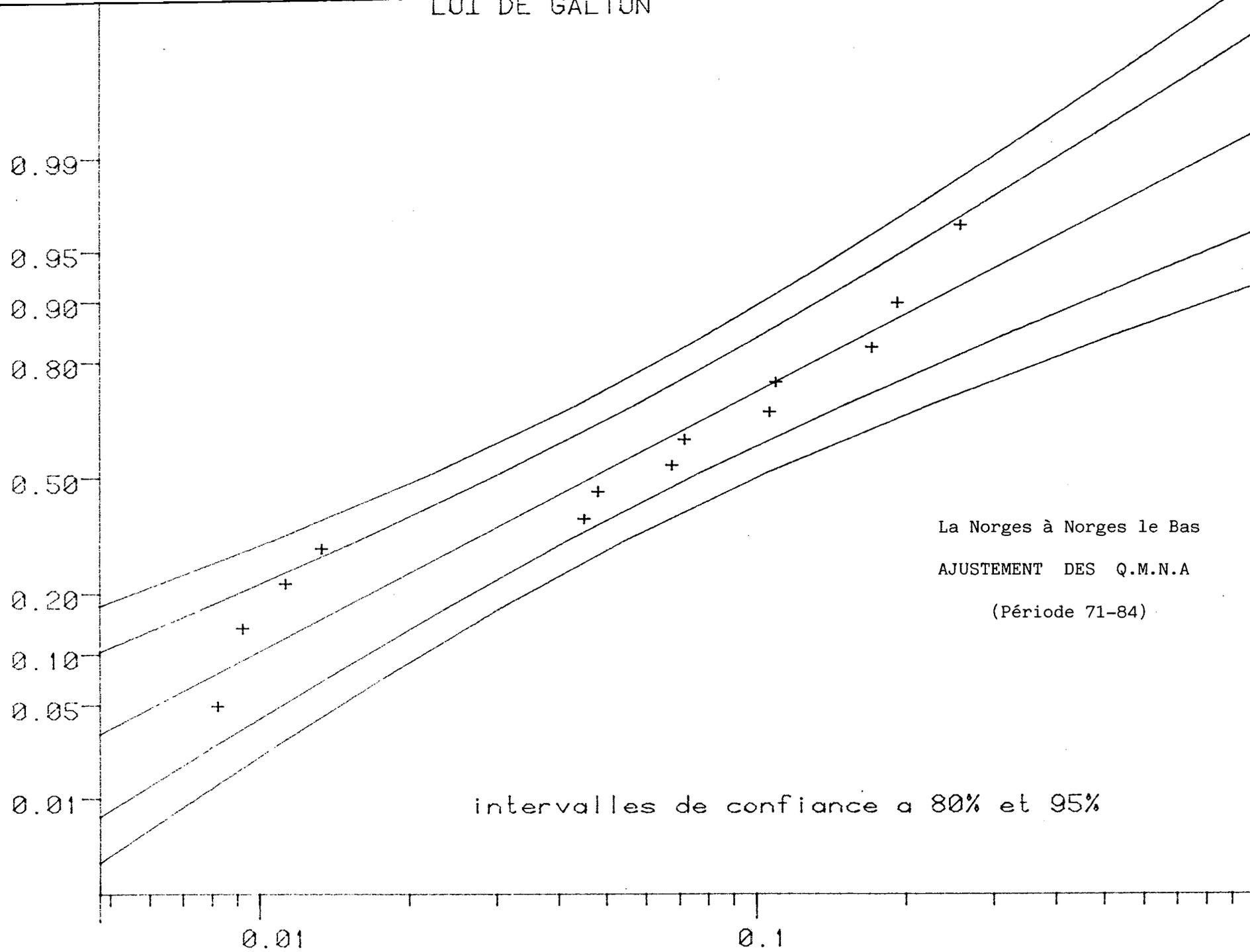


figure 24

2) Caractéristiques hydrogéologiques

L'analyse des hydrogrammes (diagramme débits-temps) permet d'apprécier au moins qualitativement les caractéristiques hydrogéologiques d'un réservoir à savoir :

- le tarissement
- l'emmagasinement

L'analyse quantitative nécessite l'étude de longs tarissements en régime non-influencé, c'est-à-dire en l'absence de précipitation, chose difficile à concevoir durant une trop longue période dans nos régions. C'est pourquoi seul le tarissement observé en 1976 donnera lieu à une estimation théorique des réserves exploitables.

2.1 - Tarissement

L'étude des hydrogrammes amène à distinguer deux types de crue :

- les crues de "printemps", survenant après une période de hautes eaux ;
- les crues d'"automne", survenant après une période de sècheresse.

2.1.1. - Les crues de printemps

La pointe de crue correspondant en général à un débit de 3 à 4 m3/s est suivi d'une décrue dont la durée est d'une quinzaine de jours (fig. 26 et 28). Si l'aquifère n'est pas alimenté à nouveau par de fortes pluies (pluie efficace), commence ensuite une longue période de tarissement se traduisant par une décroissance exponentielle du débit de la source de la forme :

(formule de Maillet)

$$Q = Q_0 e^{-\alpha t}$$

avec : Q = débit à l'instant t (m3/s)
 Q_0 = débit juste avant tarissement (m3/s)
 α = coefficient de tarissement (s^{-1})

La valeur de $\frac{Q_0}{\alpha}$ représente le volume d'eau renouvelé chaque année (volume dynamique) considéré comme étant les seules ressources exploitables.

La sècheresse de 1976 s'est caractérisée par une longue période de tarissement permettant d'estimer le volume des réserves exploitables. L'analyse de l'hydrogramme établi du 19/2/1976 au 10/9/1976 (fig. 27) donne les caractéristiques suivantes :

coefficient de tarissement : $\alpha = 9.38 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$

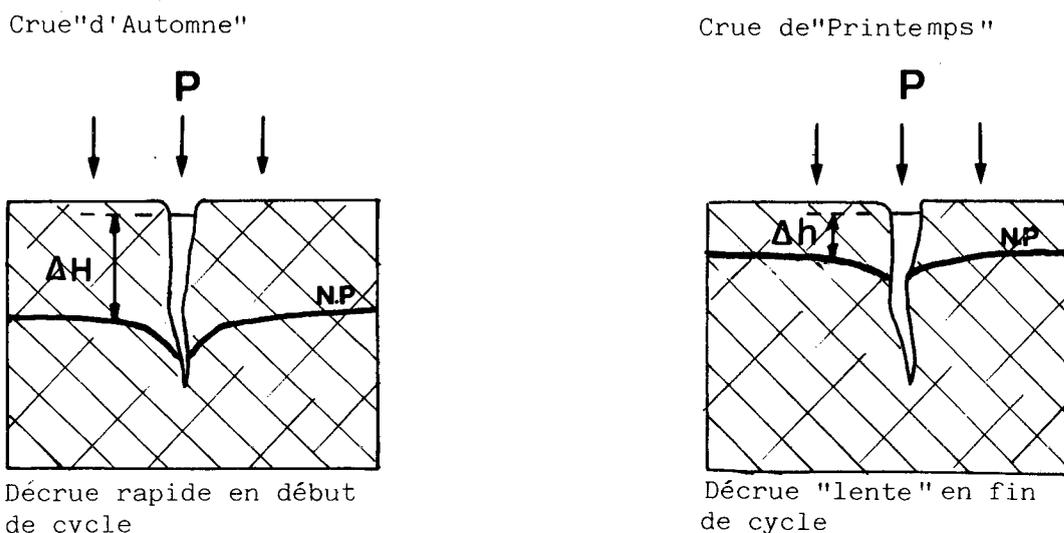
Volume dynamique : $V_d = \frac{Q_0}{\alpha} = 3.8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

avec $Q_0 = 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$

Ce volume est purement théorique et ne tient pas compte de la répartition annuelle des apports.

2.1.2. - Les crues "d'automne"

Elles se caractérisent par une décrue brutale de 5 à 10 jours (fig. 29 et 30) conséquence en général (d'après C. DROGUE) d'une vidange rapide des drains karstiques pouvant s'expliquer par la différence de charge (ΔH) existant entre le niveau piézométrique, au plus bas en fin d'étiage, au sein du magasin finement fissuré et le niveau piézométrique au droit des grosses fractures, anormalement élevé par engouffrement rapide des pluies.



Schématisation du comportement hydrodynamique d'une source karstique (d'après C. DROGUE)

Fig. 25

2.2. - Emmagasinement

Volume de transit

L'hydrogramme établi à partir des débits moyens mensuels sur la période 1971-1983 (fig. 31) met en évidence :

- une grande variabilité des débits : fortes crues et étiages sévères ;
- une période 1971-1976 très sèche avec des débits maximums inférieurs à 2 m³/s.

La NORGES a NORGES le Bas

U 12350 1

HYDROGRAMME

Debit(m³/s)

du 19/ 2/76 au 10/ 9/76

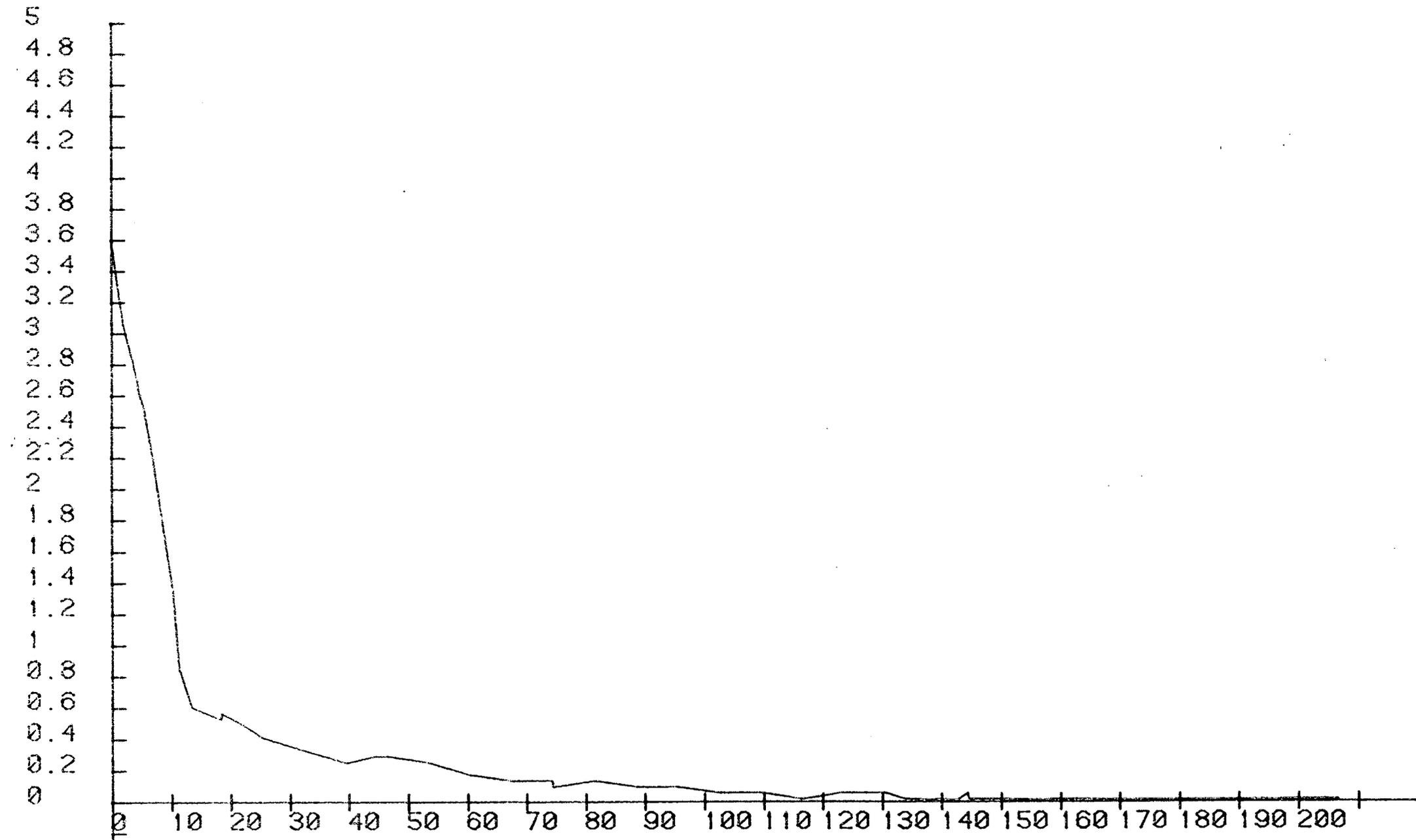


figure 26

La NORGES a NORGES le Bas

U 12350 1
Debit(m³/s)

