

document public



Utilisation de la cartographie multicritère pour l'étude de la vulnérabilité des aquifères

Application au sud du bassin hydrogéologique de l'Essonne

Première phase : sélection et acquisition des données

M. Sinan
J.M. Trouillard

mai 1993
Rapport du BRGM R 37211



BRGM
L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE

Étude réalisée dans le cadre des
actions de service public du BRGM

13-91

BRGM
SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL
Département Centre de Gestion des données
Géologiques Référencées

B.P. 6009 - 45060 ORLEANS CEDEX 2 - Tél. : (33)38.64.34.34

Mots clés : Bassin de l'Essonne, Cartographie multicritère, Vulnérabilité, Sources de pollution.

En bibliographie ce rapport sera cité de la façon suivante :

SINAN M.- J.M. TROUILLARD (1993) - Utilisation de la cartographie multicritère pour l'étude de la vulnérabilité des aquifères. Application au Sud du bassin hydrogéologique de l'Essonne - Première phase : sélection et acquisition des données. Rapport BRGM R 37211, 41 p., 17 fig., 2.ann.

© BRGM, 1993, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

RESUME

Dans le cadre de la convention 13/91 entre le Ministère de l'Environnement et le BRGM, ce dernier est chargé de mener une étude dont l'objectif est de définir les paramètres et les principes d'une cartographie des ressources en eau, de constituer un système d'information géographique et de valider la méthode par une application.

Le présent travail constitue la première phase de l'étude, qui consiste à :

- analyser et à sélectionner les critères à prendre en compte pour une meilleure approche de la vulnérabilité des aquifères;

- collecter les données nécessaires à la constitution de documents d'aide à la décision et numériser ces données pour les introduire dans un système d'information géographique.

Les données collectées (relatives au sol et à sa surface, aux zones non saturée et saturée de la nappe et aux risques et aux indicateurs de pollution) ont été intégrées dans un système d'information géographique (SYNERGIS - Logiciel BRGM). Cette intégration des données dans un SIG a été faite en vue des phases ultérieures de ce projet, consacrées aux aspects méthodologiques d'aide à la décision en matière de gestion des ressources en eau.

Le choix de la zone test a porté sur le Sud du bassin de l'Essonne qui correspond à l'ensemble du bassin hydrogéologique en relation avec cette rivière et ses affluents.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
1. GENERALITES SUR LA VULNERABILITE DES NAPPES ET SA CARTOGRAPHIE.....	9
1.1. Vulnérabilité	9
1.2. Principes de cartographie de la vulnérabilité	9
2. SITUATION ET PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	10
2.1. Contexte géographique et climatique.....	10
2.2. Contexte hydrogéologique.....	10
3. ACQUISITION DES DONNEES RELATIVES AU SOL.	14
3.1. Pente du terrain	14
3.2. Paramètres hydriques du sol	14
4. ACQUISITION DES DONNEES RELATIVES A LA ZONE NON SATUREE.	16
4.1. Mur et épaisseur du recouvrement imperméable de la nappe	16
4.2 .Profondeur de la nappe par rapport au sol (état de 1986).....	16
5. ACQUISITION DES DONNEES RELATIVES A LA ZONE SATUREE.....	19
5.1. Piézométrie de la nappe	19
5.2. Perméabilités de la nappe.....	19
5.3. Coefficients d'emménagement	19
5.4. Epaisseur des calcaires	22

6. ACQUISITION DES DONNEES RELATIVES AUX RISQUES ET AUX INDICATEURS DE POLLUTION	25
6.1. Risques de pollution	25
6.1.1 - Carte des surfaces agricoles de 1988.....	25
6.1.2 - Décharges	25
6.1.3 - Densité des voies de circulation	25
6.2. Indicateurs de pollution	29
6.2.1 Teneur en nitrates en 1990.....	29
6.2.2 Variation des teneurs en nitrates entre 1971 et 1990	29
7. ACQUISITION DES DONNEES RENTRANT DANS L'ESTIMATION DU COUT DE LA PERTE D'USAGE DE L'EAU.....	31
7.1 Productivité de la nappe.....	31
7.2 Profondeur des ouvrages.....	31
7.3 Débits des ouvrages AEP.....	31
CONCLUSION	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	35
Liste des figures.....	36
Liste des annexes.....	37

INTRODUCTION

Dans le cadre de la convention 13/91 entre le Ministère de l'Environnement et le BRGM, ce dernier a été chargé de mener une étude dont l'objectif est de définir les paramètres et les principes d'une cartographie des ressources en eau, de constituer un système d'information géographique et de valider la méthode par une application.

Le présent rapport concerne les travaux réalisés dans le cadre d'une première phase de travail, les phases suivantes devant être menées à priori dans le cadre des conventions ultérieures.

La zone choisie pour la validation de la méthode est constituée par le bassin versant de l'Essonne.

Les eaux souterraines sont désormais reconnues comme une ressource économique importante et un patrimoine écologique qu'il importe de gérer et préserver. Une gestion intégrée des eaux prend en compte à la fois des aspects quantitatifs et qualitatifs et leurs évolutions dans le temps.

Une telle approche a pour support une analyse continue et synthétique des informations collectées sur le terrain. La cartographie multicritères s'avère être un outil des plus efficaces pour représenter ces informations car elle permet une approche régionale des problèmes.

Trois concepts "cartographiables" peuvent être associés, pour appréhender de manière synthétique les problèmes des ressources et de dégradation des eaux, ainsi définis (fig. 1) :

- la notion de risque de pollution : elle intègre la vulnérabilité de la nappe et les sources potentielles de pollution;
- la notion d'exploitabilité : elle intègre la productivité et la qualité de l'eau de la nappe;
- la notion de l'impact sur l'usage de l'eau : elle intègre l'évolution dans le temps de la qualité de l'eau et son impact sur son usage .

L'objectif de cette phase de l'étude est :

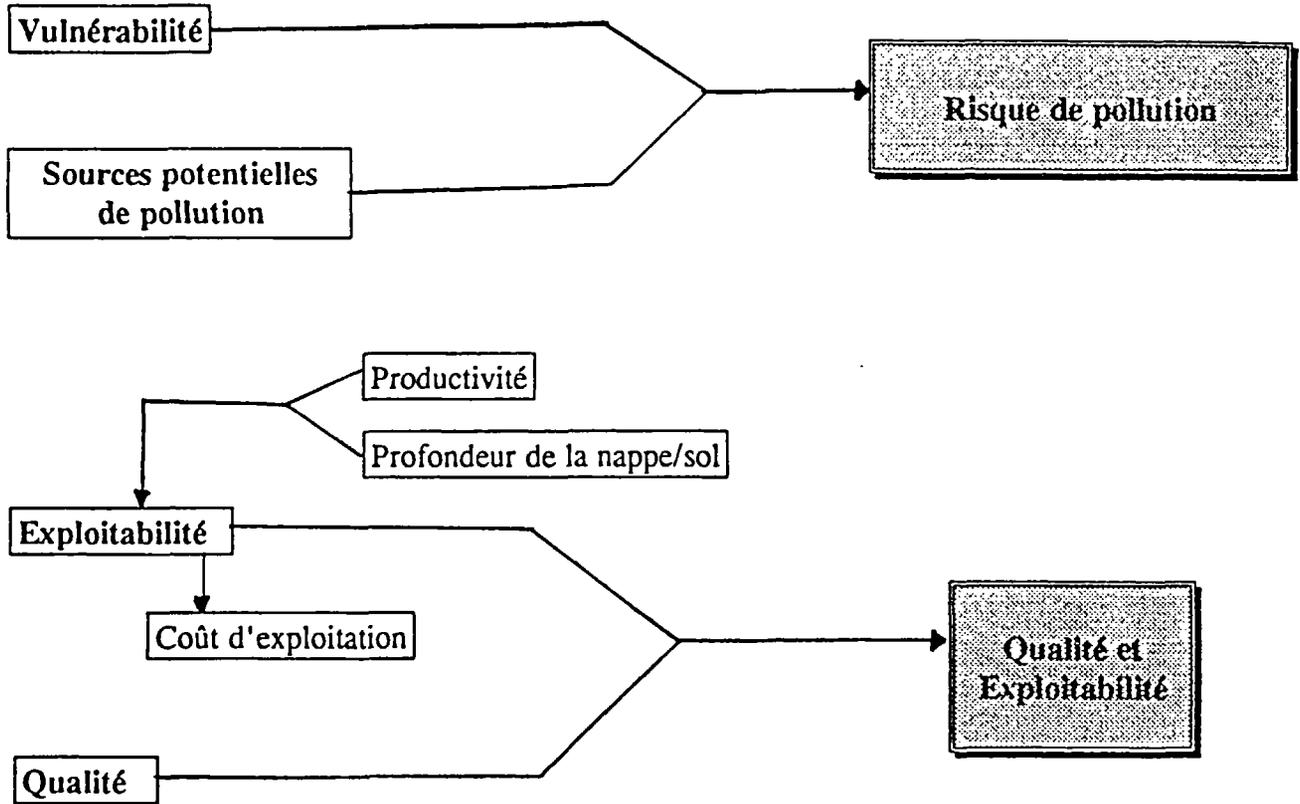
- d'analyser et de sélectionner les critères à prendre en compte pour une meilleure approche de la vulnérabilité des nappes;
- de collecter les données nécessaires à la constitution de documents d'aide à la décision.

Les données collectées ont été intégrées dans un système d'information géographique (synergis - logiciel BRGM). Cette intégration des données dans un S.I.G a été faite en vue des phases ultérieures de ce projet, consacrées aux aspects méthodologiques d'aide à la décision en matière de gestion des ressources en eau.

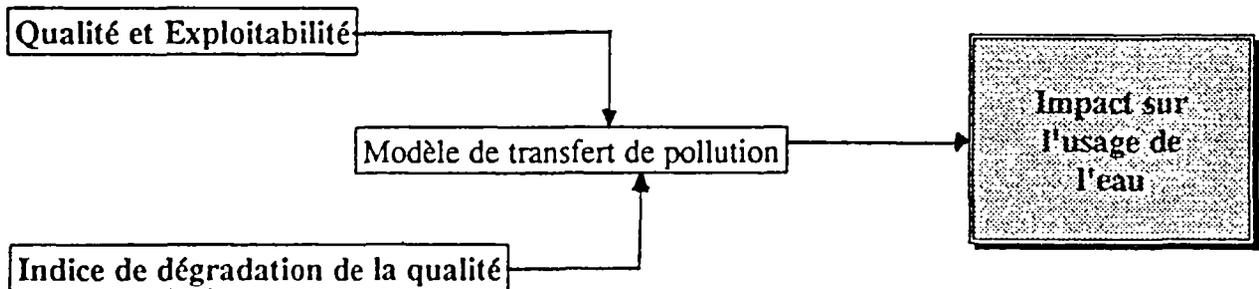
Le choix de la zone test a porté sur la partie sud du bassin hydrogéologique en relation avec la rivière l'Essonne et ses affluents. Une part des informations caractérisant cette zone a fait l'objet d'une numérisation préalable (ex : limites administratives, réseau routier...). Cette numérisation a été réalisée dans le cadre d'une étude en cours sur l'ensemble du système aquifère de Beauce (contribution méthodologique à l'élaboration de schémas d'aménagement et de gestion des eaux). L'acquis de certaines de ces informations a permis de consacrer une part plus importante de l'étude à l'acquisition d'autres données considérées comme très pertinentes.

Figure 1 : Organigramme de caractérisation de la ressource en eau souterraine.

-Situation à une date donnée-



-Evolution de la situation dans le temps-



1. GENERALITES SUR LA VULNERABILITE DES NAPPES ET SA CARTOGRAPHIE

1.1. VULNERABILITE

L'analyse de la vulnérabilité des nappes repose sur trois critères (Réf 7)

a. le premier est relatif aux caractéristiques propres du transfert des polluants dans le milieu naturel entre la surface du sol et la nappe.

