



MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE



agence de l'eau
rhin - meuse

DOCUMENT PUBLIC

Synthèse cartographique à 1/250.000 des réservoirs aquifères du Bassin Rhin-Meuse

Rapport final

Octobre 1995
Rapport BRGM R 38618



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

1994 - D - 117

BRGM
Service Géologique National
Département Utilisation et Protection de l'Espace Géologique
BP 6009 - 45060 Orléans Cédex 02 - Tél. : (33) 38.64.34.34

BRGM
Service Géologique Régional Alsace
15, rue du Tanin - Lingolsheim
67834 Tanneries cedex
Tél.: 88.77.48.90 - Fax: 88.76.12.26

RESUME

La DIREN Lorraine (DIREN de bassin) et l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM) ont confié au BRGM, dans le cadre de ses actions de Service public, la mission d'actualiser les connaissances sur la géométrie des grands aquifères et leur piézométrie et de les présenter sous forme numérique, exploitable informatiquement afin de les intégrer dans la Banque de l'Eau Rhin-Meuse.

Les réservoirs aquifères concernés sont ceux des nappes des Grès vosgiens, du Dogger, de l'Oxfordien moyen et des Grès du Luxembourg, à l'exclusion de la nappe d'Alsace, qui fait l'objet d'études particulières dans le cadre des programmes CCE Interreg et LIFE. Ces aquifères ont fait l'objet d'une synthèse des cartographies existantes qui ont été mises à jour grâce aux données de forages profonds récemment exécutés. Les données cartographiques ont été numérisées et contrôlées de façon à être cohérentes avec la topographie de l'IGN et les contours de systèmes aquifères déjà numérisés au 1/50.000 d'après les cartes géologiques régulières du BRGM.

Les cartographies résultantes ont été fournies à l'Agence de l'Eau Rhin Meuse sous forme d'un ensemble de couvertures ArcInfo, comprenant pour chaque aquifère les courbes de niveau du toit, du mur et de la piézométrie.

TABLE DES MATIERES

RESUME.....	2
1. INTRODUCTION.....	4
1.1. Objet de la convention.....	4
1.2. Rappel de la consistance des travaux.....	4
Phase 1 : Prise en compte de l'existant.....	4
Phase 2 : Mise à jour de la subsurface.....	4
Phase 3 : Traitement spécifique des affleurements et des zones proches.....	5
Phase 4 : Production des fichiers cartographiques ARCINFO.....	5
2. METHODE DE CARTOGRAPHIE.....	6
2.1. Limites.....	6
2.2. Fond de référence.....	6
2.3. Topographie.....	6
2.4. Etapes dans la réalisation des cartes.....	6
3. PIEZOMETRIE ET GEOMETRIE DES AQUIFERES.....	10
3.1. Grès du Trias inférieur.....	10
3.1.1. Limites lithostratigraphiques.....	10
3.1.2. Origine des données.....	10
3.1.3. Contrôle de cohérence avec les données de la B.S.S.....	11
3.1.4. Traitement des affleurements.....	14
3.1.5. Harmonisation entre surface et subsurface, contrôle de cohérence de la piézométrie.....	15
3.1.6. Principales structures tectoniques.....	15
3.2. Grès du Luxembourg.....	15
3.2.1. Limites lithostratigraphiques.....	15
3.2.2. Origine des données.....	16
3.2.4. Traitement des affleurements.....	19
3.2.5. Harmonisation entre surface et subsurface, contrôle de cohérence de la piézométrie.....	19
3.2.6. Principales structures tectoniques.....	19
3.3. Calcaires du Dogger.....	20
3.3.1. Limites lithostratigraphiques.....	20
3.3.2. Origine des données.....	24
3.3.3. Contrôle de cohérence avec les données de la B.S.S.....	26
3.3.4. Traitement des affleurements.....	27
3.3.5. Principales failles et structures tectoniques.....	27
3.3.6. Harmonisation entre surface et subsurface, contrôle de cohérence de la piézométrie.....	28
3.4. Calcaires de l'Oxfordien.....	28
3.4.1. Limites lithostratigraphiques.....	28
3.4.2. Origine des données.....	28
3.4.4. Traitement des affleurements.....	30
3.4.5. Principales failles et structures tectoniques.....	31
3.4.6. Harmonisation entre surface et subsurface, contrôle de cohérence de la piézométrie.....	31
3. DOCUMENTS FOURNIS.....	32
4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	35