HYDROGRAMME(debits en log..)
du 19/ 2/76 au 10/ 9/76



figure 27

La NORGES a NORGES le Bas

U 12350 1

HYDROGRAMME

Debit(m³/s)

du 26/ 3/78 au 1/10/78

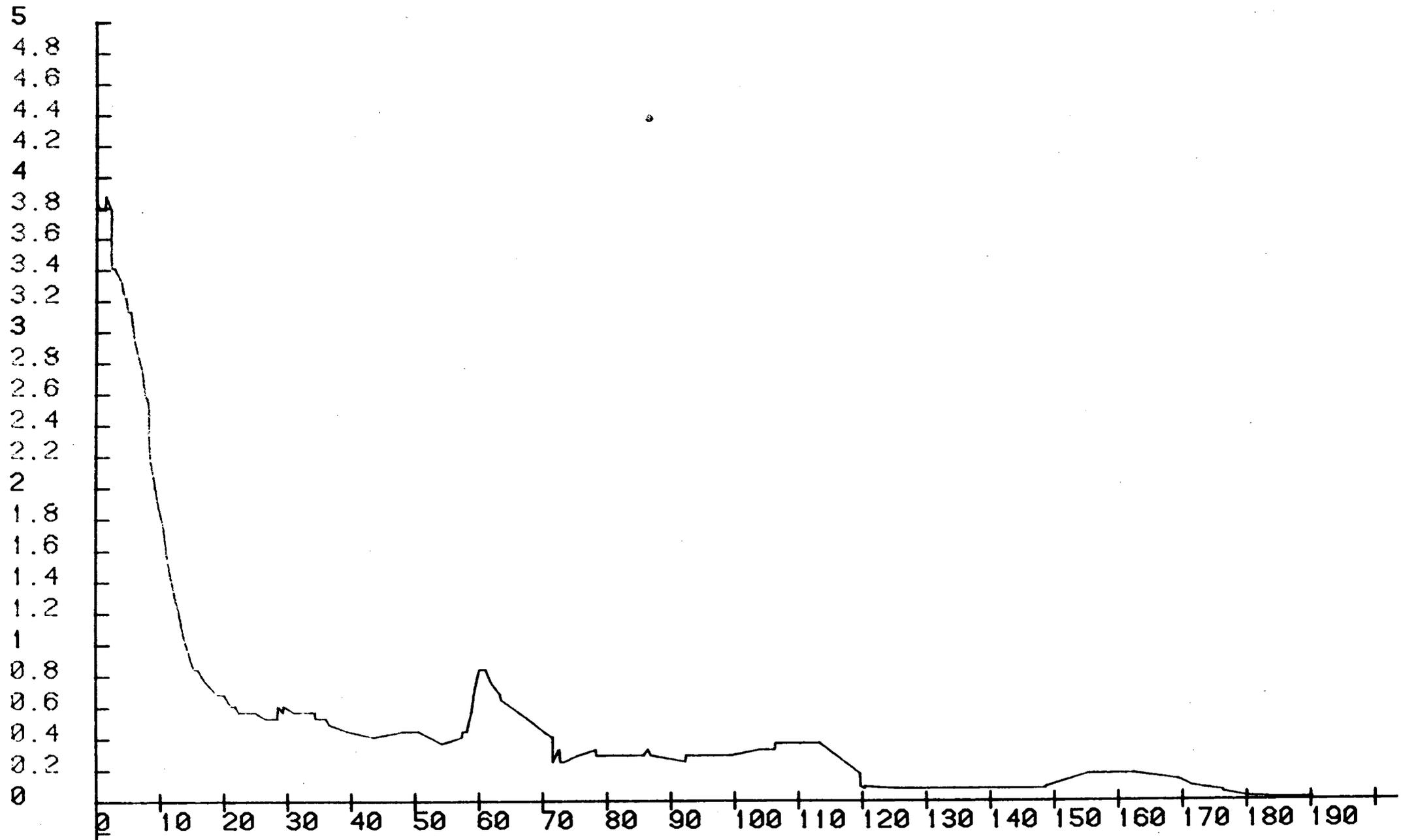


figure 28

LA NORGES à NORGES le Bas

Hydrogramme du
29-9-76 au 31-12-76

Débit (m³/s)

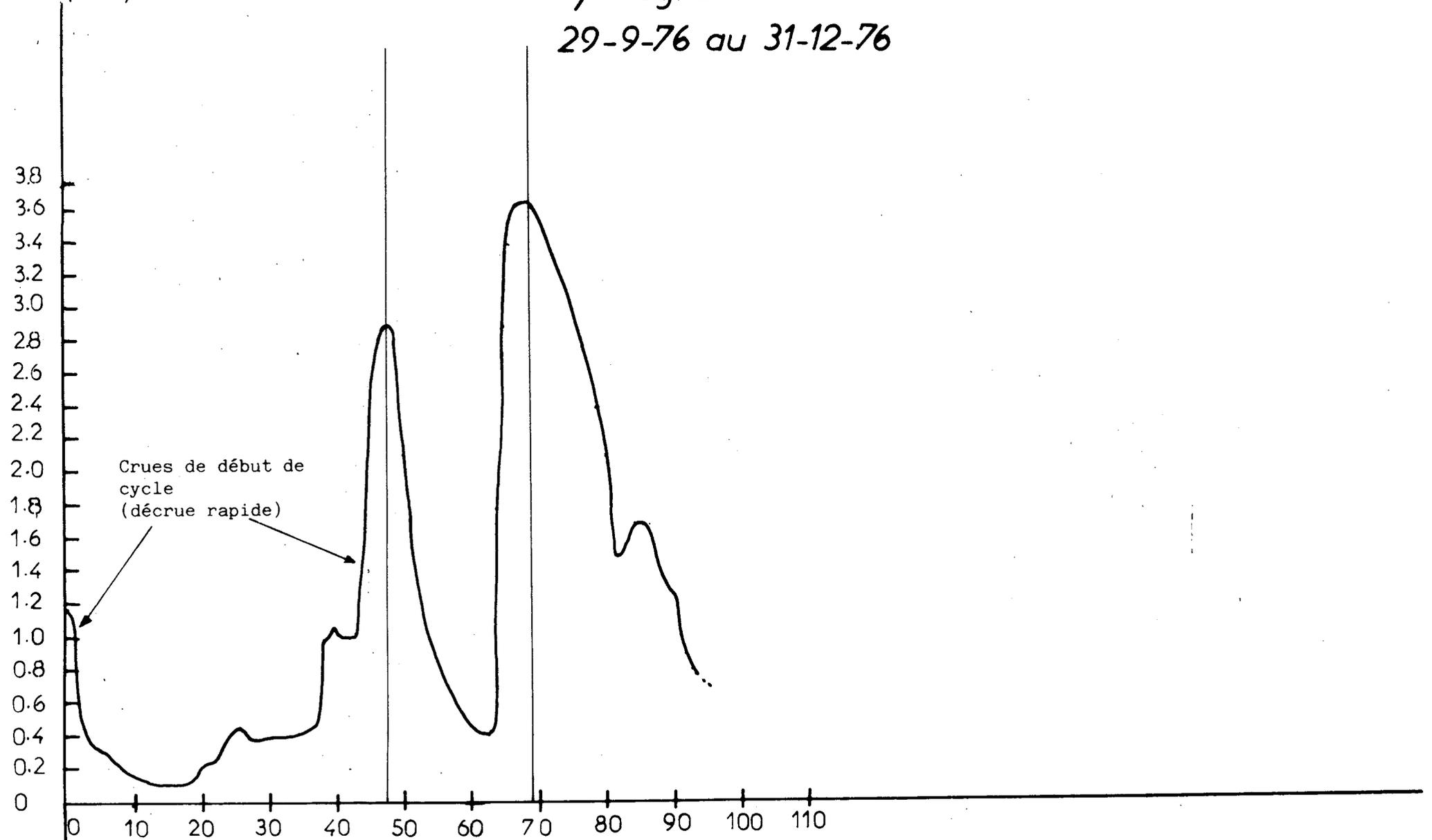
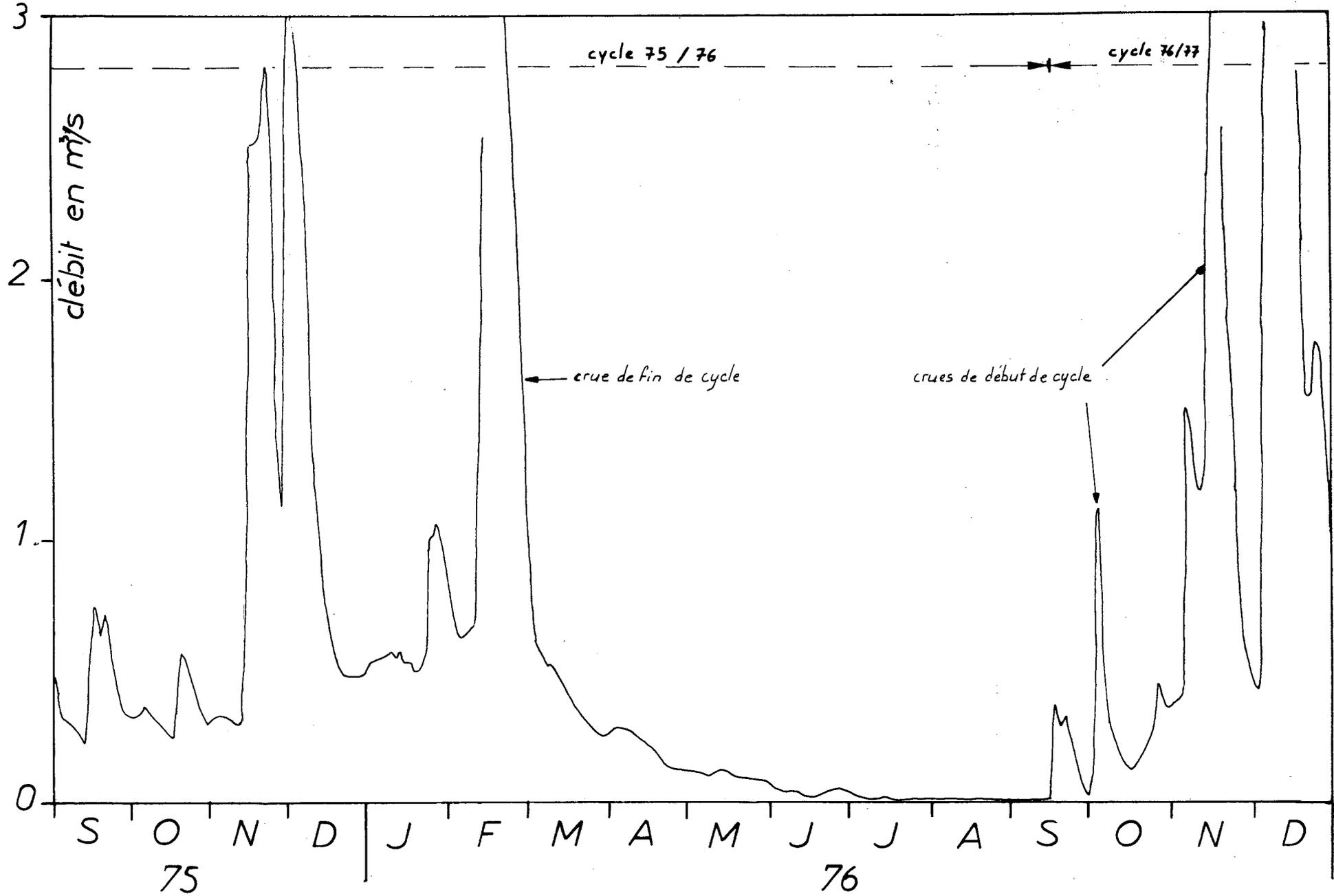


figure 29

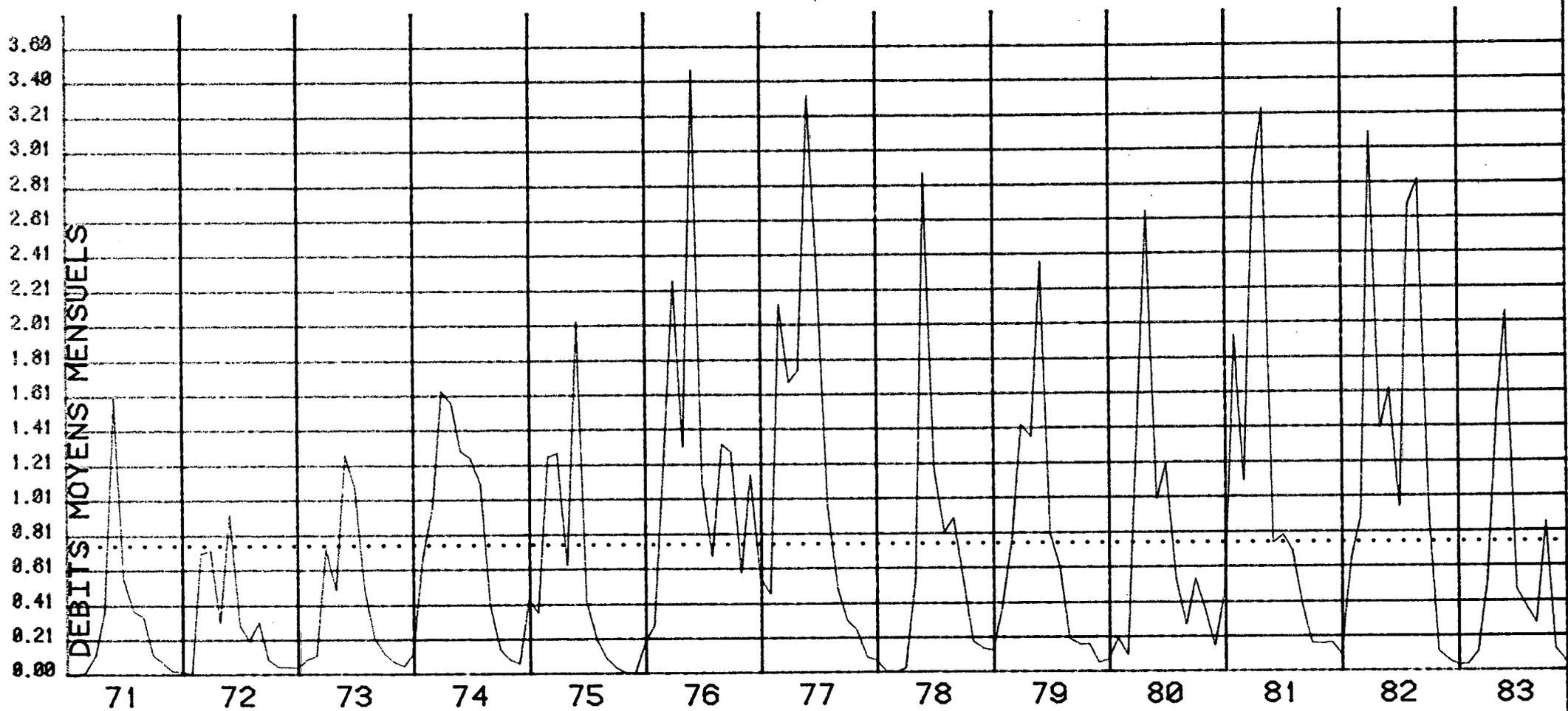


— COMPORTEMENT DES CRUES DE LA NORGES —
 au cours d'un cycle hydrologique

Variations des DEBITS MOYENS MENSUELS La NORGES a NORGES le bas

(PERIODE : 1971 - 1983)

..... : Moyenne (156 valeurs) = 0.748



S.R.A.E. Bourg

figure 31

Son intégration permet le calcul du volume de transit ou volume écoulé pendant la période considérée. En émettant l'hypothèse que les débits mesurés à la station représentent les débits effectifs de l'exutoire (ruissement nul), le volume s'évalue à :

$$V_t = 3.10^8 \text{ m}^3$$

soit environ $24.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$

Le rapport K du volume dynamique (Vd) sur le volume de transit caractérise le pouvoir régulateur de l'aquifère.