Ceci conduit à prendre en compte trois grands ensembles au comportement spécifique :

- le sol au sens strict ou pédologique;
- la zone non saturée : c'est la partie des terrains aquifères non saturée en eau;
- la zone saturée : c'est la nappe elle même.

b. la notion de pollution est assujettie à celle du risque, elle même liée à l'occupation du sol et à la typologie des activités humaines.

c. Au delà de la prise en compte du risque, il faut évaluer l'impact de la pollution sur l'usager. Cette évaluation devra prendre en compte le coût de substitution de l'eau polluée.

1.2. PRINCIPES DE CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE

Comme dans la plupart des cartes thématiques, la représentation s'appuie sur :

- le choix des critères représentatifs de la vulnérabilité. Par exemple, la perméabilité pour les nappes;
- pour chaque critère, la répartition des valeurs dans des classes différentes;
- pour chaque classe , une "note" est affectée selon son degré de vulnérabilité.

Pour passer à la représentation cartographique, le choix des couleurs est effectué selon la symbolologie habituelle :

- couleurs chaudes : plus ou moins rouges pour indiquer le danger, donc la plus forte vulnérabilité;
- couleurs froides : plus ou moins bleues pour le cas contraire.

Chacune des cartes de contrainte ainsi obtenue peut alors être combinée aux autres par différentes relations permettant d'obtenir un ou plusieurs documents synthétiques, éléments d'aide à la prise de décision.

2. SITUATION ET PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE

Le sud du bassin de l'Essonne s'étend sur le plateau de la Beauce entre Neuville aux bois au Sud-Ouest et Malesherbes au Nord-Est, couvrant une superficie d'environ 1000 km². La commune de Pithiviers est située au centre de ce bassin (fig. 2).

Sur le plan climatique, la pluviométrie varie à Pithiviers entre 339 mm/an (1976) et 721 mm/an (1981). La pluie efficace (calculée par le modèle de la nappe de Beauce de 1986) varie entre 120 mm/an et 240 mm/an.

Sur le plan hydrologique, le bassin est traversé par l'Essonne et ses affluents qui prennent naissance au Sud de Pithiviers sur des formations peu perméables, en l'occurrence les sables et argiles burdigaliens et les marnes de Blamont.

Le relief est caractérisé par un plateau uniforme entaillé au niveau des vallées. L'altitude du sol varie entre 150 m NGF au Sud et 70 m NGF au Nord dans la basse vallée de l'Essonne (fig. 3).

2.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

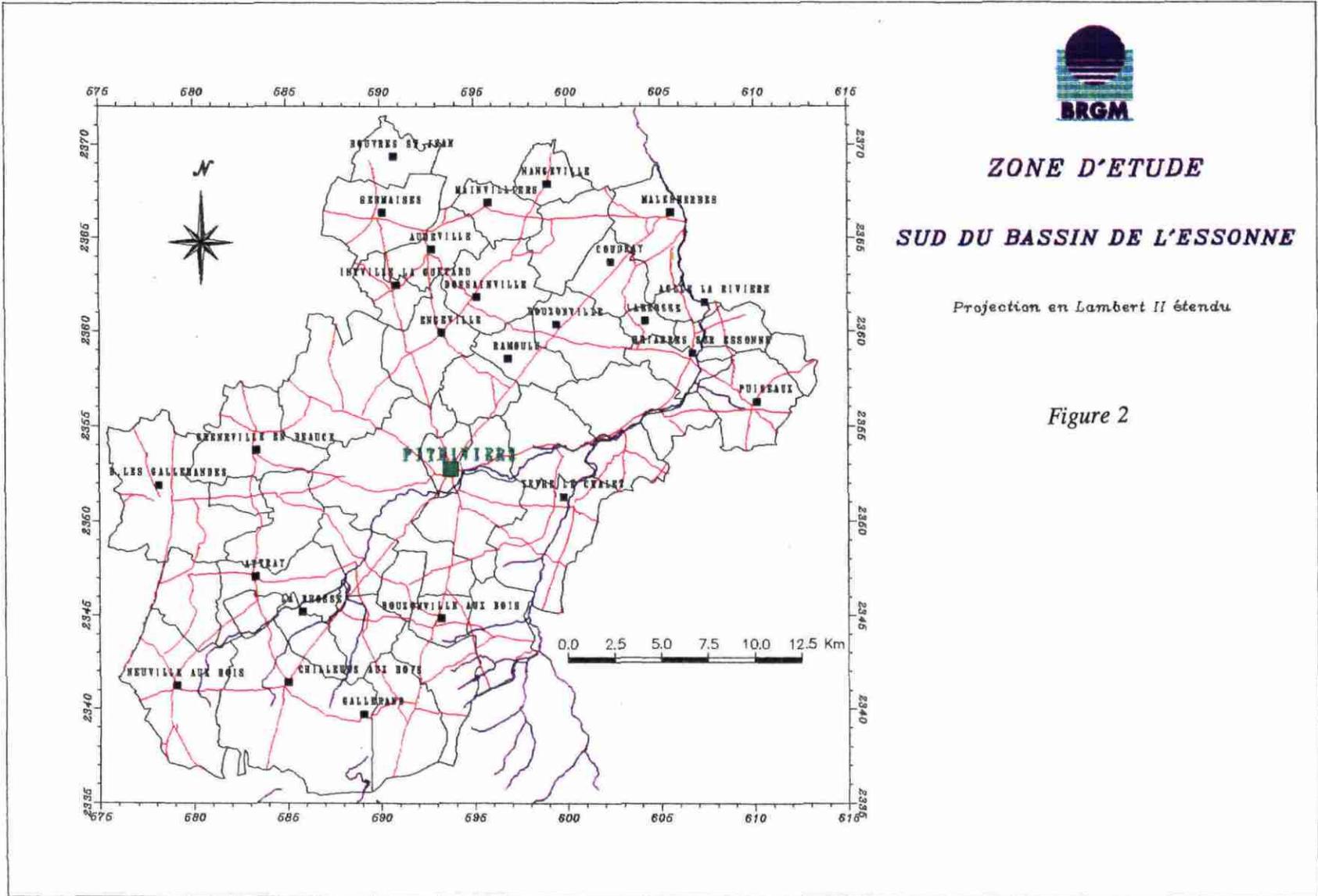
La nappe circulant dans le bassin de l'Essonne fait partie du système aquifère de la Beauce (fig.4), constitué par les calcaires du Miocène (calcaire de Pithiviers), de l'Oligocène (Stampien) et de l'Eocène. Ces formations sont séparées localement par des intercalations marneuses et sableuses (Molasse de Gatinais et sable de Fontainebleau).

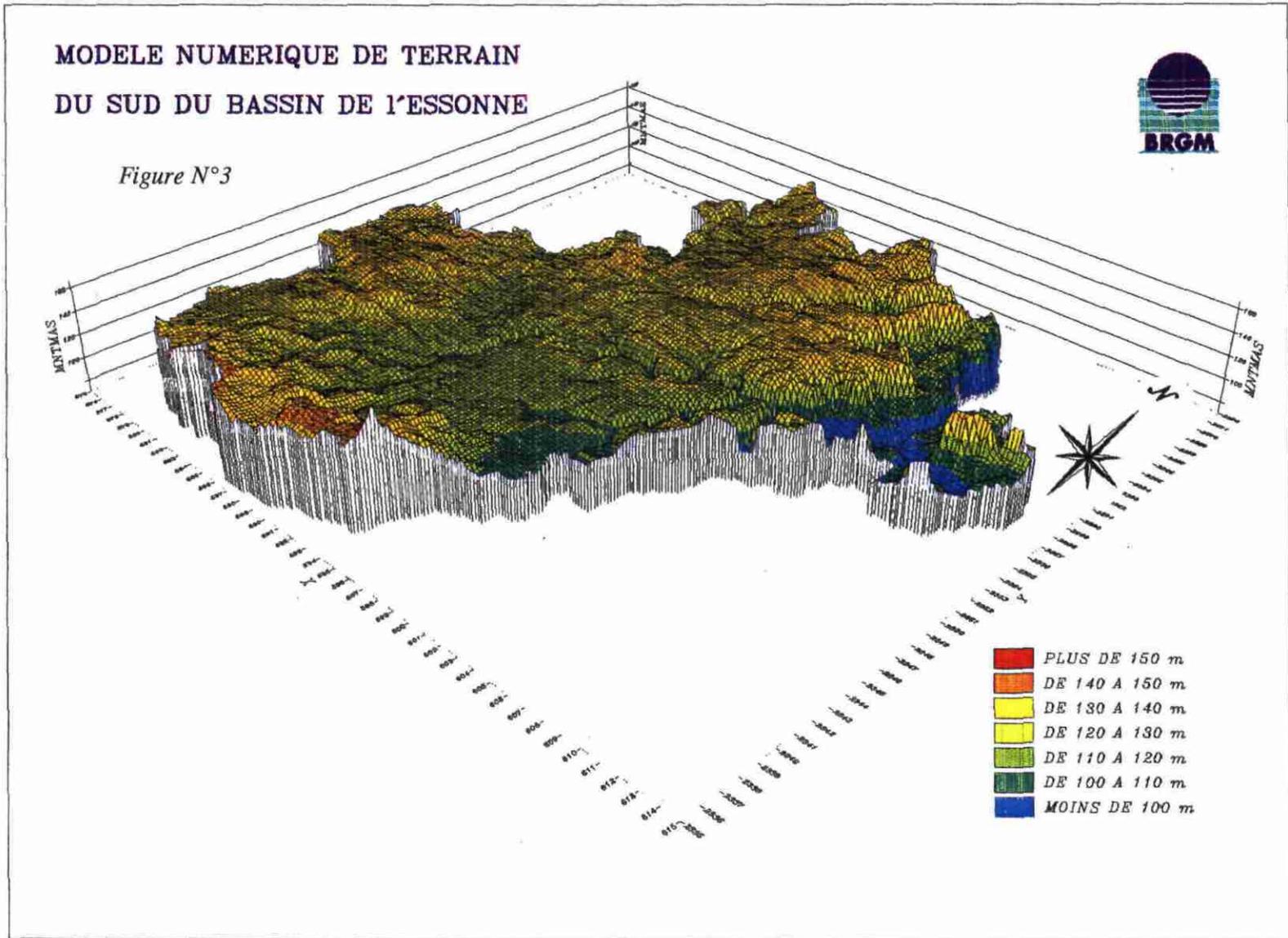
Les formations calcaires elles mêmes sont relativement hétérogènes et de nombreux sondages ont mis en évidence des changements de faciès brusques et fréquents.