1. INTRODUCTION

1.1. OBJET DE LA CONVENTION

La DIREN Lorraine (DIREN de bassin) et l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM) ont confié au BRGM, dans le cadre de ses actions de Service public, la mission d'actualiser les connaissances sur la géométrie des grands aquifères et leur piézométrie et de les présenter sous forme numérique, exploitable informatiquement afin de les intégrer dans la Banque de l'Eau Rhin-Meuse.

Les réservoirs aquifères concernés sont ceux des nappes des Grès vosgiens, du Dogger, de l'Oxfordien moyen et des Grès du Luxembourg, à l'exclusion de la nappe d'Alsace, qui fait l'objet d'études particulières dans le cadre des programmes CCE Interreg et LIFE. Il est demandé de réaliser en priorité la synthèse de l'aquifère des Grès du Trias inférieur (Grès vosgiens).

La participation financière de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse à la fiche programme de Service public n° 94-D-117 est fixée par une Convention entre l'Agence de l'Eau et le BRGM, notifiée en date du 18 novembre 1994. Le présent rapport constitue le compte rendu final de l'opération.

1.2. RAPPEL DE LA CONSISTANCE DES TRAVAUX

Phase 1 : Prise en compte de l'existant

Cette opération inclut :

- collecter les documents géologiques et hydrogéologiques bruts et synthétiques qui représentent l'état actuel de la connaissance : cartes structurales, cartes piézométriques, cartes géologiques, thèses et mémoires, coupes de forages de référence, données géophysiques ;
- faire une revue des données existantes et une évaluation de leur fiabilité en fonction de l'expérience acquise par le BRGM dans le domaine de l'Eau en Lorraine ;
- préciser à cette occasion les extensions données vers l'aval à la représentation cartographique, en fonction de l'information disponible et des limites de faciès ou de salinité des eaux.

Phase 2 : Mise à jour de la subsurface

Cette phase consiste à :

- compléter et modifier les cartes existantes par l'adjonction des résultats provenant des forages profonds récemment exécutés et éventuellement de mesures faites dans les puits ;
- vérifier la piézométrie (historiques, données synchrones) ;
- convertir les cartes en grilles de travail numériques ;
- superposer la grille topographique IGN de la zone étudiée (MNT au pas de 100 m) ;
- contrôler les premiers résultats issus de la subsurface ;
- confronter les observations géologiques avec les données piézométriques.

Phase 3 : Traitement spécifique des affleurements et des zones proches

Cette phase comprend les opérations suivantes :

- récupérer les contours d'affleurements numérisés à 1/50 000 dans le cadre des fiches programmes Service Public 94D102 et 94D116 ;
- estimer l'altitude du toit et du mur des aquifères à l'affleurement à l'aide du MNT, sans déborder des limites imposées ;
- préparer un fond géologique de contrôle à l'aide des documents existants (travail d'art graphique destiné à aider le géologue à vérifier la pertinence des contours d'isovaleurs : présence de failles, horsts, grabens, buttes et pointements divers) ;
- dessiner et interpoler les courbes et procéder aux contrôles de cohérence altimétrique des différentes surfaces (substratum -à l'aide du fond géologique-, mur, toit, piézométrie, topographie) ;
- procéder aux corrections nécessaires.

Phase 4 : Production des fichiers cartographiques ARCINFO

Les courbes corrigées relatives au mur, au toit, à la piézométrie et à la topographie sont numérisées sur Microstation (Intergraph), puis converties en fichiers ArcInfo. Elles sont ajustées lorsque nécessaire sur les courbes hydrographiques de la BDCarto de l'IGN et les contours administratifs de l'AERM, afin d'assurer la cohérence des couvertures SIG de l'Agence. Trois couvertures ArcInfo constituent donc la base de données relative à chaque aquifère : mur, toit, piézométrie. Ces niveaux d'information relatifs à l'hydrogéologie et la géologie sont géoréférencés ; ils sont directement intégrables dans un SIG et sont cohérents avec les contours des systèmes aquifères cartographiés à 1/50 000 et avec la topographie de l'IGN.