Pour l'année hydrologique 1975-1976 :

$$\text{Volume de transit} = 17.9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume dynamique} = 3.84 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$K = 0.21$$

La valeur de K traduit une faible régulation donc peu d'emmagasinement. (K est compris entre 0 et 0.5 pour les aquifères karstiques d'après la classification de Mangin (75) et > 0.5 pour les aquifères poreux).

2.3 - Conclusion

L'analyse des hydrogrammes met en évidence une grande variabilité des débits, des décrues rapides, caractéristiques des aquifères karstiques et un pouvoir régulateur limité signifiant un volume exploitable faible par rapport au volume écoulé.

3) Essai de bilan

3.1. - Généralités

Dresser le bilan d'un bassin d'une superficie donnée consiste à comparer, sur une période déterminée (l'année, le mois, ...), le volume d'eau entré dans le système au volume d'eau sorti et d'en déduire par différence la variation de réserve (volume renouvelable) susceptible d'être exploité.

Un bilan non équilibré (grandes différences entre "entrées" et "sorties" sur une période significative) résulte d'un bassin mal individualisé recevant (bilan excédentaire) ou donnant (bilan déficitaire) un certain volume d'eau issu ou reçu d'un ou de plusieurs bassins extérieurs.

3.1.1. - Entrées - Sorties

Couramment, les entrées et sorties comprennent :

Entrées : précipitations (P)

Sorties : * débits des sources ou débit du cours d'eau (Q) à la sortie du bassin considéré.

* évaporation au sol et transpiration des végétaux regroupés sous le terme d'évapotranspiration (E).

L'expression du bilan s'écrit donc de façon générale :

$$P = E + Q + dw \quad (1)$$

(dw variation des réserves)

.../...

Il convient d'ajouter aux "sorties" le volume d'eau exploité, à l'intérieur du bassin, pour les besoins de la population qui peut ne pas être négligeable. Une partie de ces eaux sont restituées après utilisation et est alors comptabilisée dans les "entrées" si le rejet s'effectue dans le périmètre considéré.

3.1.2. - Méthodologie

Nous envisagerons l'établissement du bilan selon deux méthodes :

- la méthode de Thornthwaite basée sur des calculs théoriques à partir des données climatologiques ; (pluviométrie, température, insolation) qui permettra d'évaluer la part des précipitations servant à la recharge des nappes (infiltration efficace) après déduction d'une évapotranspiration réelle théorique et de quantifier les apports moyens annuels et mensuels.

- le bilan par le débit des sources défini par l'expression générale (1) et utilisant les valeurs d'évapotranspiration approchées par la méthode précédente, mettra en évidence une anomalie éventuelle.

Tous les paramètres seront exprimés en hauteur de lame d'eau équivalente sur l'étendue du secteur. Pour cela, la superficie du bassin a été prise comme étant égale à la superficie du bassin versant superficiel.

Un déséquilibre significatif du bilan (bilan excédentaire) confirmera l'anomalie positive mise en évidence par l'étude des caractéristiques hydrologiques et traduira la non-correspondance du bassin versant superficiel et du bassin versant réel souterrain apportant un élément supplémentaire dans la connaissance du système aquifère de la Norges.

3.2. - Bilans annuels

3.2.1. - Méthode de Thornthwaite

a) Expression du bilan

$$P = E_{Tr} + I_e$$

E_{Tr} = évapotranspiration réelle

I_e = infiltration efficace

avec $I_e = Q_w + R + dw$

Q_w = écoulement souterrain

R = ruissellement

dw = variation des réserves

b) Evaluation des paramètres

* Les hauteurs de précipitation ainsi que les températures et l'insolation entrant dans le calcul de l' E_{Tp} (évapotranspiration potentielle), duquel est déduit la valeur d' E_{Tr} , sont issues des données de la station météorologique de DIJON-LONGVIC (Météo nationale) où la pluviométrie est peu différente de celle du sous-bassin de la Norges d'après la carte des hauteurs de précipitation établie sur la période 1951-1980 (fig. 19).

* l'évapotranspiration potentielle est calculée par la formule de Turc :

$$E_{Tp} = 0.40 \frac{T}{T + 15} (I_g + 50) \quad (2)$$

avec
$$I_g = I_{g_A} \left(0.18 + 0.62 \frac{h}{H} \right)$$

ETp = évapotranspiration potentielle mensuelle en mm

T = température moyenne de l'air en °C

Ig = radiation globale moyenne du mois (cal/cm2)

Ig_A = énergie de radiation qui atteindrait le sol si l'atmosphère n'existait pas (cal/cm2)

h/h = insolation relative

* La saturation du sol est généralement admise pour une RFU (réserve utile à la végétation) égale à 100 mm. Cette valeur apparaît ici comme un maximum pour un sol assez argileux reposant sur des calcaires (La RFU est estimée à 80 mm par l'I.N.R.A. à la ferme d'Epoisse pour un sol d'environ 30 cm d'épaisseur et contenant 45 % d'argile).

* L'étendue du bassin versant superficiel est fixée par planimétrie à 57 km².

c) Résultats

Tableau III 10 - Bilans annuels selon la méthode de Thornthwaite (ci-joint)

La valeur d'évapotranspiration réelle conditionne directement, d'après l'expression du bilan, le calcul de l'infiltration efficace Ie représentant la quantité d'eau disponible chaque année. Une bonne évaluation de ce paramètre est donc nécessaire pour la fiabilité des résultats ; c'est pourquoi il est apparu intéressant de comparer les valeurs d'évapotranspiration potentielle calculées par la formule de Turc (2) et dont sont issues les valeurs d'évapotranspiration réelle, avec les données expérimentales (mesures sur cases lysimétriques, bac colorado évaporomètre de Piche) fournies par l'I.N.R.A. (fig. 32).

La bonne correspondance des valeurs théoriques d'évapotranspiration potentielle et des valeurs expérimentales d'évaporation permet de penser que les valeurs réelles d'évapotranspiration réelle sont du même ordre de grandeur que celles obtenues par la méthode de Thornthwaite (moyenne 528 mm).

L'estimation directe de l'évapotranspiration réelle par une autre formule de Turc :

$$E_{Tr} = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad (3)$$

avec $L = 300 + 25 T_p + 0.05 T_p^3$ et P : précipitation en mm

$$T_p = \frac{\sum T_i P_i}{\sum P_i} \quad (i \text{ indice du mois}) \text{ en } ^\circ\text{C}$$

donne une valeur moyenne de 477 mm sur la période 1970-1984 (tableau III 10)

Une moyenne de 500 mm ± 30 mm est donc à retenir comme valeur de l'évapotranspiration réelle.

Le tableau III 10 montre que l'infiltration efficace est en moyenne de 197 mm par an soit 27 % des précipitations totales.

On peut donc estimer à 11.10⁶ m³/s l'apport moyen annuel.

COMPARAISON DES VALEURS D'EVAPORATION mesurées ET D'EVAPOTRANSPIRATION calculées(82)

(D'après les mesures de L'Institut Nationale de Recherche Agronomique-Dijon)

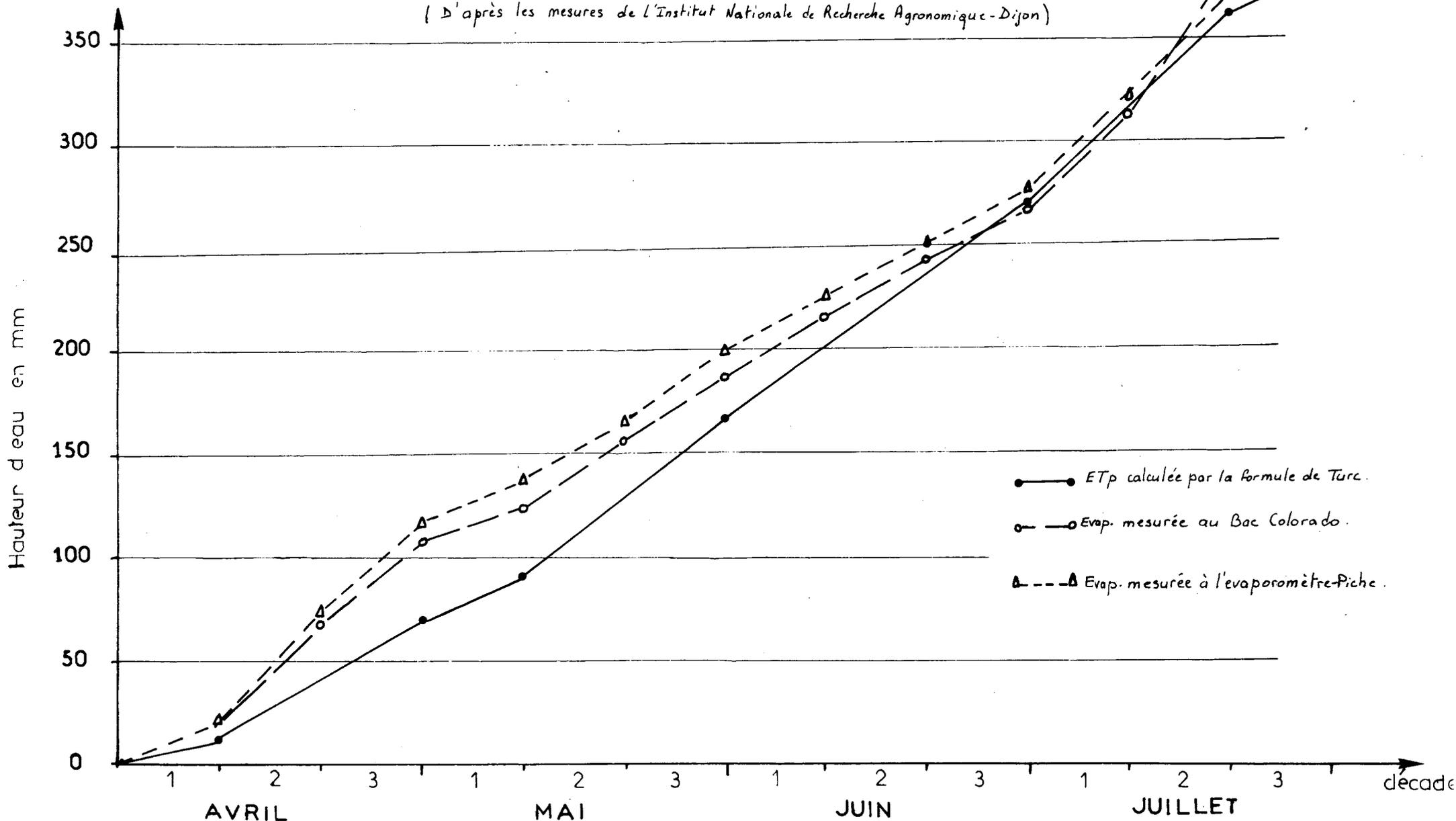


figure 32

Tableau III 10 - Bilans annuels selon la méthode de Thornthwaite

Années hydrologiques	P mm	T° °C	ETp mm	ETr mm	Ic mm	Ie/p %	T° _p °C	ETr (Turc) mm
1970/1971	560	10.55	711	486	74	13	11.82	445
1971/1972	500	10.48	670	449	51	10	10.29	399
1972/1973	514	10.54	706	438	76	15	11.68	422
1973/1974	566	10.99	729	504	62	11	10.97	436
1974/1975	818	10.97	685	597	221	27	11.72	531
1975/1976	558	11.09	775	391	184	33	11.14	435
1976/1977	1 127	9.24	643	643	384	34	11.60	582
1977/1978	795	10.44	662	545	350	44	9.11	469
1978/1979	729	10.24	684	540	189	26	9.99	473
1979/1980	706	10.67	638	475	231	33	9.80	463
1980/1981	754	10.33	656	652	102	14	11.65	512
1981/1982	931	10.88	704	611	320	34	11.59	552
1982/1983	1 000	11.16	690	539	461	46	10.33	530
1983/1984	586	9.81	633	526	60	11	9.86	428
Moyenne	725	10.53	685	528	197	27	10.82	477
Apport moyen annuel : 11.10^6 m ³								

3.2.2. - Bilan par le débit des sources

a) Expression du bilan

$P = Q + E + dw$

- Q = écoulement souterrain et ruissellement
- E = évapotranspiration ou déficit d'écoulement
- dw = variation des réserves

b) Evaluation des paramètres

. La hauteur de précipitation est fixée à 750 mm (d'après la carte fig. 19)

. Le débit de la Norges est mesurée à la station hydrométrique de Norges-le-Bas gérée par le Service Régional d'Aménagement des Eaux de Bourgogne.

. Le déficit d'écoulement E est estimé à 500 mm d'après l'étude du bilan précédent.

. Les prélèvements effectués au niveau du captage (Qex) sont intégrés dans le calcul du bilan.

c) Résultats

Tableau III 11 - Bilan moyen annuel
(période 1971-1984)

ENTREES	SORTIES
P = 750 mm/a	$\bar{Q} = 0.761 \text{ m}^3/\text{s}$
soit $42.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$	soit $24.10^6 \text{ m}^3/\text{a}$
	$\bar{Q}_{\text{ex}} = 2.2 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{a}$
	$\bar{E} = 500 \text{ mm/a}$
	soit $28.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$
TOTAL : $42.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$: $52.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$
excédent : $+ 10.10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ soit 41,6 % de l'écoulement total	

Le bilan accuse un excédent de $10.10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ représentant 41,6 % de l'écoulement total ($24.10^6 \text{ m}^3/\text{a}$) et sensiblement équivalent à l'écoulement théorique calculé par la méthode de thornthwaite ($11.10^6 \text{ m}^3/\text{a}$) légèrement sous-estimé par les valeurs de pluviométrie (725 mm) et d'évapotranspiration réelle (528 mm) choisies.