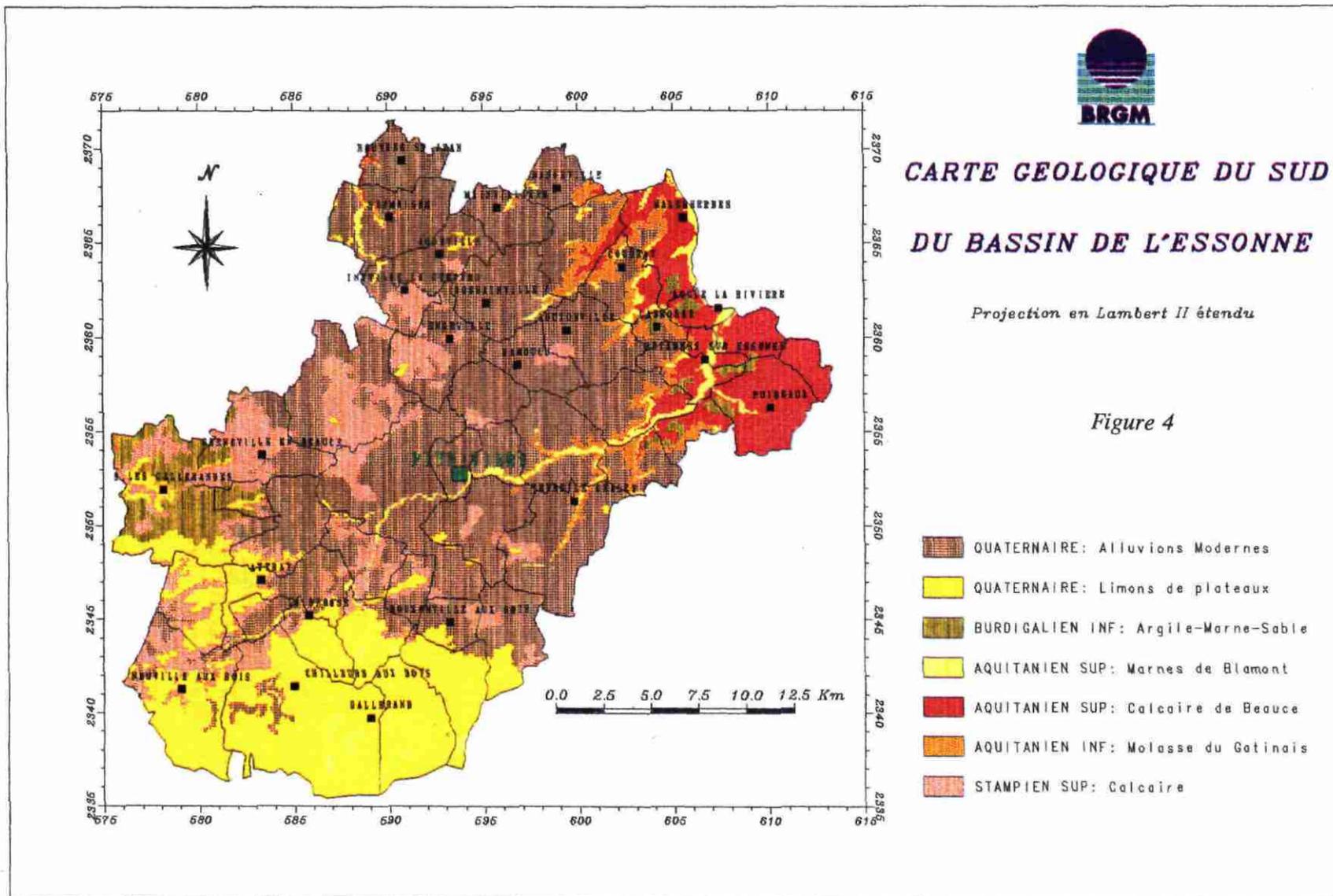
La nappe est à surface libre dans la quasi totalité de la zone d'étude, sauf au Sud où elle se met en charge sous les sables et argiles du Burdigalien. Son alimentation se fait uniquement à partir de la pluie.

Le substratum de la nappe est constitué par la craie du Crétacé supérieur qui affleure à l'Est et à l'Ouest de la Beauce. Au Nord du bassin de l'Essonne, apparaît l'argile plastique du Sparnacien qui constitue la base de la série calcaire.

NB : La carte géologique de la figure 4 résulte de la digitalisation, réalisée pour cette étude, des cartes géologiques 1/50.000 suivantes: Malsherbes, Méréville, Pithiviers, Château-Landon, Orléans et Bellegarde du Loiret.







3. ACQUISITION DES DONNEES RELATIVES AU SOL.

Ces données conditionnent la pénétration de l'eau et des solutés dans le sol, ce sont :

3.1. PENTE DU TERRAIN

Sa variation joue un rôle important sur le ruissellement de l'eau vers les drains naturels. Dans le bassin de l'Essonne, la pente de la surface du sol (calculée à partir du modèle numérique de terrain) est généralement très faible (inférieur à 1 %). Seules les vallées ont des pentes importantes dépassant 7 %.

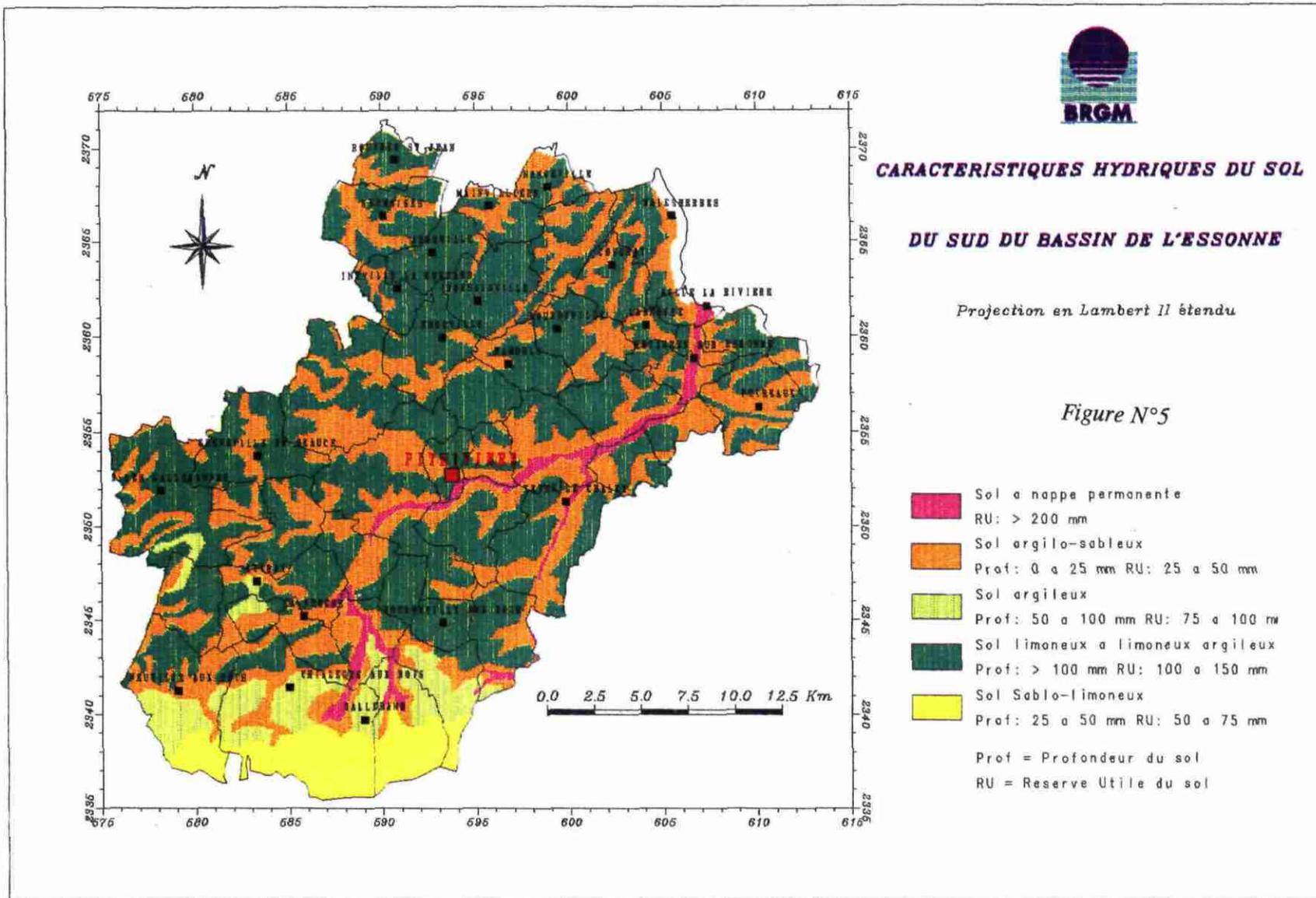
3.2. PARAMETRES HYDRIQUES DU SOL

La carte de la figure 5 est un extrait de l'esquisse des caractéristiques hydriques des sols de la région Centre (au 1/250.000) établie par la Chambre Régionale d'Agriculture du Centre. Elle montre que la texture des sols du bassin de l'Essonne est assez variable : limon, limon argileux, argile-calcaire, sable limoneux.

Le ruissellement superficiel est généralement faible (inférieur à 25 %) et le drainage est rapide à modéré sauf au sud du bassin où il est considéré comme imparfait ou faible.

La réserve utile du sol varie entre moins de 25 mm et 50 mm pour les sols argilo-sableux à plus de 200 mm pour les fonds de vallées.

Ces différentes caractéristiques hydriques(pente du terrain et paramètres hydriques du sol) interviennent plus ou moins différemment sur la pénétration de l'eau vers la nappe et auront donc des "notes" différentes lors de la constitution de la carte de vulnérabilité du bassin.



4. ACQUISITION DES DONNEES RELATIVES A LA ZONE NON SATUREE.

La zone non saturée joue un rôle très important sur la vulnérabilité des aquifères, notamment par sa granulométrie, sa perméabilité et son épaisseur. Seules les données relatives au recouvrement imperméable de la nappe et à la profondeur de l'eau par rapport au sol ont été collectées dans le cadre de ce travail.

4.1. MUR ET EPAISSEUR DU RECOUVREMENT IMPERMEABLE DE LA NAPPE

La surface du plateau de l'Essonne comporte une série de formations détritiques disposées en buttes ou conservées à la faveur d'ondulations ou de ravinements, ce sont :

- les marnes de Blamont : elles constituent une couche marno-calcaire friable blanche et reposant sur le calcaire de Beauce par l'intermédiaire d'une mince couche de marne ou d'argile rouge.

- les sables du Burdigalien : ce sont des sables blanchâtres , jaunâtres et argileux avec des lentilles d'argile verte ou grise. Ils sont présents notamment dans le Sud du bassin.