2. METHODE DE CARTOGRAPHIE

2.1. LIMITES

En accord avec l'Agence de l'Eau, les limites devaient tenir compte :

- de l'extension de la Région Lorraine,
- de l'extension du Bassin versant du Rhin et de la Meuse.

Ces limites ont été fournies par l'Agence de l'Eau sous forme de fichiers graphiques et un contour externe prenant en compte l'enveloppe la plus large commune aux deux entités a été créé et adopté pour les 12 cartes. Elles sont identiques à celles qui ont été utilisées pour la carte de l'extension des aquifères, numérisée à 1/50 000 (fig. 1). Toutefois les Grès du Luxembourg ont dû être traités également au nord de la frontière pour des raisons de continuité géologique et hydrogéologique.

2.2. FOND DE REFERENCE

La synthèse utilise un fond géologique à 1/250 000 compilé par le Service Géologique Régional de Lorraine sur un fond géographique dont la mosaïque avait été spécialement préparée par l'I.G.N. en 1982. Il a été étendu à l'ensemble du Bassin Rhin-Meuse, vers l'Est et le Nord-Ouest. Le calage a été fait sur les repères du carroyage des cartes géologiques à 1/50 000 dont les coordonnées sont parfaitement connues dans les différents systèmes de projection et disponibles au BRGM/C3G sous forme numérique.

2.3. TOPOGRAPHIE

La topographie de la surface supérieure de l'aquifère à l'affleurement est obtenue à partir d'un extrait du modèle numérique de terrain (MNT) de l'IGN à la maille de 100 m. (exemples, parties nord et sud, fig. 2). Pratiquement pour l'étude, eu égard à l'échelle de travail et à la surface à couvrir, la maille de 500 m s'est révélée la plus appropriée. Ce MNT est limité au territoire français. Pour les Grès du Luxembourg, il a été fait appel en plus à la carte régulière au 1/250 000 de l'IGN dont les courbes topographiques ont été saisies manuellement.

2.4. ETAPES DANS LA REALISATION DES CARTES

La cartographie a été réalisée en quatre étapes :

Etape 1 : compilation et actualisation des synthèses partielles existantes.

Etape 2 : contrôle de cohérence avec les données ponctuelles de la Banque de données du Sous-Sol.

Etape 3 : traitement des affleurements.

Etape 4 : harmonisation surface-subsurface et contrôle de cohérence avec la piézométrie.