A noter que les débits exploités sont négligeables par rapport au débit de la Norges (moins de 1 %) lorsque l'on prend en compte la moyenne interannuelle.

Mise en évidence de l'anomalie par comparaison des
déficits d'écoulement calculés sur différents bassins

Tableau III 12 - Période 1971-1980

Cours d'eau	Station	B.V	P	Q	E = P - Q			
		km ²	mm	10 ⁶ m ³	m ³ /s	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	mm
TILLE	Crecey	224	820	184	2.41	76	108	482
IGNON	Dienay	310	890	287	3.98	125	162	522
VENELLE	Selongey	55	790	43	0.517	16.3	27	491
NORGES	Norges-le-Bas	57	750	43	0.697	22	21	370

Un déficit d'écoulement de 370 mm pour la Norges apparaît anormalement faible par rapport aux déficits d'écoulement calculés sur les autres bassins dont les valeurs concordent avec la valeur retenue de 500 mm pour l'évapotranspiration réelle.

d) Conclusion

L'écoulement réel est très supérieur à l'écoulement théorique calculé par la méthode de Thorntwaite, portant l'anomalie positive à plus de 40 %.

Le bassin souterrain ne correspond donc pas au bassin versant superficiel.

Il faut envisager des apports venant des bassins (ou sous-bassins) limitrophes qui représenteraient annuellement près de la moitié de l'écoulement total.

3.2.3. - Variation des apports

Tableau III 13 (ci-joint)

Le tableau III 13 montre que les apports théoriques varient de $4.7 \cdot 10^6$ m³/a (année 1971/1972) à $31 \cdot 10^6$ m³/a pour une moyenne de $14.5 \cdot 10^6$ m³/a.

Les valeurs annuelles de l'infiltration efficace (I_e) bien que sous-estimées présentaient également de fortes variations : de $2.9 \cdot 10^6$ m³/a (51 mm) à $22 \cdot 10^6$ m³/a (384 mm) pour une moyenne de $11 \cdot 10^6$ m³/a.

L'importance de ces écarts est due principalement aux conditions climatologiques des quinze dernières années, très instables, avec une période (1977-1983) pluvieuse succédant à une période très sèche (1971-1976) (fig. 33).

Tableau III 13

Années hydrologiques	P		Qj		E		Qc		Anomalie (%)
	mm	10 ⁶ m3	m3/s	10 ⁶ m3	10 ⁶ m3	mm	10 ⁶ m3	mm	
1971/1972	525	29.9	0.305	9.6	24.2	424	5.7	100	41
1972/1973	540	30.8	0.309	9.7	24.5	430	6.3	110	35
1973/1974	590	33.6	0.403	12.7	26.8	470	6.8	119	46
1974/1975	853	48.6	0.779	24.6	32.1	564	16.5	289	33
1975/1976	583	33.2	0.568	17.9	23.5	413	9.7	170	46
1976/1977	1 152	65.7	1.244	39.2	34.9	612	30.8	540	21
1977/1978	820	46.7	1.26	39.9	29	507	17.7	310	56
1978/1979	754	43.0	0.609	19.2	28.8	506	14.2	249	26
1979/1980	731	41.7	0.705	22.2	26.7	469	15	263	32
1980/1981	779	44.4	0.778	24.5	33.2	582	11.1	196	54
1981/1982	956	54.5	1.06	33.4	33.1	581	21.4	375	36
1982/1983	1 025	58.4	1.33	41.9	30.4	534	28	491	33
1983/1984	611	34.8	0.544	17.1	30.1	428	4.7	82	73

P = hauteurs de précipitation égales aux hauteurs de précipitation de Dijon-Longvic augmentée de 25 mm pour tenir compte du gradient pluviométrique.

E = Evapotranspiration ou déficit d'écoulement égal à la moyenne de l'évapotranspiration réelle calculée par la méthode de Thornthwaite et l'évapotranspiration réelle calculée directement par la formule de Turc (3).

Qj = débits réels jaugés

Qc = débits théoriques calculés (Qc = P - E)

Anomalie en pourcentage $\left(\frac{Qj - Qc}{Qj} \right)$

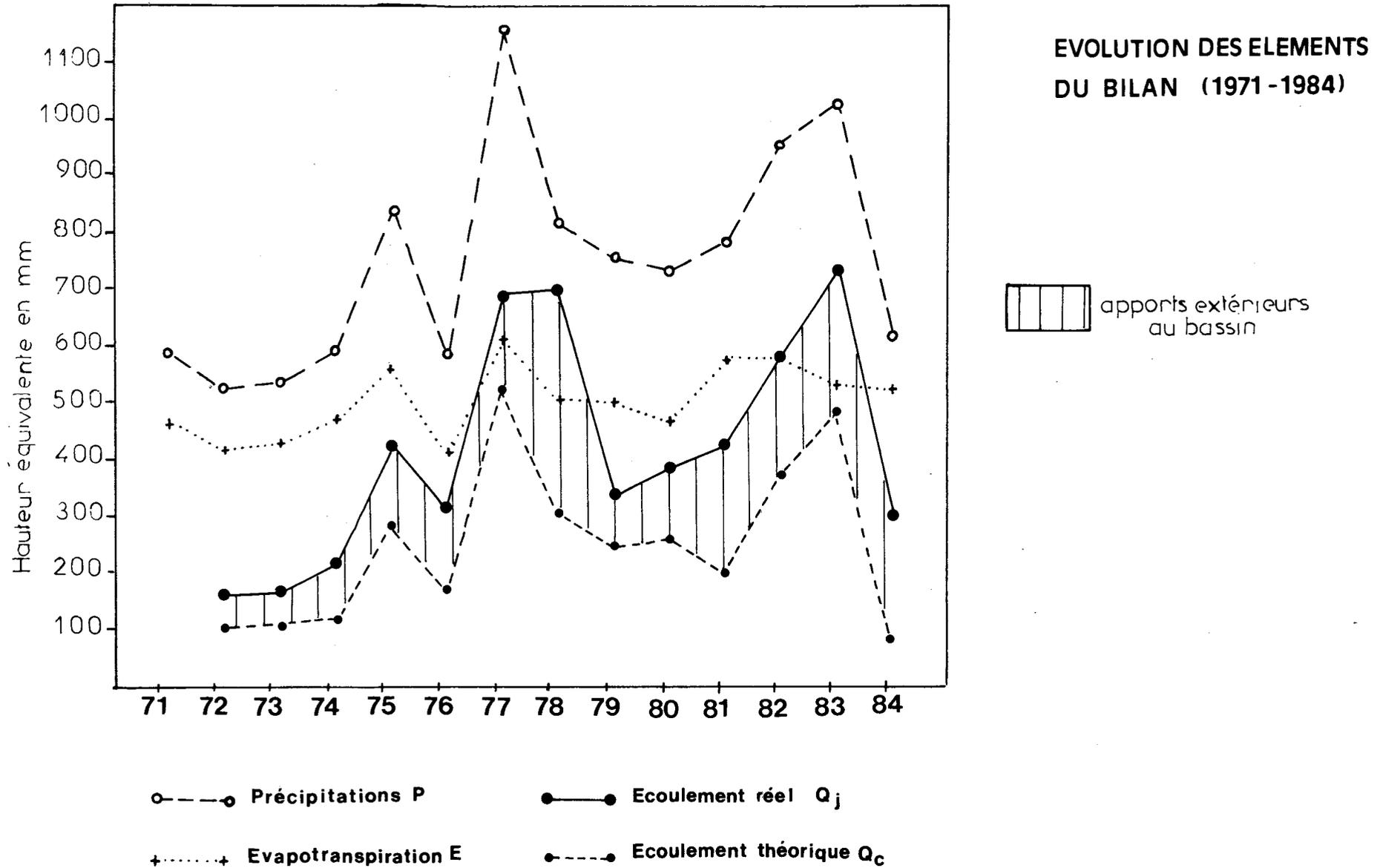


figure 33

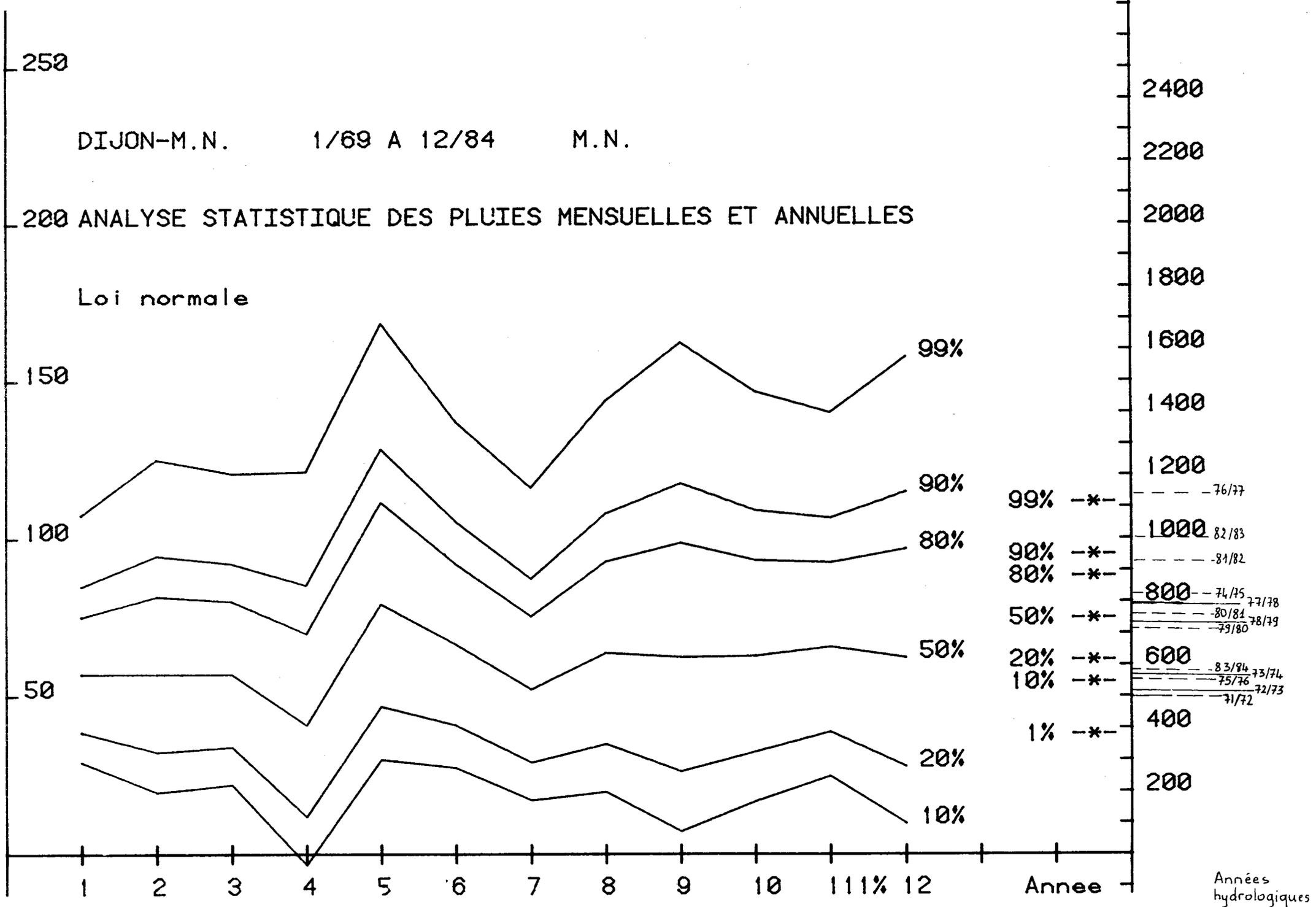


figure 34

Un ajustement statistique des données pluviométriques (1969-1984) (fig.34) montre le caractère occasionnel de ces années avec des périodes de retour de 2 ans mais aussi de 5, 10 voire 100 ans.

Les débits réels jaugés (Qj) toujours supérieurs aux débits calculés (Qc) montrent que le bilan est excédentaire quelle que soit l'année. Cependant la proportion des apports extérieurs varie selon que l'année est plus ou moins pluvieuse, de 21 % (année 1976-1977 très pluvieuse) à 73 % (année 1983-1984 sèche et ensoleillée).

Plus généralement l'excédent représente 32 à 56 % de l'écoulement total.

Bien que non constants, les apports extérieurs au bassin tempèrent les variations de débits d'une année à l'autre (fig. 33).

3.3 - Bilans mensuels

3.3.1. - Méthode de Thornthwaite

Le bilan a été calculé mois par mois pour les années 1970-1971 à 1983-1984 selon la méthode de Thornthwaite exposée précédemment.

"Pour le mois considéré, la moitié de l'excédent va s'infiltrer dans la nappe durant ce mois, l'autre moitié est reportée au mois suivant".

Cette approximation de Thornthwaite traduit assez bien le temps de réponse de l'aquifère calcaire de la Norvège : relativement court (aquifère fracturé) mais non immédiat (fissures fines des aquifères superficiels, fractures en partie obstruées par remplissage...).

Moyennes

Tableau III 14 - Moyennes mensuelles des éléments du bilan de Thornthwaite (1970-1984) (ci-joint)

Indices saisonniers

Les moyennes calculées sur 14 ans sont influencées par les variations irrégulières telles les fortes pluies d'Avril-Mai 1983, la sécheresse de l'été 1976 etc... Pour amoindrir leur effet et obtenir des valeurs plus représentatives du changement de saison, un indice saisonnier a été calculé pour chaque paramètre (P, ETr, Ie).

P et ETr = l'indice saisonnier représente le rapport médian des valeurs mensuelles sur les moyennes mobiles centrées sur 12 mois correspondantes, exprimé en pourcentage (l'année représente 1 200 %).

Ie = la recharge ne s'effectuant la plus part du temps que sur 6 mois de l'année, les moyennes mobiles n'ont été calculées que sur 6 mois pour une meilleure représentation de la réalité (l'année représente 600 %).