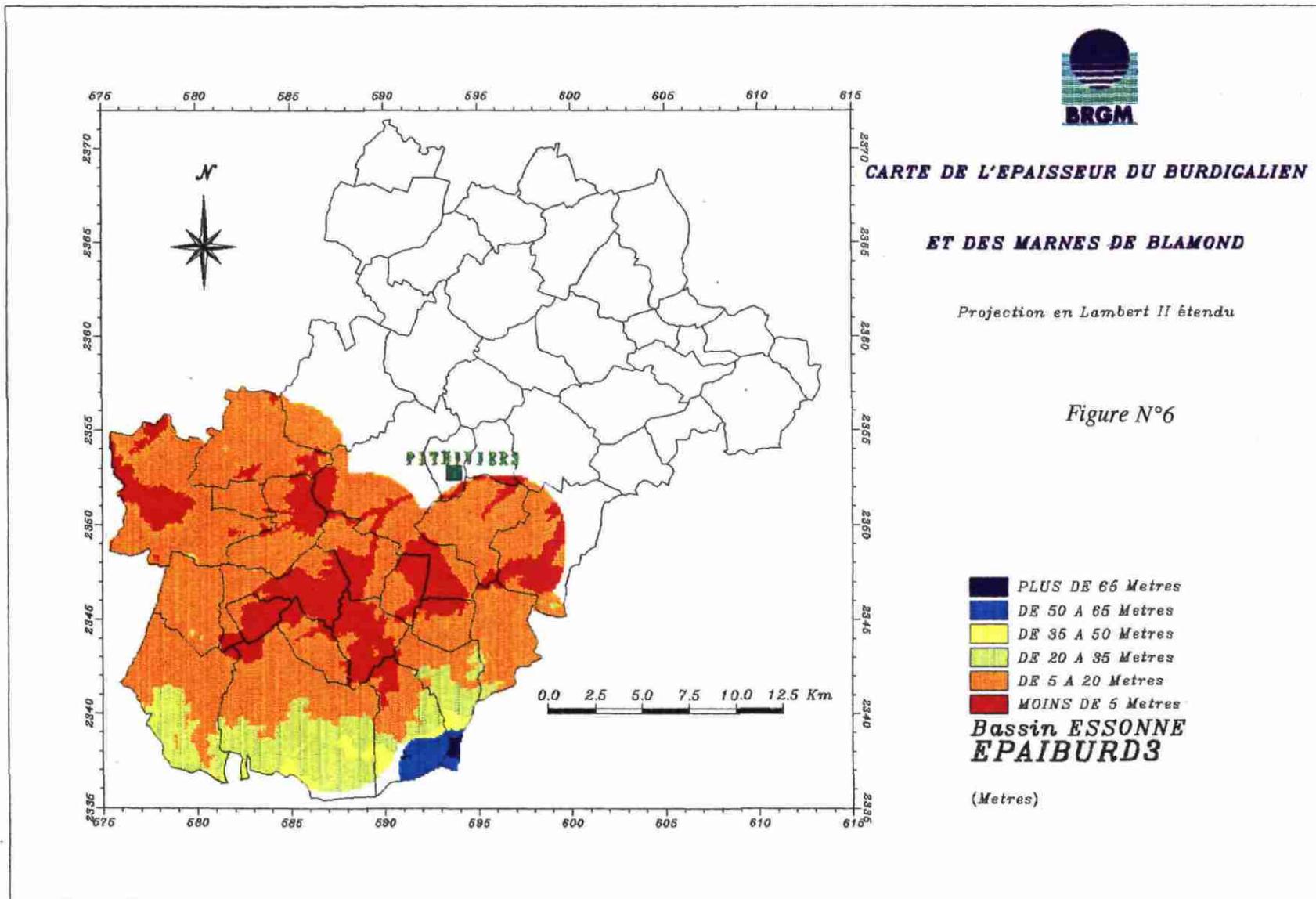
La cote de la base de ce recouvrement (calculée à partir des coupes de forages) varie entre 89 et 130 m. Son épaisseur varie entre 0 m au Nord et 70 m au Sud - Est du bassin, mais elle est généralement comprise entre 5 et 20 m (Fig. 6).

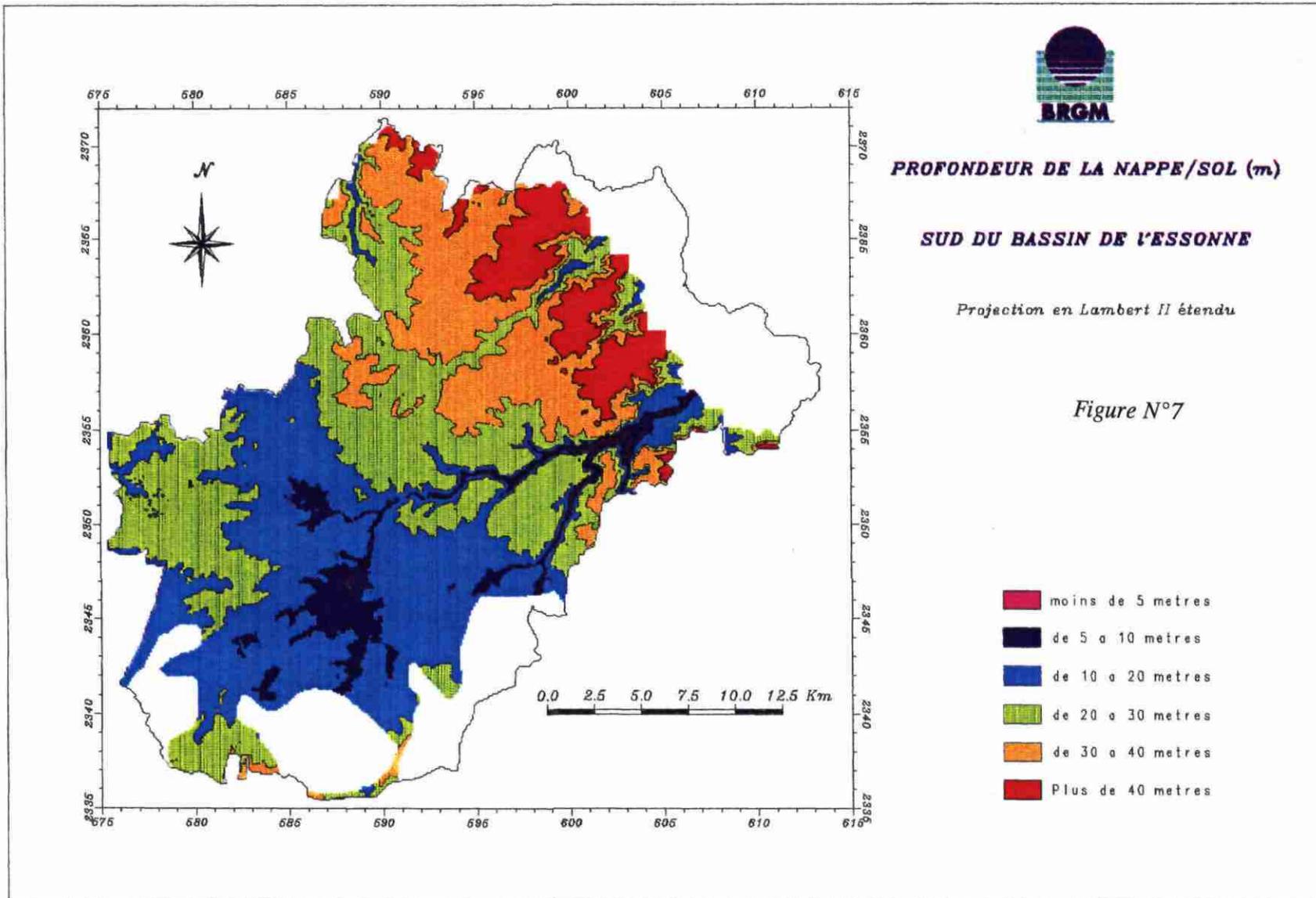
Ce recouvrement constitue un important écran de protection de la nappe contre l'infiltration des polluants potentiels.

NB : Les calcaires sont souvent recouverts par des limons récents de faible épaisseur. Ces limons sont relativement perméables et ne donnent naissance qu'à des mares temporaires. Ils n'ont pas été considérés comme faisant parties de la couverture imperméable de la nappe.

4.2 .PROFONDEUR DE LA NAPPE PAR RAPPORT AU SOL (ETAT DE 1986)

La profondeur du niveau de la nappe par rapport au sol varie entre moins d'un mètre et plus de 50 m. Dans la zone amont et centrale de la nappe, la profondeur est généralement comprise entre 5 et 20 m. Dans la partie aval, la profondeur de l'eau dépasse 30 m (fig. 7).





5. ACQUISITION DES DONNEES RELATIVES A LA ZONE SATUREE

Les paramètres jouant un rôle important dans le transfert des polluants dans la nappe sont la dispersivité, la vitesse de l'écoulement, la diffusivité (rapport de la transmissivité et du coefficient d'emménagement), la perméabilité et la porosité cinématique. Nous n'avons pas pu avoir de données sur la dispersivité. Les autres paramètres ont été calculés ou estimés à partir d'autres caractéristiques de la nappe que nous avons pu acquérir.

5.1. PIEZOMETRIE DE LA NAPPE

La figure 8 contient la piézométrie de la nappe de 1986. L'écoulement général se fait du Sud-Ouest vers le Nord-Est. Les cotes piézométriques varient entre 80 m au Nord-Est et 110 m au Sud-Ouest. Le gradient hydraulique moyen de la nappe est faible, il est de l'ordre de 1 ‰. Le drainage souterrain se fait par l'Essonne et ses affluents, dont les débits sont régularisés par les apports de la nappe.

NB : Le gradient hydraulique de la nappe pourra être calculé en chaque point par le SIG SYNERGIS. La carte des gradients est un élément de base pour le calcul du champs de vitesses de la nappe.