Tableau III 14 - Moyennes mensuelles des éléments du bilan
de Thornthwaite (1970-1984)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P mm	58	54	52	38	81	62	55	65	67	67	65	67
ETr mm	6.3	15.4	35.6	65.1	81.8	86.1	68.3	61.1	51.3	33.2	15.3	6.8
Recharge (Ie) mm	40.6	39.8	32.3	16.3	9.9	7.1	0.8	0.8	0.8	3.1	14.2	31.3

Tableau III 15 - Indices saisonniers de chacun des paramètres

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P %	102	108	105	60	121	116	97	102	77	106	99	106
ETr %	16	32	83	133	194	189	144	156	134	71	34	16
Recharge (Ie) %	124	147	128	57	5	4	0	0	0	15	51	69

Tableau III 16 - Bilan d'une année moyenne calculé à partir des indices saisonniers et selon la méthode de Thornthwaite avec : P = 725 mm, ETr = 528 mm, Ie = 197 mm

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P mm	62	65	63	36	73	70	59	62	46	64	60	64
ETr mm	7	14	37	58	85	83	63	69	59	31	15	7
Recharge (Ie) mm	41	48	42	19	1	1	0	0	0	5	17	23

Tableau III 17 - Bilan d'une année sèche : année 1971-1972

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P mm	12	24	67	21	35	74	33	37	50	48	45	34
ETr mm	12	24	13	7	6	20	46	54	77	104	52	34
Recharge (Ie) mm	0	0	0	0	0	26	25	0	0	0	0	0

Tableau III 18 - Bilan d'une année humide : année 1976-1977

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
P mm	105	66	106	78	91	97	67	47	118	119	94	139	18
ETr mm	68	38	17	4	9	21	45	50	87	96	116	92	80
Recharge (Ie) mm	13	0	27	64	78	79	49	11	14	26	12	12	0

Les pluies sont relativement bien réparties au cours de l'année avec un maximum en Mai et un minimum en Avril.

L'évapotranspiration réelle est maximum en Mai, Juin et minimum en hiver.

La recharge s'effectue principalement sur 6 mois : Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril sauf années particulières (cf. tableaux III 16, 17, 18). Les fortes pluies de Mai et Juin n'interviennent pas dans la recharge en raison d'une importante évapotranspiration.

L'année hydrologique s'étale sur 12 mois : Septembre-Octobre à Août-Septembre, sauf au cours d'année particulière comme 1976-1977 qui a duré 13 mois (tableau III 18).

3.3.2. - Bilan par le débit des sources

Tableau III 19 - Moyennes mensuelles des éléments du bilan (ci-joint)

Indices saisonniers

Indice de Q : rapport moyen des valeurs mensuelles sur les moyennes mobiles centrées sur 12 mois correspondantes, exprimé en pourcentage (l'année représente 1 200 %).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Q %	176	296	142	88	63	42	23	32	23	36	83	195

Tableau III 20 - Bilan d'une année moyenne calculé à partir des indices saisonniers et pour $\bar{P} = 750$ mm ; $\bar{E} = 500$ mm ; $\bar{Q} = 420$ mm (1971-1984) (ci-joint)

Il n'a pas été tenu compte des débits prélevés au captage. Ils peuvent influencés fortement les données au cours des années particulièrement sèches où le débit de la Norges est très faible et les débits d'exploitation importants (deux fois supérieurs), mais on peut encore les considérer comme négligeables lorsque l'on calcule des débits moyens (ne représentent que 5 à 10 % du débit moyen le plus faible).

3.3.3. - Conclusion

Le report des valeurs de P, ETr, Ie et Q, calculées à partir d'indices saisonniers, pour chaque mois d'une année moyenne, met en évidence (fig. 35) :

- une période d'Octobre à Mars où $P > ETr$: il y a saturation du sol puis reconstitution des réserves ;

Tableau III 19 - Moyennes mensuelles des éléments du bilan

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P mm	58	54	52	38	81	62	55	65	67	67	85	67
Q m ³ /s	1.32	1.90	0.95	0.75	0.62	0.41	0.18	0.28	0.23	0.40	0.73	1.38
Q mm	62	81	45	34	29	19	8	13	10	19	33	65

Tableau III 20 - Bilan d'une année moyenne calculé à partir des indices saisonniers
 et pour $\bar{P} = 750$ mm ; $\bar{E} = 500$ mm ; $\bar{Q} = 420$ mm (1971-1984)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P mm	64	68	66	38	76	72	61	64	48	64	62	66
E mm	7	13	35	55	81	79	60	65	56	30	14	7
Q mm	62	104	50	31	22	15	8	11	8	13	29	68

VARIATION DES ELEMENTS DU BILAN
au cours de l'année hydrologique moyenne

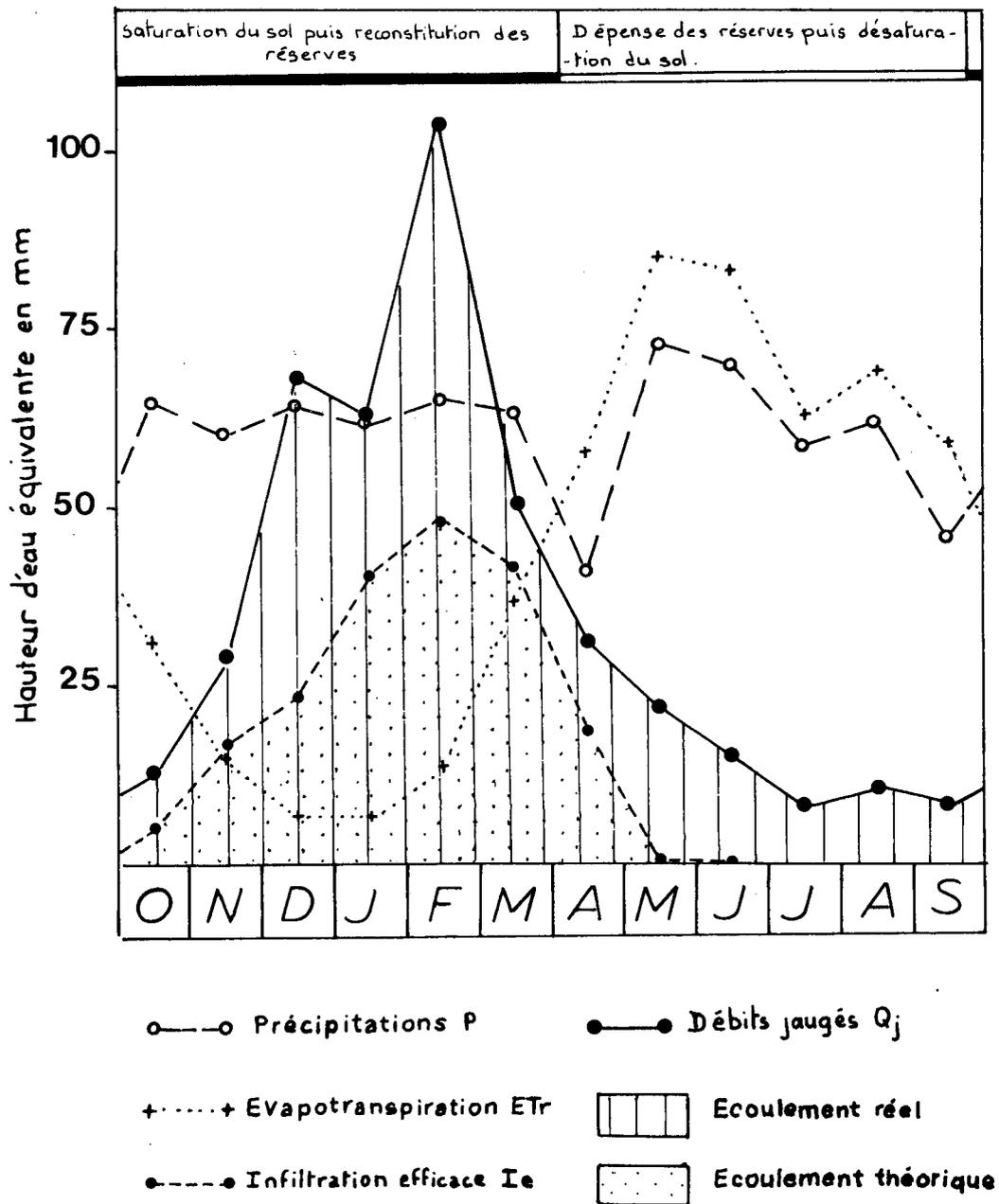


figure 35

- une période de Mars à Septembre où $P < E_{Tr}$: il y a dépense des réserves et désaturation du sol ;

- l'écoulement réel est très supérieur à l'écoulement théorique (I_e) calculé par la méthode de Thornthwaite, qui peut s'expliquer par :

* d'une part, l'écoulement théorique est sous-estimé par la méthode même du calcul, notamment en été, où l'écoulement n'est jamais nul en raison des orages qui par leur violence interviennent dans la recharge des nappes.

* d'autre part, les apports des bassins extérieurs, mis en évidence à l'échelle annuelle, se répartissent ici mensuellement.

Il est difficile de quantifier ces apports mois par mois par différence de Q et I_e étant donné les approximations de Thornthwaite et plus généralement celles de l'expression du bilan.

4) Conclusions de l'étude hydrologique

4.1. - Ressources

4.1.1. - Apports moyens, répartition temporelle

L'étude comparative des caractéristiques hydrologiques de la Norges et des cours d'eau voisins (Ignon, Tille, Venelle), présentant un contexte géologique similaire, montre que l'apport moyen annuel de la Norges présente un excédent d'environ 40 %.

Cette anomalie positive est confirmée par le calcul des bilans annuels : sur les 24 millions de m³ écoulés en moyenne chaque année, 10 sont considérés comme excédentaires et provenant des bassins extérieurs.

Une grande quantité d'eau paraît donc disponible chaque année, mais une analyse plus fine des débits montre une grande variation des apports annuels à laquelle s'ajoute une mauvaise répartition au cours de l'année : les débits dépassent régulièrement 1 000 l/s en hiver mais atteignent une fois sur deux des valeurs inférieures à 50 l/s en période d'étiage.

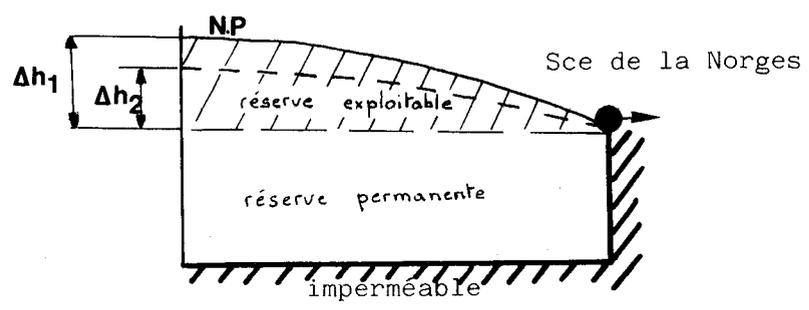
Cette décroissance rapide du débit, dès que l'aquifère n'est plus alimenté, révèle un pouvoir régulateur faible conditionné par un magasin de bonne transmissivité, mais faiblement capacitif.

Ces caractéristiques, mises en évidence par l'étude des hydrogrammes de crue, vont à l'encontre d'une exploitation optimum de l'aquifère : le volume prélevé pour les besoins des collectivités devant demeurer inférieurs au volume libéré à la source par crainte d'épuiser les réserves, les débits exploitables seront faibles vis à vis des débits moyens annuels en raison des étiages sévères non soutenus par un stockage des apports hivernaux.

4.1.2. - Débit exploitable

Les débits exploitables seront fonction des débits minima reconstitués de la source de Norges qu'ils ne doivent pas dépasser.

En émettant l'hypothèse que le volume d'eau prélevé au captage et le volume d'eau libéré par la source sont issus du même système aquifère (fig. 36), les débits (Q_j) relevés à la station hydrométrique de Norges-le-Bas, à l'aval, correspondent aux débits de l'exutoire amputés des débits d'exploitation (Q_{ex}).



Δh_1 = différence de charge avant pompage
 Δh_2 = différence de charge après pompage :
 diminution du débit de la source

Fig. 36 Fonctionnement de l'aquifère au cours d'un pompage

Les débits exploitables (QEX) se schématisent donc de la façon suivante :

$$(4) \quad QEX = Qj + Qex$$

En reportant sur un diagramme bilogarithmique, les débits mensuels jaugés en fonction des débits mensuels exploités sur la période 1980-1984 et exprimés en M3/j (fig. 37), on obtient la relation :

$$(5) \quad \log Qj = - 7.97 \log Qex + 26.4$$

Qj et Qex en m3/j

Les relations (4) et (5) permettent de déduire une nouvelle relation donnant le débit exploitable en fonction du débit de la Norges à Norges-le-Bas :

$$(6) \quad QEX = Qj + \frac{2080}{Qj^{0.125}}$$

QEX et Qj en m3/j

L'étude des débits d'étiage donne les valeurs suivantes auxquelles correspondent des valeurs de débit exploitable (tableau III 21).

Tableau III 21

	Qj		QEX
	l/s	m3/j	
Etiage décennal	9.6	830	1 700
Etiage quinquennal	17	1 470	2 300
Etiage médian	51	4 400	5 100

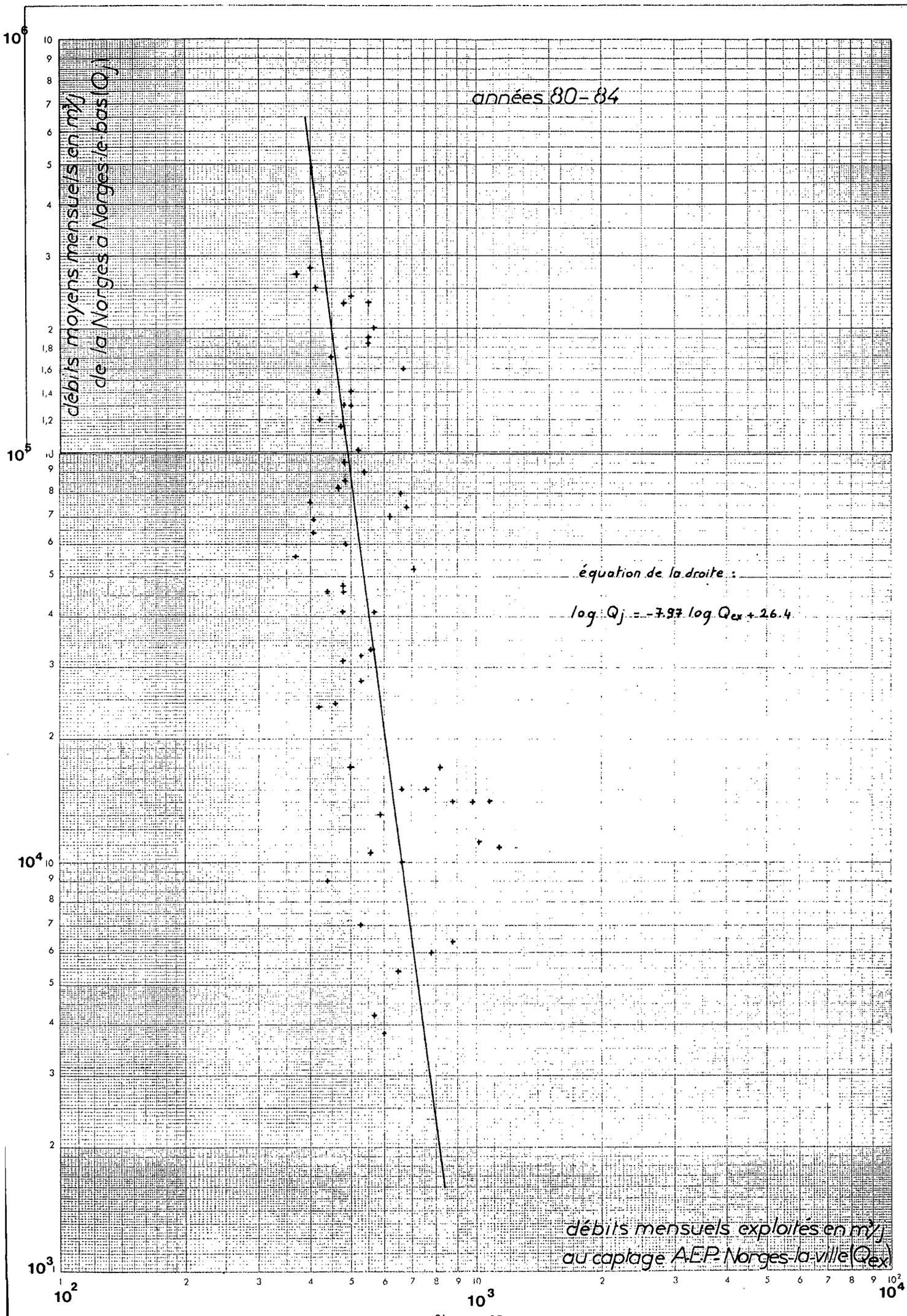


figure 37

Il paraît raisonnable de se baser sur le débit exploitable calculé à partir du débit d'étiage décennal (1 700 m³/j), permettant des prélèvements constants 9 années sur 10 sans restriction.

La valeur de 1 700 m³/j est calculée à partir d'une moyenne mensuelle de débit (QMNA₁₀) et ne tient donc pas compte des débits minimums journaliers qui peuvent avoisiner 5 l/s en étiage sévère (Novembre 1978 : QEX égal alors à 1 400 m³/j).

Sur la période 1980-1984, le débit maximum exploité a été de 36 358 m³ au mois d'Août 1983 (cf. débit d'exploitation), soit une moyenne de 1 170 m³/j sans tenir compte des débits de pointe journaliers.

4.1.3. - Conclusion

Compte-tenu des débits mensuels d'étiage et de leur période de retour, des débits de pointe au niveau de l'exploitation, des débits minimums journaliers de la rivière, un prélèvement de 1 400 m³/j au captage paraît maximum.

On peut donc envisager la distribution de 200 m³/j supplémentaires par rapport à Août 1983 au cours de l'été, soit sur les 3 mois (Juillet - Août - Septembre) environ 20 000 m³.

En dehors de la période d'étiage les débits ne sont plus restrictifs.

4.2. - Provenance des apports extérieurs

L'étude géologique et structurale a montré que le bassin de la Norges était largement ouvert aux échanges avec le bassin du Suzon et le sous-bassin de Gueux. On peut donc penser que l'apport extérieur, représentant environ 40 % des apports moyens annuels de la Norges, provient de l'une ou l'autre de ces deux unités, voire des deux à la fois.

Cet excédent peut résulter :

- du drainage par la Norges d'un certain volume aquifère rattaché superficiellement au bassin versant d'un autre cours d'eau.

Ce phénomène pourrait avoir lieu au niveau du sous-bassin de Gueux où les pendages favorisent, sur une grande étendue, le drainage des eaux d'infiltration, mais est sans doute très limité au niveau du bassin très étroit du Suzon (cf. carte structurale en annexe).

- du transit par voie fissurale d'une certaine quantité d'eau issue des pertes des cours d'eau.

Les pertes du Suzon vers Messigny sont suffisamment importantes (1 m³/s) pour qu'une partie seulement représente la totalité de l'excédent de la Norges (0.3 m³/s).

Des pertes du ruisseau de Gueux, à l'amont de Flacey, bien que non reconnues peuvent être envisagées en raison d'une fracturation dense et d'un substratum calcaire.

Une partie de l'excédent peut donc provenir du sous-bassin de Gueux, mais le drainage du réservoir, même dans sa totalité, ne suffirait pas à expliquer l'anomalie constatée. (Son bassin versant d'environ 25 km² avec une infiltration efficace Ie de 200 mm fournirait un volume annuel de 5 millions de m³). L'autre partie vient probablement des pertes du Suzon.

IV - QUALITE DE L'EAU

1. Les eaux souterraines

Le contrôle de la qualité des eaux captées à Norges-la-Ville est assuré par des prélèvements réguliers, soit sur le réseau soit directement au niveau de la bêche de captage.

Les analyses effectuées sur les échantillons provenant directement de la station de pompage ont été considérées, comme étant les seules vraiment représentatives de la qualité des eaux souterraines, les autres subissant l'influence des conditions de distribution.

1.1. Qualité générale de l'eau

L'eau issue du bassin essentiellement calcaire, présente les principales caractéristiques suivantes :

Résistivité	1800-1850 Ω .cm (1690-2040)
Dureté	31-32 ° Fr (28-34)
Ca	120 mg/l (104-131)
Mg	3.7 mg/l (2.4 - 8.4)
Na	3.4 mg/l (1.9 - 4.9)
K	1.1 mg/l (0.2 - 3.6)
HCO ₃	300 mg/l (270 - 335)
SO ₄	21.4 mg/l (11 - 33)
Cl	21.3 mg/l (10.6 - 30.2)

Il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique moyennement minéralisée et relativement dure.

La résistivité, les teneurs en nitrates et en chlorures ont été retenues comme indicateurs de pollutions éventuelles.

Le tableau IV 1 donne les valeurs de ces paramètres pour différentes analyses effectuées de 66 à 84.

TABLEAU IV 1 : Analyses chimiques des prélèvements (puits de Norges-la-Ville)

(voir tableau page suivante)

Les valeurs du tableau IV 1 sont représentatives de l'état de l'eau à une époque bien déterminée. Elles varient sensiblement en fonction des conditions météorologiques au moment des prélèvements si bien qu'il est difficile de mettre en évidence une évolution des paramètres ; on dégage cependant les caractéristiques suivantes :

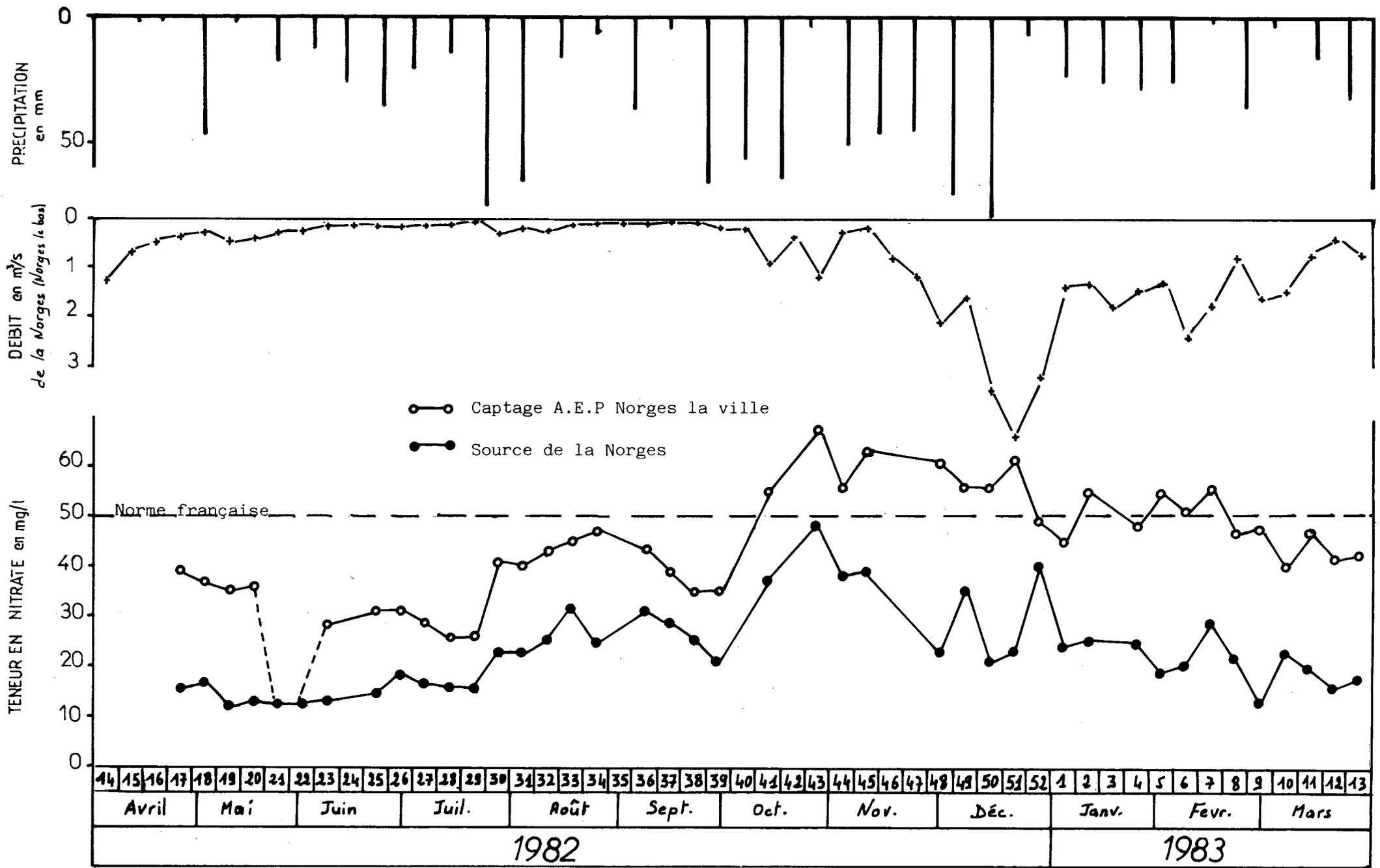
- une résistivité variant peu, avec des valeurs plus fortes au cours des années 1966-1970 (2040 Ω .cm)

- une concentration relativement constante des chlorures avec une moyenne de 21 mg/l caractérisant une origine essentiellement météorique

- des teneurs en nitrate variant fortement (9 à 60 mg/l) avec des maximums relevés au cours des dernières années. Ces variations dépendent très étroitement de la date de prélèvement des échantillons, coïncidant ou non avec les périodes de fortes précipitations. Les pluies lessivent et véhiculent en effet les nitrates contenus dans le sol et ceci d'autant plus qu'elles se manifestent juste après la saison sèche.

TABLEAU IV 1 : ANALYSES CHIMIQUES DES PRELEVEMENTS (Puits de Norges-la-Ville)

Date de prélèvement	Résistivité $\Omega \cdot \text{cm}$	Chlorure mg/l	Nitrate mg/l
15/11/66	1974	12.4	22
11/06/68	2040	10.6	8.8
07/12/68	1997	20	42.4
04/06/70	1978	14.2	9.9
22/04/75	1740	30.2	26.4
24/05/76	1744	24.8	33
01/12/77	1690	24.8	57.2
19/04/78	1690	23.1	40.9
14/11/78	1820	17.7	26.4
30/05/79	1788	24.8	33.7
07/05/80	1813	23.1	34.8
04/12/80	1867	24.8	60.3
18/11/82	1818	28.4	60.2
10/05/83	1868	24.8	41.5
07/12/83	1862	17.7	34.7
10/05/84	1768	19.5	33.8
10/10/84	1805	21.2	50.9
Moyenne	1839	21.3	36.3
Ecart type	102	5.3	14.9



Evolution des teneurs en nitrate au cours d'un cycle hydrologique

Une moyenne de 36 mg/l ne reflète donc pas l'état général de l'eau et n'exclut pas les fortes teneurs dépassant régulièrement depuis 1977, les 50 mg/l tolérés et ce à des époques bien déterminées dans l'année que l'analyse des teneurs au cours d'un cycle hydrologique met en évidence.

1.2. Evolution des nitrates au cours d'un cycle hydrologique

Des prélèvements hebdomadaires ont été effectués simultanément à la source de Norges et au puits de captage, à partir de 1982, dans le but de suivre parallèlement l'évolution des teneurs en nitrate en ces deux points, au cours d'un cycle hydrologique (fig. 38).

Les résultats montrent qu'une variation de pluviométrie entraîne une variation de concentration avec un certain décalage lié à l'infiltration (de 3 à 4 semaines). Ainsi, les teneurs sont minimums en avril, mai, juin, augmentent en août en raison des orages puis atteignent des valeurs maximums en octobre-novembre, mois les plus arrosés de l'année considérée.

Cette inter-dépendance pluie-concentration en nitrate exige une présence permanent des ions nitrates dans le sol, assurée par l'épandage systématique d'engrais (généralement au printemps) et les rejets azotés industriels et domestiques, stockés en été dans la zone non saturée de l'aquifère.

Les teneurs à la source sont plus faibles que celles relevées au captage avec un écart d'autant plus important que le débit de la source est élevé.