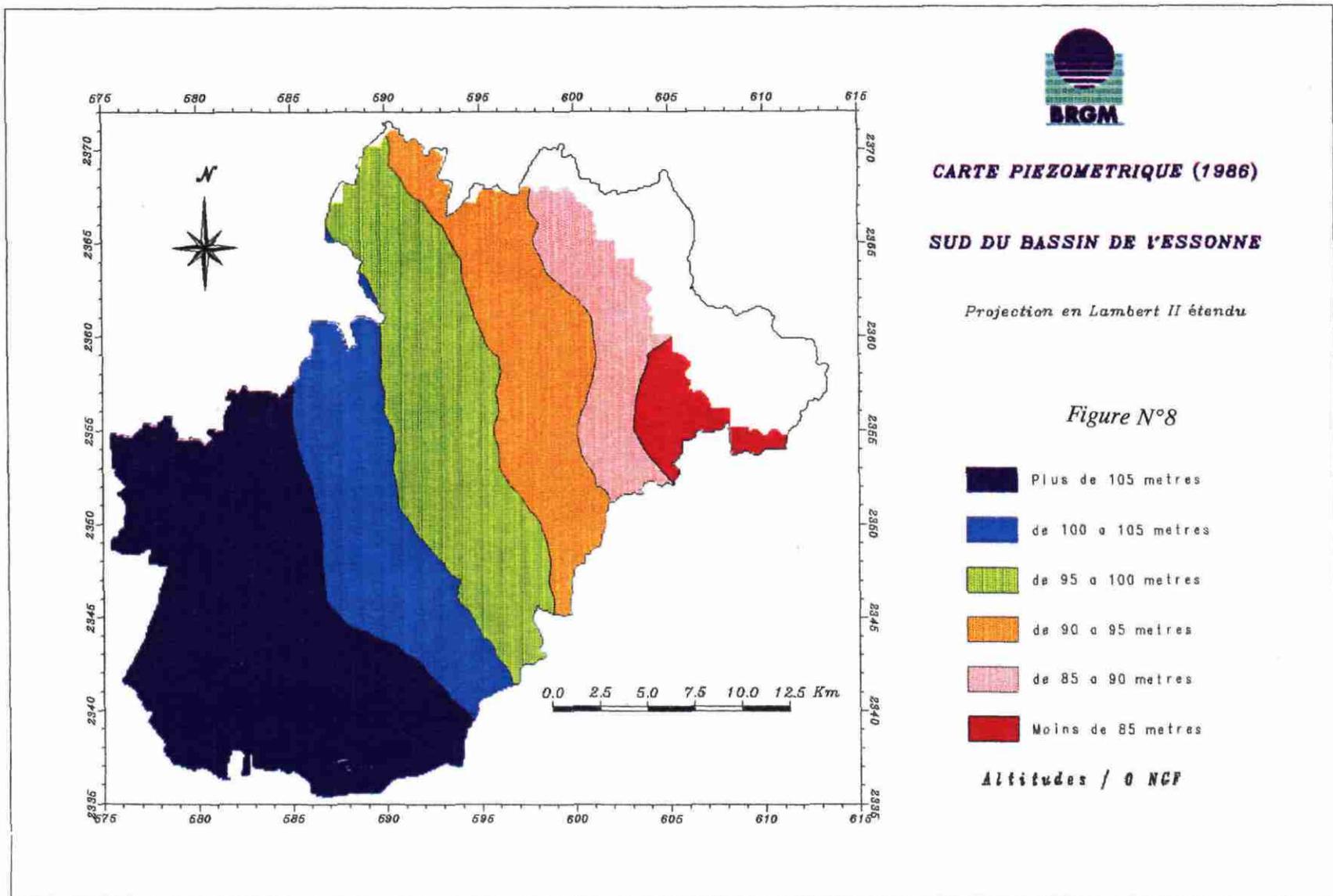
5.2. PERMEABILITES DE LA NAPPE

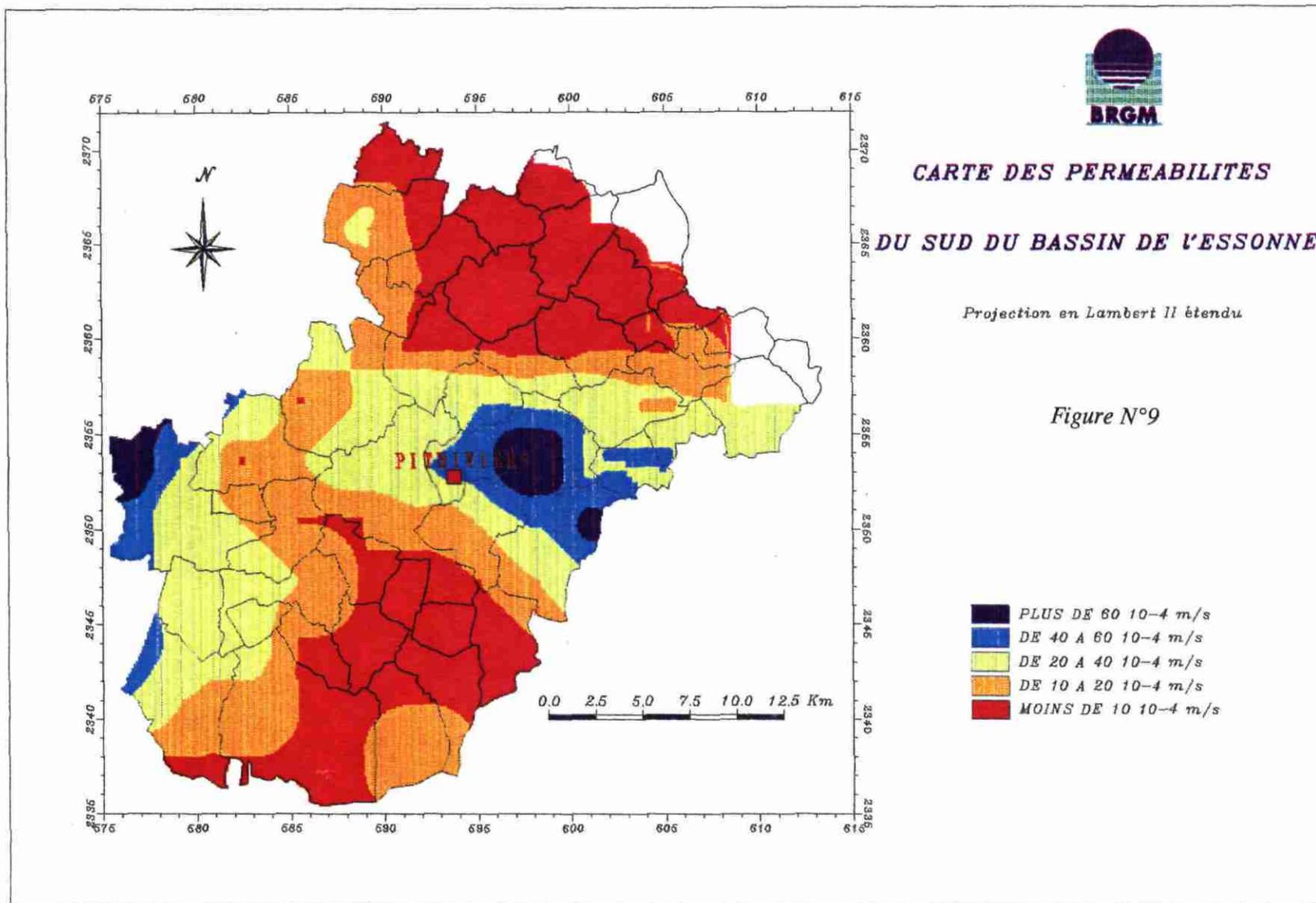
Ce paramètre joue un rôle important dans la propagation des polluants dans la nappe. La carte des perméabilités de la figure 9 est le résultat de l'interpolation (par la méthode du krigeage) des perméabilités issues du modèle de la nappe de Beauce de 1986 (Réf. 6). Les perméabilités dans le bassin de l'Essonne sont assez homogènes et sont de l'ordre de 10^{-3} m/s. Les plus fortes perméabilités sont situées dans le secteur de Pithiviers et à l'Ouest du bassin ($K > 6 \cdot 10^{-3}$ m/s). Les faibles perméabilités ($K < 1 \cdot 10^{-3}$ m/s) sont situées au Nord et au Sud-Est du bassin.

5.3. COEFFICIENTS D'EMMAGASINEMENT

Le coefficient d'emménagement représente la porosité efficace dans la partie libre de la nappe, il varie entre 5 et 15 %. Les plus fortes valeurs sont situées au Sud du bassin (fig. 10).

Dans la zone captive de la nappe, ce coefficient est lié à la compressibilité et à l'expansibilité de l'eau et du milieu aquifère. Dans le bassin de l'Essonne, il varie entre 0,2 ‰ et 1 ‰ (zone hachurée sur la figure 10).





NB : Les trois paramètres : charge hydraulique, perméabilité et coefficient d'emménagement influencent directement le déplacement du polluant dans la nappe. Ils permettent également de calculer le champ des vitesses réelles de la nappe (et donc du polluant) en faisant le rapport du produit de la perméabilité (K) et du gradient hydraulique de la nappe (i) par la porosité cinématique (w) :

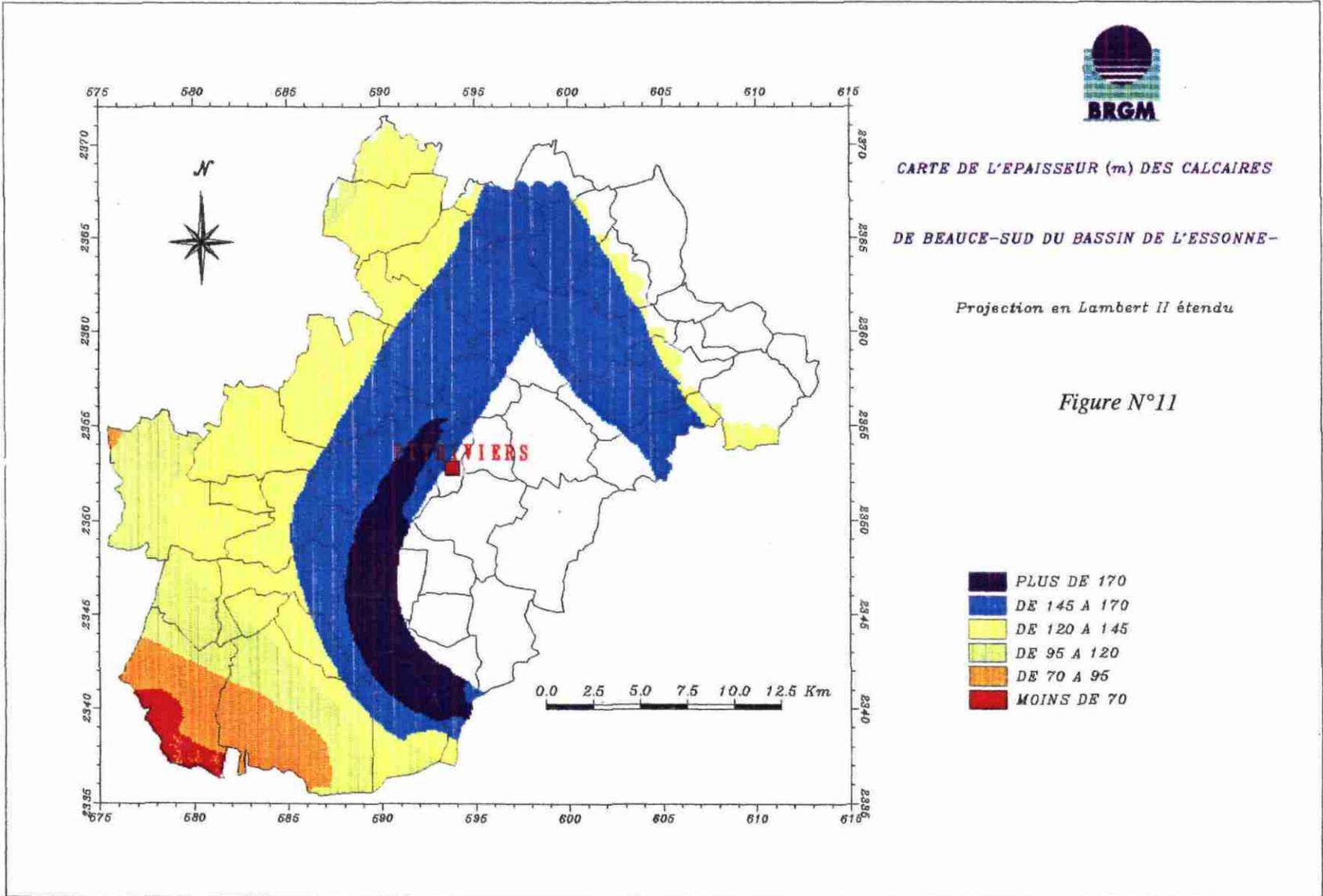
$$v_{m/s} = \frac{k \times i}{w}$$

5.4. EPAISSEUR DES CALCAIRES

La carte de l'épaisseur "saturée" des calcaires de Beauce (fig.11) a été obtenue en faisant la différence entre les cotes piézométriques mesurées en 1986 et le substratum dans la partie libre de la nappe et la différence entre les cotes du toit de la nappe (base du recouvrement imperméable) et le mur des calcaires dans la zone captive.

L'épaisseur augmente régulièrement de l'Est et de l'Ouest vers le centre du bassin (région de Pithiviers), où elle dépasse les 170 m. Cependant, seules les 30 à 40 premiers mètres sont vraiment aquifères.

N.B. : Les zones colorées en blanc sur la carte de l'épaisseur des calcaires correspondent aux secteurs où l'information sur le niveau piézométrique et/ou sur le substratum de la nappe est absente.



6. ACQUISITION DES DONNEES RELATIVES AUX RISQUES ET AUX INDICATEURS DE POLLUTION

6.1. RISQUES DE POLLUTION

Les données collectées montrent que les sources de pollution potentielle de la nappe des calcaires sont nombreuses et variées. Seules les sources les plus représentatives sont présentées dans ce chapitre.

NB : Certaines sources de pollution importantes n'ont pas pu être obtenues notamment la liste, la position et la nature des rejets des établissements classés.

6.1.1 - Carte des surfaces agricoles de 1988

La carte de la figure 12 a été établie à partir des données issues du recensement général agricole (RGA) de 1988. Elle montre que le bassin de l'Essonne est constitué pour une part importante de surfaces agricoles. Les superficies, par commune, varient entre moins de 100 hectares à plus de 3000 hectares. Les communes les plus "agricoles" sont celles de Guigneville, de Pithiviers-le-viel et de Bazoches-les Gallets. Cependant, la majorité des communes ont des superficies agricoles qui varient entre 1000 et 2000 hectares.

Les types de culture pratiquées dans le bassin sont : le blé, le maïs, les légumes, la betterave, le tournesol etc...

Etant donné les pratiques agricoles actuelles qui utilisent des engrais chimiques, l'importance des surfaces agricoles est un indicateur de pollution potentielle de la nappe par les nitrates, notamment dans sa partie libre.

Une classification plus poussée des risques liés aux terrains agricoles, selon le type de culture pratiqué, pourrait être effectuée lors des traitements à venir dans les étapes ultérieures du projet.