Cependant, des concentrations de plus de 30 mg/l à la source prouvent que cet effet de dilution est limité par la présence quasi-permanente des nitrates dans les eaux.

1.3. Conclusion

La qualité de l'eau captée est satisfaisante malgré une dureté relativement forte et des teneurs en nitrate excessives à certaines époques de l'année.

Le temps de renouvellement relativement court des aquifères karstiques fait que la chronicité de cette pollution peut être traitée efficacement, dans des délais raisonnables, par une diminution de l'engraissement et un traitement efficace des rejets polluants récemment entrepris à Norges.

2. Les eaux superficielles

Dans le cadre d'un suivi allégé de bassin, des prélèvements ont été effectués en 1982 en divers points de la Norges et de ses affluents au cours de trois campagnes en mars, juillet et novembre.

2.1. Analyses chimiques

Quatre paramètres ont été retenus :

DB05 : Quantité d'oxygène nécessaire pour assurer la dégradation de certaines matières organiques dans un litre d'eau à 20°C durant cinq jours.

Analyses chimiques et biologiques des eaux de surface

1982/1983

0 1km



NH4 : Les valeurs sont inférieures à 0.1 mg/l en novembre et de 0.1 à 0.3 mg/l en mars et juillet

NO3 : Les concentrations varient sensiblement de 15 à 44 mg/l avec des valeurs minimums en juillet

P04 : Les teneurs en phosphate sont inférieures à 0.2 mg/l.

A partir de ces paramètres, une classification de la rivière au niveau des points de mesure, peut être faite suivant la grille multi-usages (fig. 40 et 41).

La Norges, de Norges-le-Bas à Orgeux et le ruisseau de Flacey, à sa confluence avec la Norges, peuvent être classés en catégorie 1A à 1B suivant la saison (dégradation de la qualité en mars malgré un débit important du cours d'eau).

Remarque : Les nitrates relativement abondants sont à l'origine du grand développement de la végétation dans le lit de la rivière. Les débits suffisamment importants en hiver et le lit peu profond de la Norges, interdisent le développement d'une vie anaérobie. Les nitrates ne sont donc pas nuisibles pour la faune et la flore aquatiques et peuvent même jouer un rôle oxygénateur en été (ils cèdent leur oxygène);

2.2. Analyse hydrobiologique - Indice biotique

La qualité biologique d'un cours d'eau est basée sur le dénombrement des invertébrés aquatiques (larves, mollusques, vers...).

Un tableau standart (Fig. 42) donne l'indice biotique de 0 à 10 en fonction des espèces identifiées et comptées.

Suivant l'indice, la rivière peut être classée dans des catégories similaires à celles définies selon des critères chimiques :

- 1A : Indice 10-9
- 1B : Indice 8-7
- 2 : Indice 6-5
- 3 : Indice 4-3
- 4 : Indice < 2

Les prélèvements en octobre 1983, après comptage faunistique donne les résultats suivants :

- Point 10 : indice biotique 8
- Point 11 : indice biotique 8
- Point 12 : indice biotique 7
- Point 13 : indice biotique 7

La Norges est biologiquement classée en catégorie 1 B. Une certaine dégradation se fait sentir au passage de l'agglomération de Saint Julien. Les effets de la station d'épuration à l'aval de Saint Julien ne se font plus sentir à Orgeux.

LA GRILLE MULTI-USAGES

CRITERES D'APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DE L'EAU

Cette grille fixe 5 classes de qualité selon les usages que doivent satisfaire les rivières
Chaque classe regroupe les valeurs de plusieurs paramètres.

Classe 1A Elle caractérise les eaux considérées comme exemptes de pollution, aptes à satisfaire les usages les plus exigeants en qualité.

Classe 1B D'une qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages.

Classe 2 Qualité «passable» : suffisante pour l'irrigation, les usages industriels, la production d'eau potable après un traitement poussé. L'abreuvement des animaux est généralement toléré. Le poisson y vit normalement mais sa reproduction peut y être aléatoire. Les loisirs liés à l'eau y sont possibles lorsqu'ils ne nécessitent que des contacts exceptionnels avec elle.

Classe 3 Qualité «médiocre» : juste apte à l'irrigation, au refroidissement et à la navigation. La vie piscicole peut subsister dans ces eaux, mais cela est aléatoire en période de faibles débits ou de fortes températures, par exemple.

Hors classe Eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptes à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement.

		1 A	1 B	2	3
	Conductivité $\mu S/cm$ à 20° C	≤ 100	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000
	Température	≤ 20	20 à 22	22 à 25	25 à 30
	pH	6,5 à 8,5	6,5 à 8,5	6 à 9	5,5 à 9,5
	MES (mg/l)	≤ 30	≤ 30	≤ 30	30 à 70
	O2 dissous (mg/l)	> 7	5 à 7	3 à 5	milieu aérobie à maintenir en permanence
	O2 dissous en % de saturation	$> 90\%$	70 à 90	50 à 70	
	DBO5 (mg/l)	≤ 3	3 à 5	5 à 10	
Oxydabilité (mg/l)	≤ 3	3 à 5	5 à 8		
DCO (mg/l)	≤ 20	20 à 25	25 à 40	40 à 80	
	NH4 (mg/l)	$\leq 0,1$	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8
	NO3 (mg/l)	≤ 1	1 à 2	≤ 44	44 à 100
	N total (Kjeldahl)			2 à 3	
	Fe (mg/l)	$\leq 0,5$	0,5 à 1	1 à 1,5	V V V V 1,7 V V V V 1 V V V V 0,5 V V V V 0,001 V V V V 0,05 V V V V 0,01 V V V V 0,0005 V V V V 0,05 V V V V 0,5 V V V V 1
	Mn (mg/l)	$\leq 0,1$	0,1 à 0,25	0,25 à 0,50	
	F (mg/l)	$\leq 0,7$	0,7 à 1,7	0,7 à 1,7	
	Cu (mg/l)	$\leq 0,02$	0,02 à 0,05	0,05 à 1	
	Zn (mg/l)	$\leq 0,5$	0,5 à 1	1 à 5	
	As (mg/l)	$\leq 0,01$	0,01	0,01 à 0,05	
	Cd (mg/l)	$\leq 0,001$	0,001	$\leq 0,001$	
	Cr (mg/l)	$\leq 0,05$	0,05	$\leq 0,05$	
	CN (mg/l)	$\leq 0,05$	0,05	$\leq 0,05$	
	Pb (mg/l)	$\leq 0,05$	0,05	$\leq 0,05$	
	Se (mg/l)	$\leq 0,01$	0,01	$\leq 0,01$	
	Hg (mg/l)	$\leq 0,0005$	0,0005	$\leq 0,0005$	
	Phénols (mg/l)	$\leq 0,001$	0,001	0,001 à 0,05	
	Détergents (mg/l)	$\leq 0,2$	0,2	0,2 à 0,5	
	S.E.C. (mg/l)	$\leq 0,2$	0,2 à 0,5	0,5 à 1	
	Coliformes (Num. 100 ml)	≤ 50	50 à 5000	5000 à 50000	
	Esch. Coli (Num. 100 ml)	≤ 20	20 à 2000	2000 à 20000	
	Strep. fec (Num. 100 ml)	≤ 20	20 à 1000	1000 à 10000	
	Ecart de l'indice biotique par rapport à l'indice normal	1	2 ou 3	4 ou 5	6 ou 7

Type de pollution

L'UTILISATION DE LA GRILLE

organique  bactériologie
composés azotés  métaux et substances toxiques
 indice biotique

- La qualité d'une eau dépend de nombreux paramètres (Température, Ammoniacque (NH₄), Mercure (Hg)...)...
- On a coutume d'attribuer à une eau la qualité qui est donnée par le paramètre mesuré le plus défavorable.
- Cette qualité est celle qui, d'après les seuils figurant dans la grille, est atteinte par au moins 10% des plus mauvaises mesures de ce paramètre.

TABLEAU GÉNÉRAL DES BORNES DES CLASSES RETENUES

JUIN 1980

	QUALITÉ GÉNÉRALE DE L'EAU					SALINITÉ					FABRICATION D'EAU POTABLE						BAIGNADE		VIE PISCICOLE					
	1A	1B	2	3	4	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	A ₁		A ₂		A ₃		Guides	Impératives	Eaux Salmonicoles		Eaux Cyprinicoles			
											Guides	Impératives	G	I	G	I			Guides	Impératives	G	I		
Coll. totaux N/100 ml											< 50		50 à 5000		5000 à 50 000		< 500	< 10 000						
Coll. Néaux N/100 ml											< 20		20 à 2000		2000 à 20 000		< 100	< 2000						
Streptos. fac. N/100 ml											< 20		20 à 1000		1000 à 10 000		< 100							
Salmonelles, eau											abs.		abs.				abs.							
T° eau °C	< 20	20 à 22	22 à 26	26 à 30	> 30						< 22	< 26								< 21,5		< 28		
pH	6,5 à 8,5			6,5 à 9,5	≤ 8,5 ou ≥ 9,5						6,5 à 8,5		5,5 à 9						6 à 9		6 à 9	6 à 9		
Conductivité 20° µS/cm						0 à 400	400 à 750	750 à 1000	1000 à 2000	> 2000	< 1000										< 25	< 25		
M.E.S.T. éventuellement mg/l	< 30			31 à 70	> 70						< 28									< 25	< 25			
DBO 5 j mg/l	< 3	3 à 5	5 à 10	10 à 25	> 25						< 3		3 à 5		5 à 7					< 3	< 8			
DCO mg/l	< 20	20 à 25	25 à 40	40 à 80	> 80																			
Oxyd. (froid 4 h) mg/l	< 3	3 à 5	5 à 8	> 8																				
Azote Kjeldhal mg/l											< 1		1 à 2		2 à 3									
Oxygène dissous mg/l	> 7	5 à 7	3 à 5	< 3																80% > 7 100% > 7	80% > 8 100% > 8	80% > 8 100% > 8		
Taux de satur. %	> 90	70 à 90	50 à 70	< 50							> 70		50 à 70		30 à 50									
Dureté °F						< 15	15 à 30	30 à 60	60 à 100	> 100														
NH 4 + mg/l	< 0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 5	> 5						< 0,05	< 0,5	0,05 à 1	0,5 à 1,5	1 à 2	1,5 à 4				< 0,04	< 1	< 0,2	< 1	
Cl - mg/l						< 100	100 à 200	200 à 400	400 à 1000	> 1000	< 200													
SO 4 --- mg/l											< 150	< 250												
NO 2 - mg/l																					< 0,01	< 0,03		
NO 3 - mg/l	< 44			44 à 100	> 100						< 25	< 80	25 à 50											
PO 4 --- mg/l	≤ 0,54	0,54 - 0,94		> 0,94							< 0,54		0,54 à 0,94											
NH 3 mg/l																					< 0,005	< 0,025	< 0,005	< 0,025
Fluor mg/l	< 1,5	> 1,5									< 0,7	< 1,5	0,7 à 1,7	> 1,5										
Far Total mg/l	< 0,5	0,5 à 1	1 à 1,5	> 1,5																				
Manganèse mg/l	< 0,10	0,1 à 0,25	0,25 à 0,5	> 0,5							< 0,05		0,05 à 0,1		0,1 à 1									
Arsenic mg/l	< 0,05		0,05 à 0,1	> 0,1							< 0,01	< 0,05			0,01 à 0,05	0,05 à 0,1								
Cadmium mg/l	< 0,005			> 0,005							< 0,001	< 0,005												
Chrome total mg/l	< 0,05			> 0,05								< 0,05												
Cuivre mg/l	< 0,04		> 0,04								< 0,02	< 0,05	0,02 à 0,05	> 0,05	0,05 à 1					< 0,04	< 0,04			
Mercuré mg/l	< 0,001			> 0,001							< 0,0005	< 0,001												
Ptomb mg/l	< 0,05			> 0,05								< 0,05												
Sélénium mg/l	< 0,01			> 0,01								< 0,01												
Zinc mg/l	< 0,3	0,3 à 1	> 1								< 0,5	< 3	0,5 à 1	3 à 5							< 0,3	< 1		
Cyanure mg/l	< 0,05			> 0,05								< 0,05												
Déterm. anioniques mg/l											< 0,2				0,2 à 0,5					< 0,3				
Comp. phénoliques mg/l	< 0,001		0,001 à 0,05	0,05 à 0,5	> 0,5						0	< 0,001	< 0,001	0,001 à 0,005	0,001 à 0,005	0,005 à 0,1	< 0,005	< 0,05						
Subst. extr. chlor mg/l	< 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1							< 0,1		0,1 à 0,2		0,2 à 0,5									
Total des pesticides ng/l												< 1000		1000 à 2500		2500 à 5000								
Ind. Référence - Indice biotique	< 1	1 à 3	3 à 5	5 à 7	> 7																			

N.B. 1) Les normes européennes exprimées en P₂O₅ ont été converties en PO₄ avec la formule : Teneur en PO₄ = Teneur en P₂O₅ × $\frac{95}{142} \times \frac{82}{31}$

2) Les paramètres qui font l'objet de normes en l'absence de mesures chiffrées au titre de l'inventaire de la pollution ne sont pas repris.

TABLEAU STANDARD DE DETERMINATION DES INDICES BIOTIQUES

I Groupes Faunistiques		II	III Nombre total des unités systématiques présentes				
			0,1	2,5	6,10	11,15	16 et +
			Indice biotique				
1	Plécoptères ou	1 + d'une U.S.	-	7	8	9	10
	Ecdyonuridae	2 1 seule U.S.	5	6	7	8	9
2	Trichoptères à	1 + d'une U.S.	-	6	7	8	9
	Fourreaux	2 1 seule U.S.	5	5	6	7	8
3	Ancylidae	1 + de 2 U.S.	-	5	6	7	8
	Ephéméroptères sauf Ecdyonuridae	2 2 ou - de 2 U.S.	3	4	5	6	7
4	Aphelocheirus Odonates ou Gammaridae ou Mollusques (sauf Sphaeriidae)	0 Toutes les U.S. ci-dessus absentes	3	4	5	6	7
5	Asellus ou Hirudinae ou Sphaeriidae ou Hémiptères (sauf Aphelocheirus)	0 Toutes les U.S. ci-dessus absentes	2	3	4	5	-
6	Tubificidae ou Chironominae des Groupes Thummi- plumosus	0 Toutes les U.S. ci-dessus absentes	1	2	3	-	-
7	Eristalinae	0 Toutes les U.S. ci-dessus absentes	0	1	1	-	-

* U.S. Unité systématique choisie

BASSIN DE LA NORGES 10/83

INDICES BIOTIQUES

Points n°	10	11	12	13
Groupe faunistique le plus élevé dans le faciès lotique	2-1			
Nombre total unités systématiques.	12			
Ic	8			
Groupe faunistique le plus élevé dans le faciès lentique	2-1	2-1	2-1	2-1
Nombre total unités systématiques.	12	14	10	9
Ic	8	8	7	7
INDICES BIOTIQUES	8	8	7	7

V - VULNERABILITE

Le bassin de la Norges, de nature essentiellement calcaire, présente de nombreuses petites dolines, traduisant la présence d'un karst sous-jacent, où s'infiltrent préférentiellement les eaux de ruissellement.

Les circulations souterraines se font alors rapidement en direction des points les plus bas, contrôlées par le pendage des couches géologiques et la fracturation.

La source de Norges reçoit ainsi non seulement les eaux collectées de son bassin superficiel, mais également des eaux infiltrées sur les bassins limitrophes du Suzon et du ruisseau de Gueux. Tout facteur polluant, déversé sur ces bassins, peut potentiellement porter préjudice à la qualité des eaux de la Norges.

1. Eléments protecteurs

La présence d'un sol ou d'une zone boisée assure une relative protection de l'aquifère.

La carte d'occupation des sols (fig. 43) montre que si les zones boisées sont bien développées au Nord-ouest (elles recouvrent environ 40 % du secteur), elles sont quasiment absentes au-delà de la ligne Messigny-Savigny-Epagny-Chaignay. Seul le bois de Norges, situé immédiatement à l'amont de la source constitue le dernier "bastion" forestier.

Les multiples affleurements calcaires montrent que le sol est peu épais et privilégie une infiltration rapide.

2. Pollution potentielle

Le sol peu épais et le karst superficiel font que tout produit directement en contact avec le sol peut constituer une source de pollution après lessivage par les pluies et infiltration des eaux chargées. Les circulations par voies fissurales sont trop rapides pour permettre une filtration naturelle des eaux au sein de la masse calcaire.

Les polluants sont divers : engrais azotés
décharges publiques
rejets industriels et domestiques...

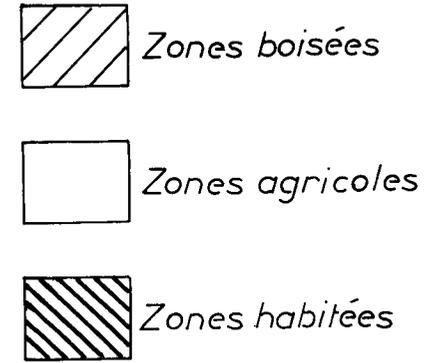
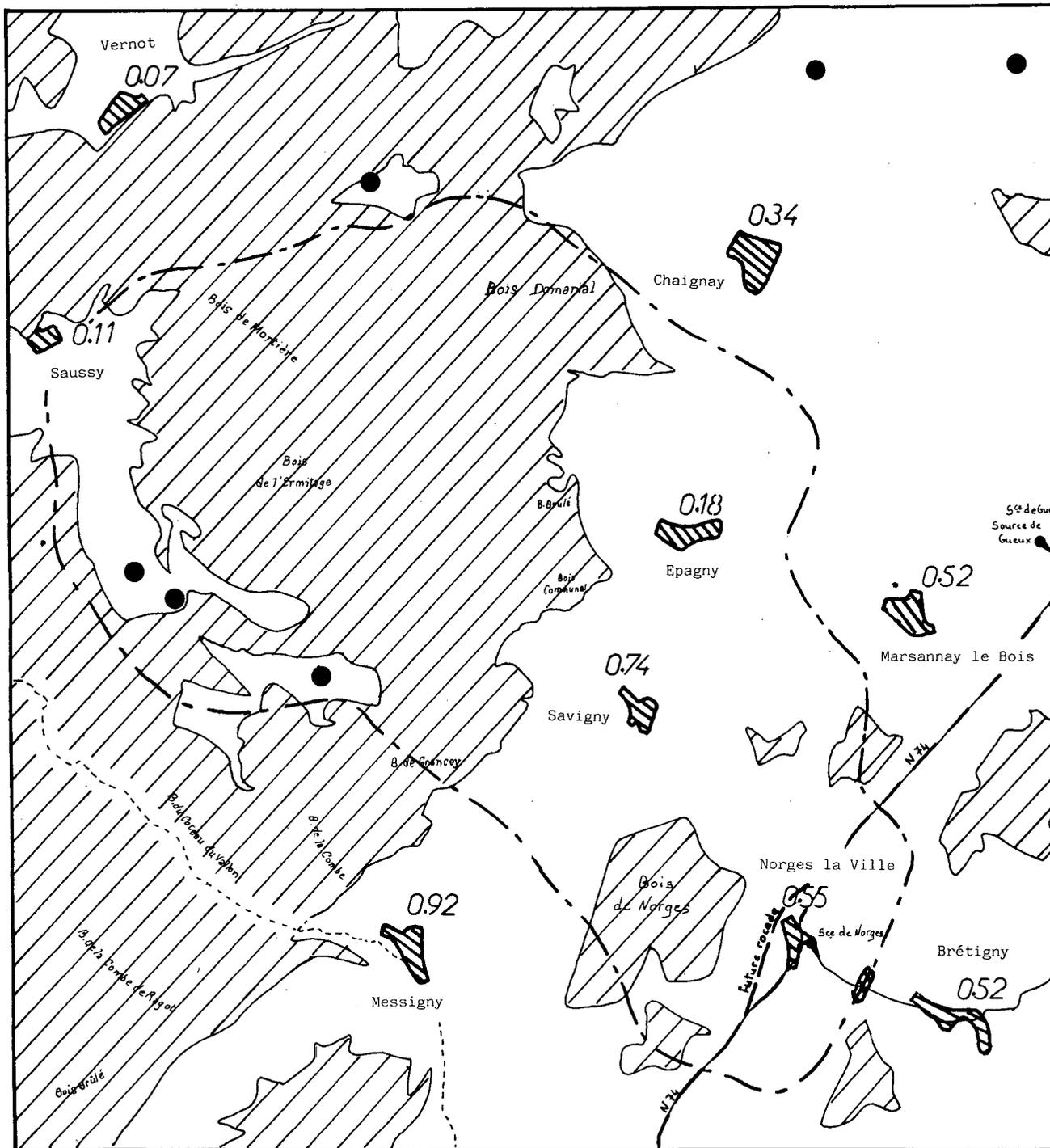
3. Protection à assurer

Tout rejet doit être contrôlé. Ainsi, un assainissement collectif est préconisé pour toute nouvelle construction, en dehors des habitations individuelles, qui désirerait s'installer à l'amont de l'exutoire et aucune décharge "sauvage" ne doit s'y développer.

Quant au passage de la future rocade à proximité de Norges-La-Ville, il serait préférable qu'il n'entraîne pas à ce niveau la construction d'infrastructure routière (telle station essence, ...).

Un bac à sable en bordure de la voie serait utile, en prévention d'une pollution à caractère accidentel du type renversement de poids lourd.

OCCUPATION DES SOLS



0.74 Population en millier d'habitants

● Fermes

- - - Limite de B.V.



Figure 43

3ème PARTIE

CONCLUSION GENERALE

La source de la Norges constitue l'exutoire d'un réservoir calcaire karstifié, limité à l'aval par des formations plus marneuses mises en contact par faille.

Caractéristiques hydrologiques

L'étude hydrologique montre que l'émergence est alimentée non seulement par les eaux infiltrées sur son bassin versant superficiel dont l'étendue est de 57 km², mais aussi par une partie des eaux collectées sur le bassin du Suzon et le sous-bassin de Gueux. Cet apport extérieur, représentant 40 % de l'écoulement total, provient soit des pertes des cours d'eau, notamment celles du Suzon, soit du déversement partiel du sous-bassin de Gueux contrôlé par une fracturation et un pendage favorables.

Les principales caractéristiques hydrologiques sont résumées dans le tableau récapitulatif suivant :

(Période 1971-1984)

	Apport moyen mensuel			Etiage mensuel estimé
	m ³ /s	10 ⁶ m ³ /a	l/s/km ²	l/s
Moyenne	0.76	24	13.4	51
Maximum	1.27	40	22.2	
Minimum	0.31	9.8	5.44	9.6

La Norges se caractérise par une grande variation des débits moyens annuels et par des étiages sévères.

Débit exploité - Débit exploitable

Le syndicat de Clenay-Saint-Julien prélève au captage de Norges-la-Ville un certain volume d'eau de même origine que celle s'écoulant à la source.

Prélèvement moyen annuel : 200 000 m³
 maximum mensuel : 36 000 m³ (Août 1983)

En moyenne, les débits exploités annuellement représentent à peine 1 % des débits écoulés à la source, mais en été, les prélèvements importants accentuent la baisse naturelle de débit observée à l'exutoire en période sèche, et représentent deux fois le volume écoulé au cours des étiages décennaux.

Les débits exploitables, basés sur la somme des débits exploités et des débits minimums de la Norges à Norges-le-Bas, ne peuvent excéder 1 400 m³/j au risque de tarir la source. Cette valeur a été presque atteinte en Août 1983 avec 1 170 m³/j en moyenne.

Qualité de l'eau et vulnérabilité de l'aquifère

L'analyse des eaux souterraines et des eaux de surface révèle une bonne qualité de l'eau, mise à part une quantité trop importante d'ions nitrate dont la présence n'est pas souhaitée dans les eaux destinées à l'alimentation en eau potable.

Cependant, cette qualité est menacée sitôt qu'un rejet polluant échappe au contrôle du réseau d'assainissement en raison de la grande vulnérabilité de l'aquifère calcaire et fissuré.

Traiter systématiquement tous les rejets à partir d'un réseau de collecte très étendu, et se donner les moyens d'intervention rapide en cas de pollution accidentelle, sont des mesures nécessaires à la sauvegarde des eaux souterraines de bonne qualité.

BIBLIOGRAPHIE

- M. AMIOT - - Rapport d'expertise géologique sur les périmètres de protection
du puits du S.A.E.P. de Clénay-Saint-Julien -
Université de Dijon 1970
- CLAIR-PUISSEGUR - - Géologie des formations superficielles des alluvions des val-
lées de la Tille moyenne et de la Norges au N.E. de Dijon
(Côte d'Or) - I.N.R.A. Dijon 1978
- G. DORET - - Lever et étude géologique de l'Ouest de la feuille de
Mirebeau au 1/50 000.
Thèse de 3ème cycle - Université de Dijon 1972
- T. JACQUIN - - Le chatillonnais - ensembles lithologiques, structure,
caractéristiques hydrogéologiques.
Université de Dijon 1984.
- Y. LEMOINE - - Etude hydrogéologique de la région de Darois (Côte d'Or)
C.P.G.F. étude n° 1440 - 1976
- Y. LEMOINE - - Etude hydrogéologique des calcaires de la rive gauche de la
Tille - C.P.G.F. étude n° 1811 - 1978/1979
- Y. LEMOINE -
M. MARLON - - Le système aquifère Tille - Vénelle - Bèze (Côte d'Or)
C.P.G.F. étude n° 2268 - 1981/1982
- M. MARLON - - Hydrologie du chatillonnais - principales caractéristiques
du régime des cours d'eau et essai de bilan - S.R.A.E.B.
1981
- M. MARLON - - Note relative à l'estimation des débits caractéristiques
d'étiage de la Norges - S.R.A.E.B. 1983.
- J.P. MARY - - Etude préliminaire du karst en Bourgogne
S.T.E. Montpellier 1982
- A. PASCAL - - Etude sédimentologique et stratigraphie du jurassique supé-
rieur de la région de Dijon.
Thèse de 3ème cycle - Université de Dijon 1971
- P. RAT - - Guide géologique Bourgogne Morvan
* Masson 1972
- J.P. REBOUILLAT - - Les ressources en eau du Val-Suzon (Côte d'Or)
Université de Dijon 1984
- B. ROY - - Géologie - géophysique - hydrogéologie des formations d'âge
jurassique moyen dans le N.W. de la Nièvre.
Thèse 3ème cycle - Université de Dijon 1983.

- T. SIMIEN - La craie de Tanay (Côte d'Or)
Université de Dijon 1981
- J.L. SIMON - Contribution à l'étude de la dénitrification des eaux sur le
parcours surface - nappe phéatique dans un bassin karstique de la
région de Dijon.
Thèse de 3ème cycle - Université de Dijon 1978
- J. TRESCARTES - Les sables albiens de part et d'autres du seuil de Bourgogne
Thèse 3ème cycle - Université de Dijon

Ouvrages généraux :

- G. CASTANY - Prospection et exploitation des eaux souterraines
Dunod - 1978
- H. SCHOELLER - Les eaux souterraines
Masson = 1962

Documents consultés :

- Doc. I.N.R.A. - Mesure d'évapotranspiration et d'évaporation
Années 1978 - 1979 - 1980 - 1981 - 1982 (G. Durey)
- Doc. D.D.A.F. - Sondages de recherche d'eau - Région Clenay (Côte d'Or)
Rapport 82.021/1 - 1982
- Doc. S.D.E.I. - Production à la station de captage de Norges-la-Ville
Années 1977 à 1984
- Doc. S.R.A.E.B. - Débits relevés à la station limnigraphique de Norges-le-Bas
Années 1971 à 1984
- Bulletins de la météorologie nationale
Années 1971 - 1984
- Cartes géologiques au 1/50 000 : - Mirebeau
- Saint-Seine-l'Abbaye : extrait
de la carte provisoire levée par C. REMOND et J.P. GELARD
- Carte géologique au 1/80 000 de Dijon
- Photos aériennes secteur : Brognon -Etaule et Flacey -
Curtil-Saint-Seine - 1962