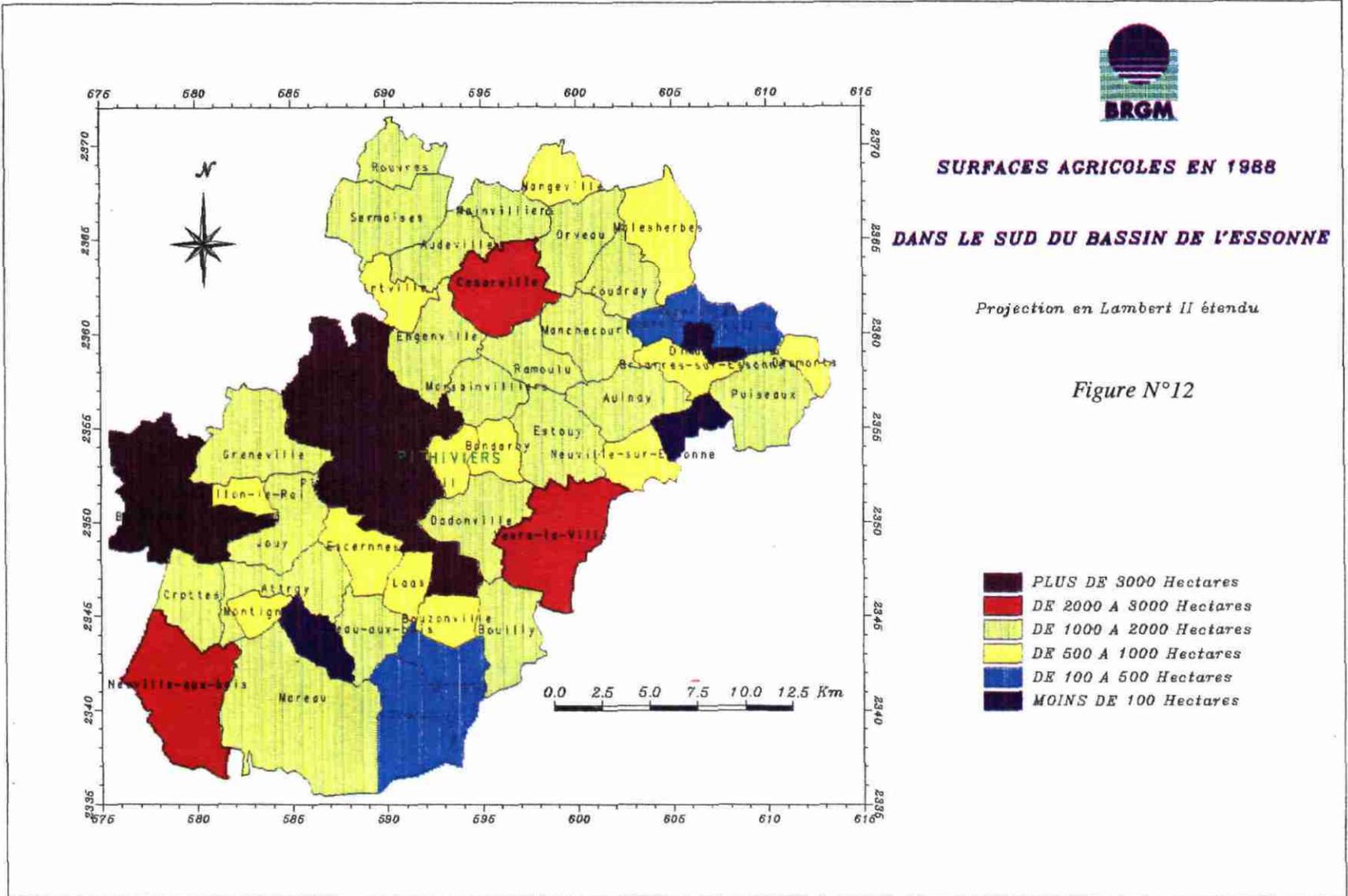
6.1.2 - Décharges

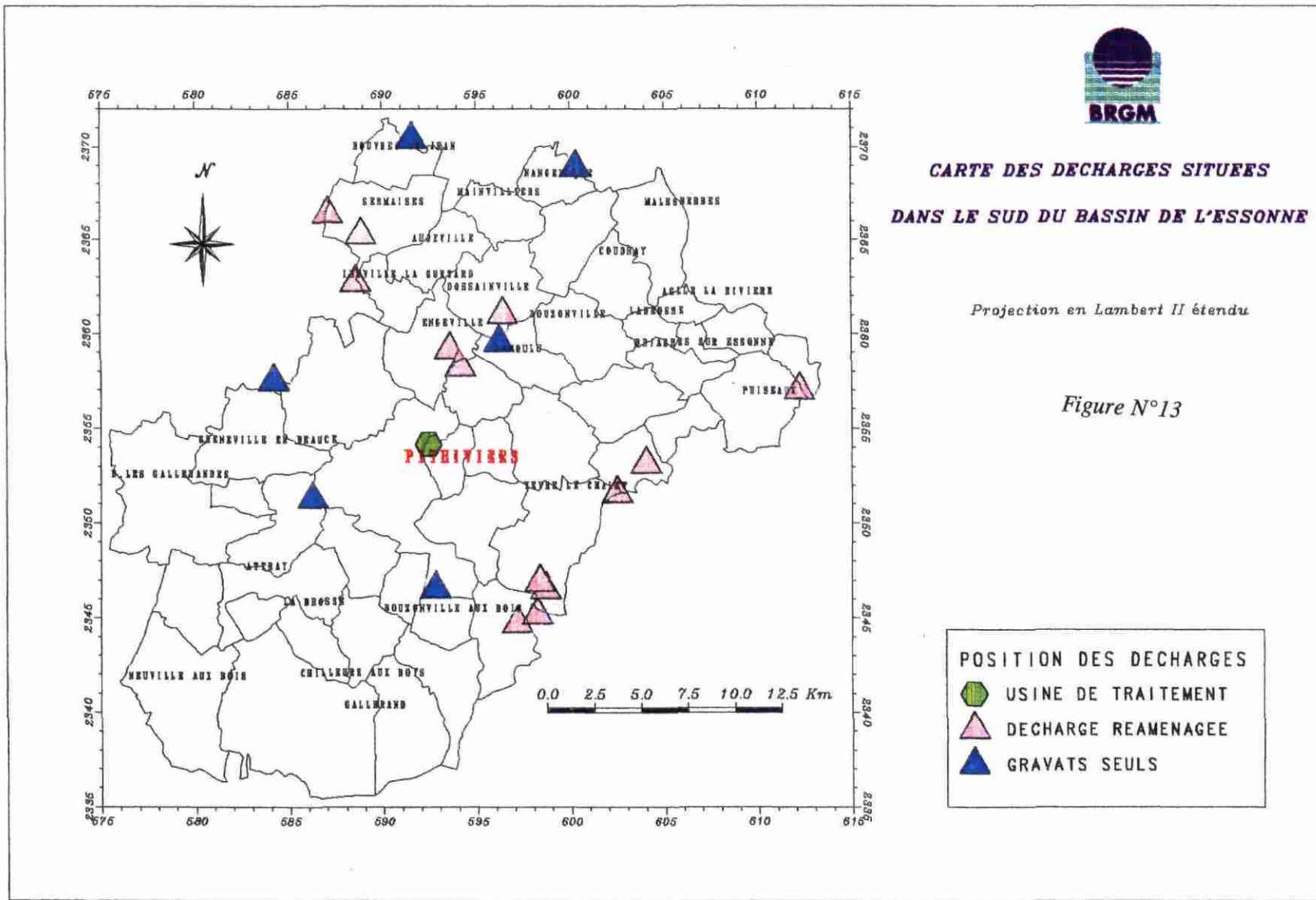
Dans le bassin de l'Essonne, 19 décharges "brutes non autorisées" ont été recensées par les services de la DDASS (fig. 13). Ces décharges constituent un risque de pollution certain de la nappe, notamment celles situées dans les secteurs dépourvus de recouvrement imperméable (Burdigalien et marnes de Blamont).

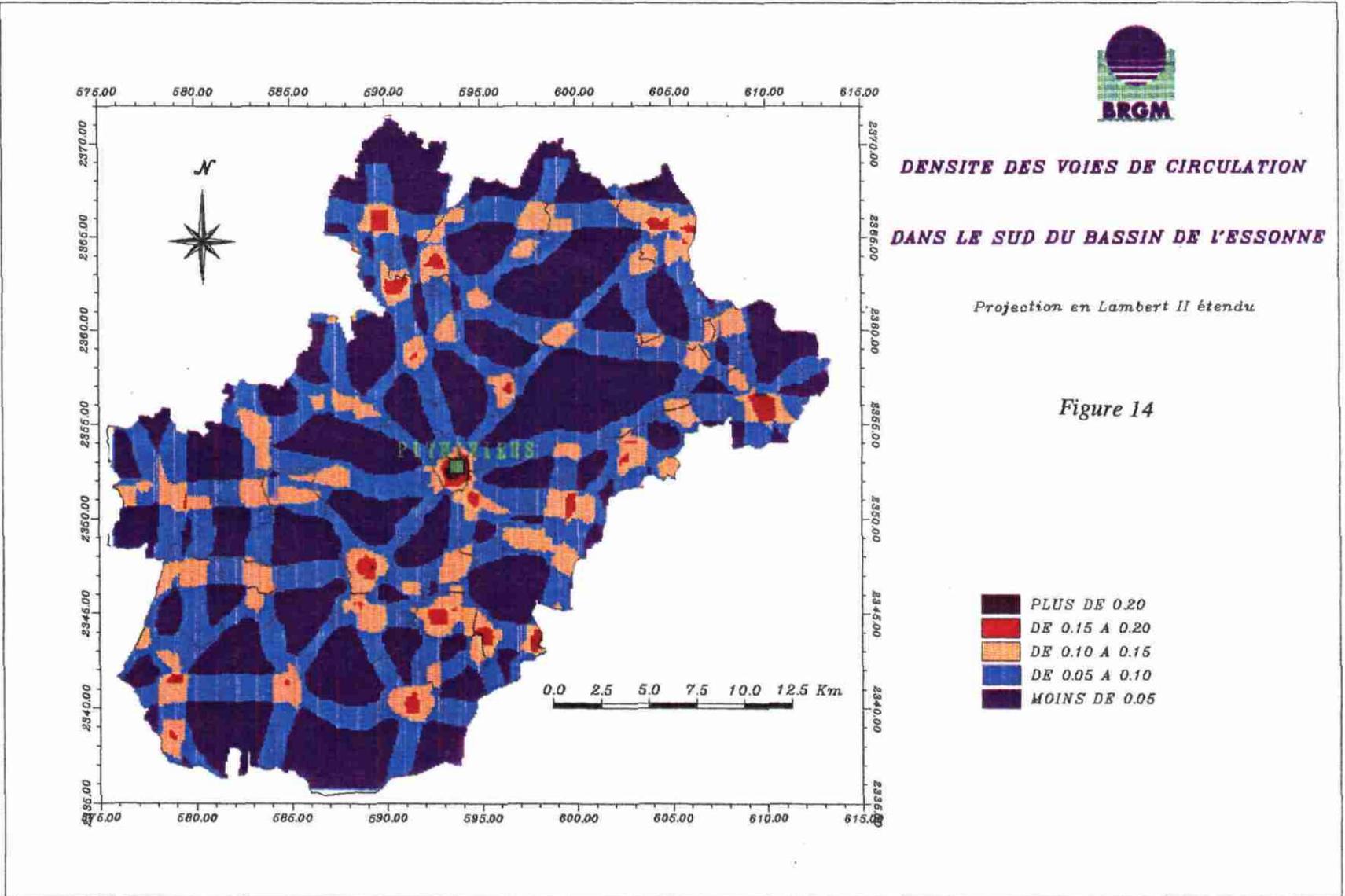
6.1.3 - Densité des voies de circulation

Ce facteur représente deux types de risque de pollution, notamment dans la zone libre de la nappe :

- ponctuel : par la fuite des carburants et des produits toxiques liquides (accidents routiers, fuites de stockage au niveau des stations de carburants...).







NB : des études d'impacts sur ce type particulier d'aléas polluant ayant été menées au sein du BRGM.

- diffus : par le lessivage des dépôts du plomb atmosphérique et des matières organiques aux alentours des voies de circulation.

La densité des voies de circulation a été calculée (étude SAGE en cours) à partir de la digitalisation de la carte IGN (1/250.000). Les routes principales ont été pondérées par un facteur 2 et les autres par un facteur 1. Sur la base de cette pondération, la carte (fig 14) fait apparaître un risque de pollution plus élevé le long des routes et au niveau de leurs intersections.

6.2. INDICATEURS DE POLLUTION

Dans la région de la Beauce, caractérisée par une importante activité agricole, les teneurs en nitrates constituent les témoins de la pollution de la nappe par les engrais chimiques.

6.2.1 Teneur en nitrates en 1990

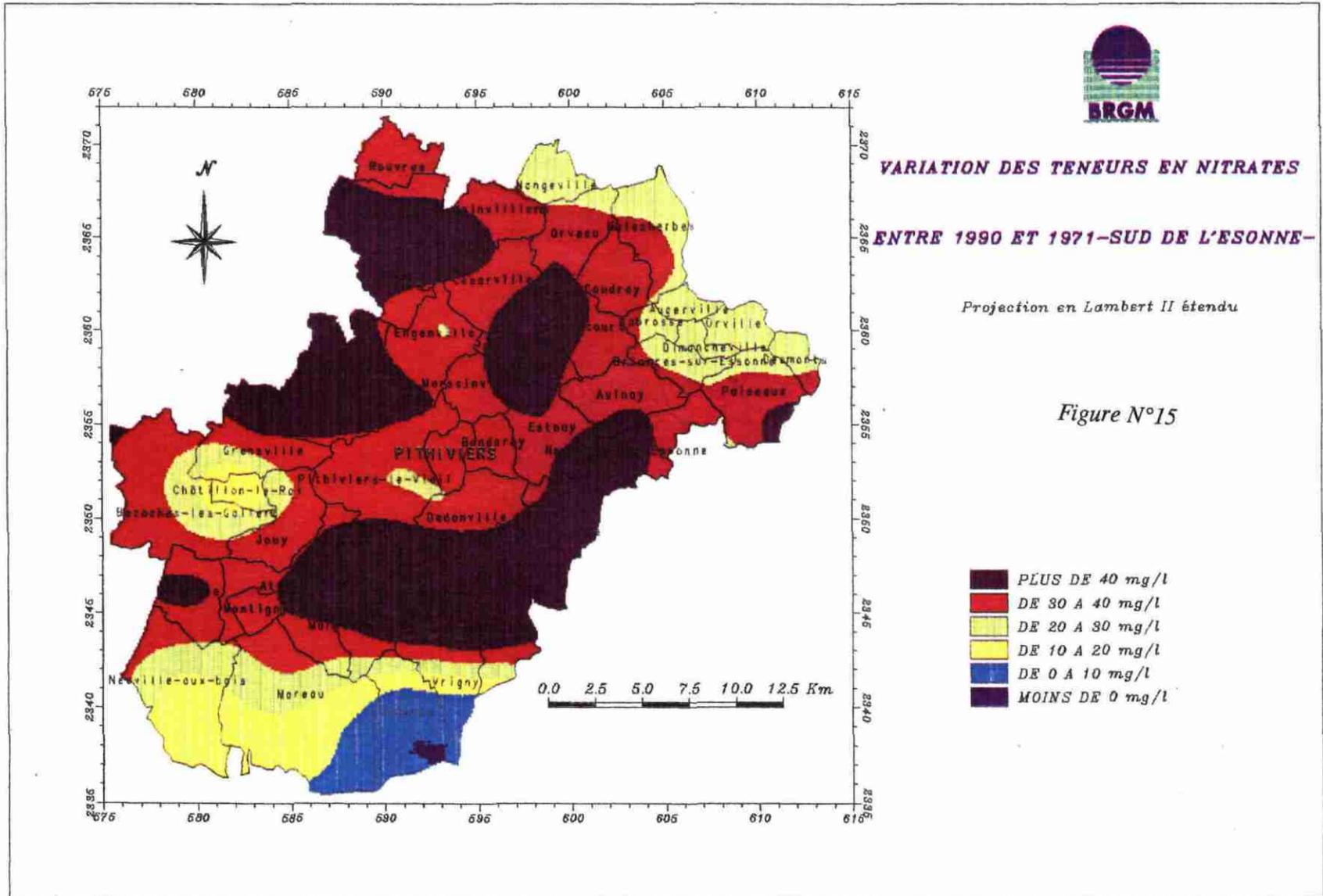
Les teneurs en nitrates de la nappe mesurées en 1990 varient entre 8mg/l dans les communes de Courcy et 50mg/l dans les communes de Laas et Bouzonville. Les plus fortes teneurs sont généralement situées dans des communes à surfaces agricoles importantes (Il est tout à fait envisageable à l'aide du SIG Synergis d'établir des corrélations entre ces teneurs et les % des surfaces agricoles ou avec les différents types de cultures).

6.2.2 Variation des teneurs en nitrates entre 1971 et 1990

La carte de la figure 15, établie à partir des données de 1971 et de 1990, montre une nette augmentation des teneurs en nitrates des eaux de la nappe. Dans la presque totalité du bassin, les teneurs ont augmenté de plus de 30mg/l, ce qui fait une augmentation moyenne de 1,5 à 2,1mg/l/an. Les augmentations les plus élevées sont enregistrées au niveau des communes de Guigneville, de Sermaises, de Ramoulou, d'Escaynes, de Laas, de Bouzonville et d'Yvre la ville.

Les faibles variations sont enregistrées au Sud du bassin, zone protégée naturellement par le recouvrement imperméable.

La mesure des variations des teneurs en nitrates dans le temps montrent donc clairement que la qualité de l'eau de la nappe est en cours de dégradation, notamment pour ce qui est de l'alimentation en eau potable.



7. ACQUISITION DES DONNEES RENTRANT DANS L'ESTIMATION DU COUT DE LA PERTE D'USAGE DE L'EAU

7.1 PRODUCTIVITE DE LA NAPPE

Les débits des ouvrages, dans le bassin de l'Essonne, varient entre 18 m³/h et 350 m³/h avec une moyenne de 125 m³/h (calculée sur 114 ouvrages) et un écart-type de 66 m³/h. Cependant, 83 % des ouvrages ont un débit qui varie entre 50 et 300 m³/h. Ceci montre que la nappe calcaire du bassin de l'Essonne est assez productive.

Les débits spécifiques (Fig. 16) varient entre 1,2 m³/h/m et 1500 m³/h/m. La moyenne est de 106 m³/h/m et l'écart-type est de 197 m³/h/m. Cette importante dispersion des productivités est probablement en relation avec la variation des profondeurs des ouvrages et donc de l'horizon capté. Globalement, le secteur situé à l'Ouest de Pithiviers paraît être plus productif que celui situé à l'Est.

N.B. : Le débit spécifique, rapport entre le débit pompé et le rabattement provoqué, est un paramètre qui est directement lié à la productivité de la nappe.

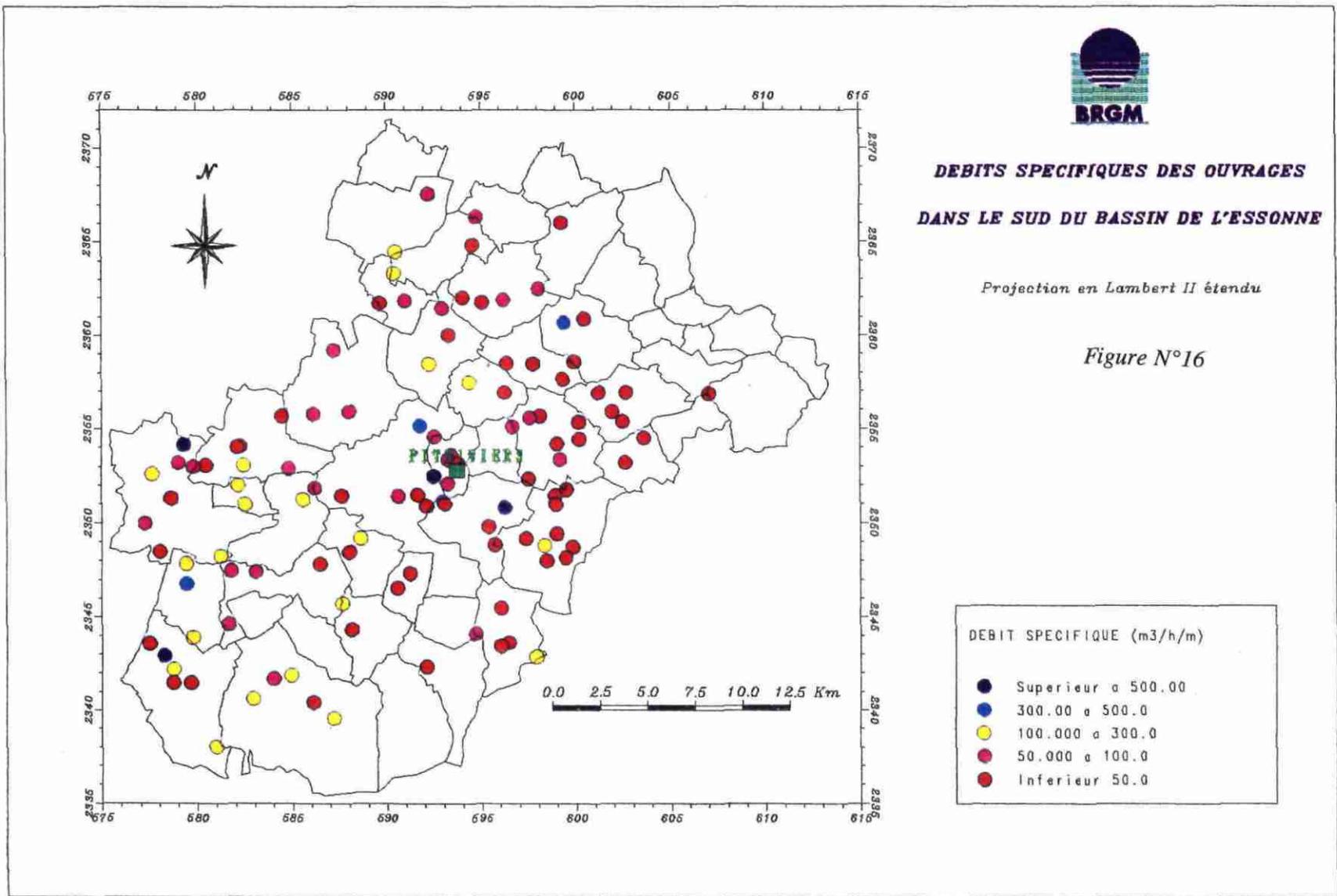
7.2 PROFONDEUR DES OUVRAGES

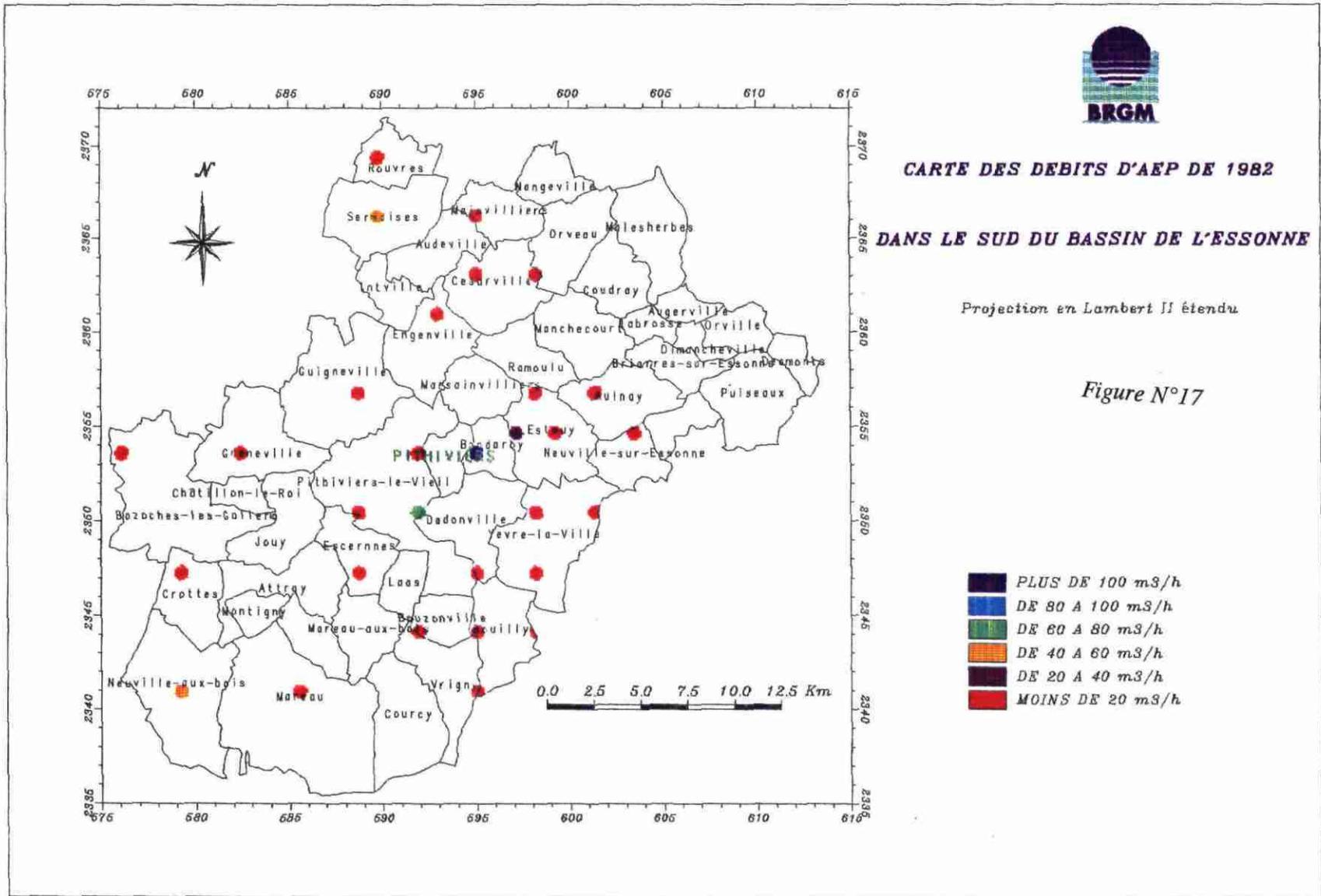
Les profondeurs des ouvrages dans le bassin de l'Essonne varient entre 16 m et 126,10 m avec une moyenne de 46 m et un écart-type de 14 m. 97 % des ouvrages ont une profondeur qui varie entre 20 et 80 m. D'une façon générale, les ouvrages situés au Sud de Pithiviers sont moins profonds que ceux situés au Nord.

7.3 DEBITS DES OUVRAGES AEP

Les débits utilisés pour l'établissement de la figure 17 ont été repris du modèle de la Beauce de 1986. Ils représentent les volumes d'eau moyens prélevés pour l'AEP entre 1975 et 1982. Ce ne sont donc pas des données actualisées mais elles donnent cependant une idée sur l'ordre de grandeur des débits prélevés. Ces débits sont généralement faibles. 83 % des ouvrages sont exploités avec des débits inférieurs à 20 m³/h. Seuls deux forages, situés à proximité de Pithiviers, produisent des débits supérieurs à 60 m³/h.

NB : Les quatre paramètres ci-dessus : débit des ouvrages, débit spécifique, profondeur totale des ouvrages et les débits d'exploitation des forages de l'AEP, donnent une indication sur le coût des dommages qui seraient engendrés par la perte d'usage de l'eau, notamment pour l'AEP.





CONCLUSION

Ce travail constitue une première étape pour la réalisation du système d'information à des fins de production de documents d'aide à la décision dans le domaine de la protection et de la gestion des ressources en eau souterraine dans le bassin de l'Essonne.

Il a consisté en une compilation d'un volume important de données extraites des rapports des études antérieures ou en cours (SAGE), à l'Agence Centre du BRGM et à la DDASS. Ces données ont permis de dresser plus de 30 cartes. Seules les plus représentatives (16) d'entre elles ont été présentées dans ce rapport. Les autres seront également utilisées comme cartes de base pour la réalisation de l'outil d'aide à la décision.

D'autres paramètres, ayant un rôle non négligeable sur la vulnérabilité des aquifères, n'ont pas pu être collectés dans le cadre de ce travail, en raison de leur non existence ou de leur non accessibilité en tant qu'information :

- carte de fracturation issue de l'image satellite;
- capacité d'échange cationique du sol;
- perméabilité et taux de matière organique du sol;
- granulométrie et perméabilité de la zone non saturée;
- paramètres hydrodispersifs de la zone saturée;
- porosité cinématique de la nappe;
- localisation et nature des rejets des établissements classés.

Il est bien évident que l'objectif poursuivi ici n'est pas de faire une récolte exhaustive de toutes les données, mais simplement de synthétiser et de mettre en forme le minimum de données nécessaires pour élaborer une méthodologie de travail. Cependant la structure même du système d'information utilisé autorise en permanence l'adjonction de nouveaux paramètres et bien sûr , la mise à jour de ceux déjà pris en compte.

La définition de cette méthodologie et la réalisation des cartes de vulnérabilité, relatives à différents types de pollution (ponctuelle ou diffuse), par traitement cartographique multicritère, feront l'objet des prochaines étapes de ce projet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Atlas hydrogéologique de la Beauce (document BRGM réalisé en 1975 pour l'établissement public de la région Centre).
2. Carte de potentialité des ressources en eau souterraine au 1/500 000 - Consignes pour les futurs programmes hydrauliques - CIEH - Rapport BRGM R18369.
3. Esquisse des caractères hydriques des sols de la région Centre (1/250 000) - Chambre Régionale d'Agriculture de la région Centre.
4. Esquisse des paysages pédologiques du Loiret (1/250 000) - INRA - 1989).
5. Etude quantitative sur modèle mathématique des ressources en eau souterraine des bassins de la Juine et de l'Essonne : 84 AGI 257 IDF.
6. Teneurs en nitrates dans la nappe des calcaires de Beauce - modélisation et prévision - Rapport BRGM 87 SGN 192 EAU.
7. Vulnérabilité des aquifères - recherche de critères cartographiques pertinents - Rapport BRGM R 30890 RHA 4S 90.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Organigramme de caractérisation de la ressource en eau souterraine
- Figure 2 : Limite de la zone d'étude
- Figure 3 : Modèle numérique de terrain
- Figure 4 : Carte géologique
- Figure 5 : Caractéristiques hydriques du sol
- Figure 6 : Carte de l'épaisseur du Burdigalien et des marnes de Blamont
- Figure 7 : Carte de la profondeur de l'eau par rapport au sol
- Figure 8 : Carte piézométrique de la nappe de 1986
- Figure 9 : Carte des perméabilités de la nappe
- Figure 10 : Carte des coefficients d'emmagasinement
- Figure 11 : Carte de l'épaisseur des calcaires
- Figure 12 : Carte des surfaces agricoles en 1988
- Figure 13 : Carte des décharges
- Figure 14 : Carte de la densité des voies de circulation
- Figure 15 : Carte des variations des teneurs en nitrates entre 1971 et 1990
- Figure 16 : Carte des débits spécifiques des ouvrages
- Figure 17 : Carte des débits AEP de 1982

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : liste des données collectées et non présentées dans le texte du rapport.

Annexe 2 : Origine des données acquises.

Annexe 1 : Liste des données collectées et non présentées dans le texte du rapport

- 1 - Répartition de la pluie efficace sur le bassin de l'Essonne.
- 2 - Carte des pentes topographiques
- 3 - Cotes du mur du Burdigalien et des marnes de Blamont
- 4 - Cotes du substratum des calcaires de Beauce
- 5 - Densité du réseau d'assainissement par commune en 1990
- 6 - Carte des surfaces agricoles irriguées en 1988
- 7 - Carte des surfaces agricoles drainées en 1988
- 8 - Carte des surfaces occupées par les céréales et les légumes en 1988
- 9 - Carte de la densité animale par commune en 1988
- 10 - Carte des débits d'irrigation agricoles en 1984
- 11 - Carte de la teneur en nitrates des eaux souterraines en 1971
- 12 - Carte de la teneur en nitrates des eaux souterraines en 1981
- 13 - Carte de la teneur en nitrates des eaux souterraines en 1990
- 14 - Carte des profondeurs des ouvrages
- 15 - Carte des débits des ouvrages
- 16 - Carte des périmètres de protection des ouvrages AEP

Annexe 2 : Origine des données acquises

Paramètre	Origine
- Limites communales	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Modèle numérique de terrain	IGN - BRGM
- Carte géologique	Cartes géologiques au 1/50000 - Malesherbes, Méreville, Pithiviers, Château-Landon, Orléans et Bellegarde du Loiret.
- Caractéristiques hydriques du sol	Esquisse des caractéristiques hydriques des sols de la région Centre - Chambre Régionale d'Agriculture
- Epaisseur du Burdigalien	Données des forages - Agence Centre du BRGM
- Profondeur de la nappe par rapport sol	Agence Centre du BRGM - Orléans
- Piézométrie de la nappe	Agence Centre du BRGM - Orléans
- Perméabilités	Rapport 87 SGN 192 EAU
- Coefficients d'emménagement	Rapport 87 SGN 192 EAU
- Epaisseur des calcaires de Beauce	Agence Centre du BRGM et Rapport BRGM SGL 149 BDP
- Surfaces agricoles en 1988	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Carte des décharges	DDASS
- Densité des voies de circulation	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Variation des teneurs en nitrates des eaux souterraines entre 1971 et 1990	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Débits spécifiques des ouvrages	Agence Centre du BRGM Orléans

- Débits des ouvrages AEP en 1982	Rapport 87 SGN 192 EAU
- Répartition de la pluie efficace sur le bassin de l'Essonne	Rapport BRGM 87 SGN 192 EAU
- Pentés topographiques du bassin	IGN - BRGM
- Mur de Burdigalien et des marnes de Blamond	Agence Centre du BRGM
- Substratum des calcaires de Beauce	Etude hydrogéologique des calcaires de Beauce - Synthèse hydrogéologique et Bilan. Rapport BRGM 1969 SGL 149 BDP
- Densité du réseau d'assainissement par commune en 1990	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Surfaces agricoles irriguées en 1988	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Surfaces agricoles drainées en 1988	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Surfaces occupées en céréales et légumes en 1988	Etude méthodologique SAGE en cours AU BRGM
- Densité animale par commune en 1988	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Débits d'irrigation en 1984	Rapport 87 SGN 192 EAU
- Teneurs en nitrates des eaux souterraines en 1972	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Teneurs en nitrates des eaux souterraines en 1981	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Teneurs en nitrates en 1990	Etude méthodologique SAGE en cours au BRGM
- Profondeurs des ouvrages	Agence Centre du BRGM
- Débits des ouvrages	Agence Centre du BRGM
- Carte des périmètres de protection des ouvrages AEP	DDASS