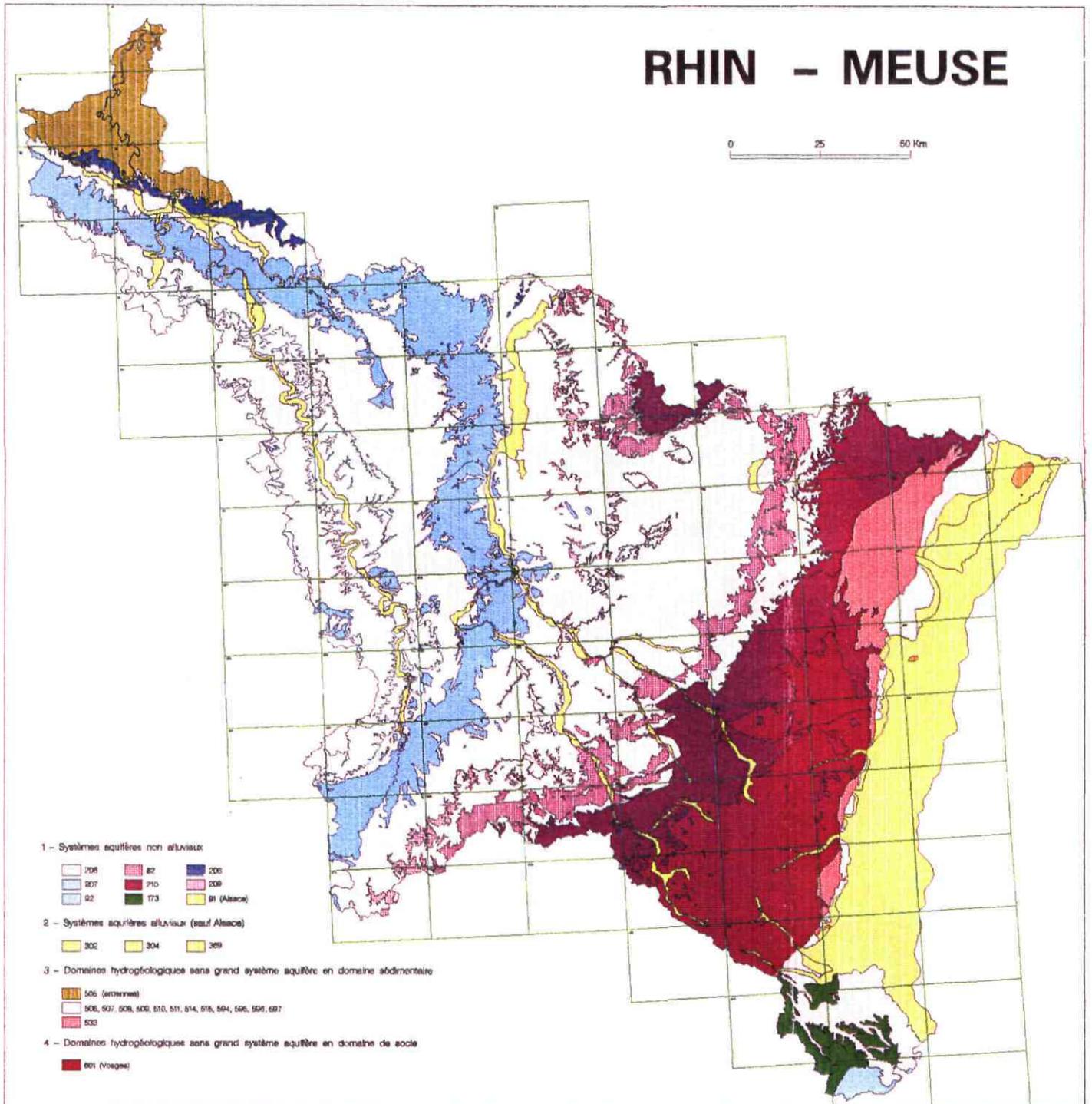


Figure 1

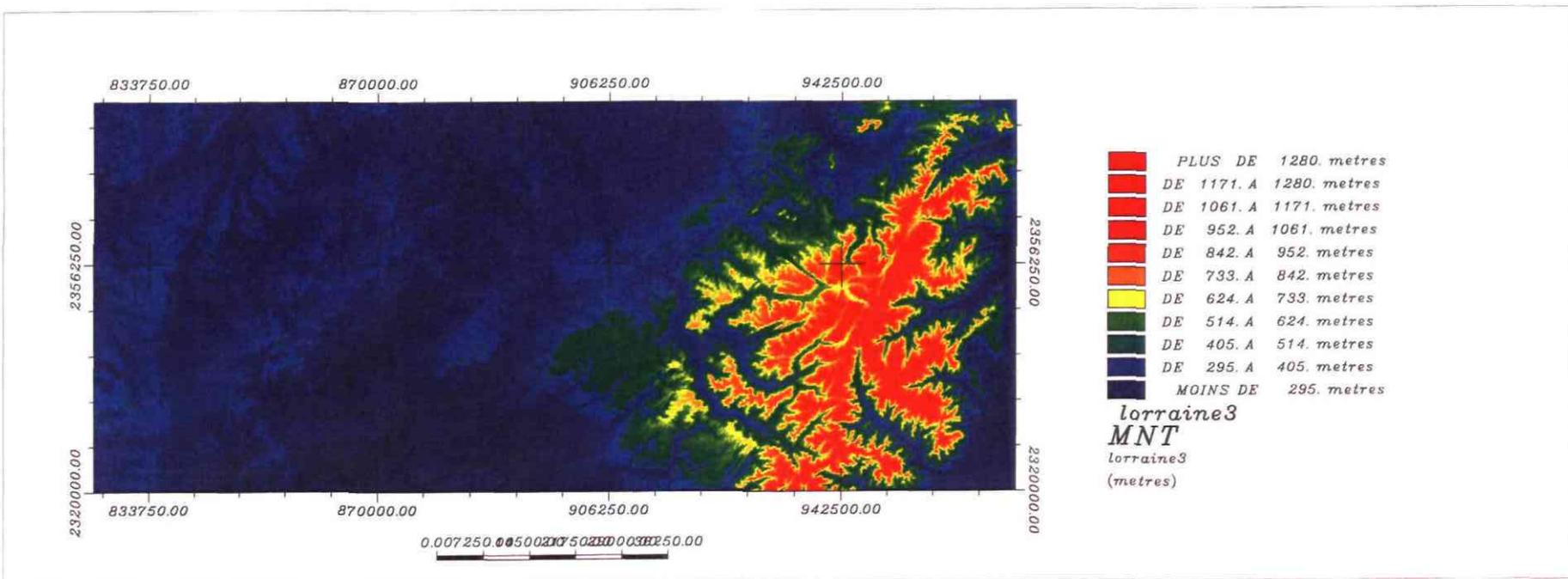
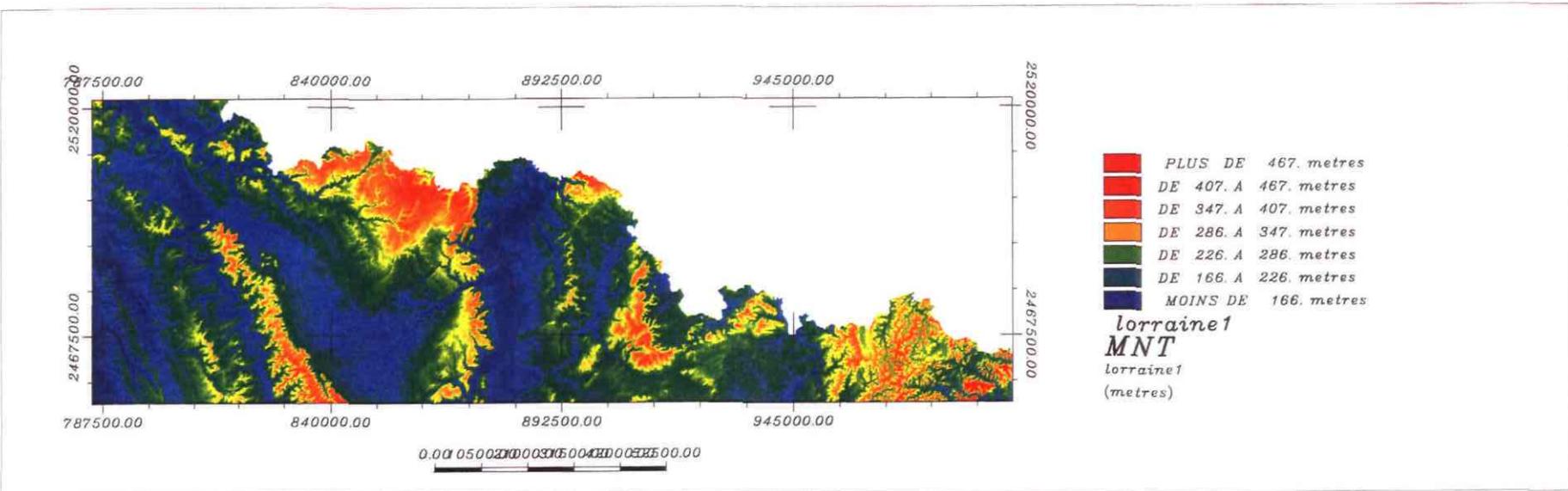


Figure 2

Les informations ont été essentiellement collectées dans les établissements régionaux du BRGM, des DIREN et à l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse. Seuls les travaux de synthèse et les études les plus récentes ont été retenus. On y distingue deux types de données selon qu'elles concernent les caractéristiques générales des aquifères ou leur gestion. La signification des sigles employés est la suivante :

SC : Synthèse complète

SP : Synthèse partielle

Exx : Existence d'une carte à l'échelle xx

***** : Existence d'un modèle informatique

Sim 2100 : Simulation jusqu'en 2100

NC : Non connu

tab : Tableau

3. PIEZOMETRIE ET GEOMETRIE DES AQUIFERES

3.1. GRES DU TRIAS INFERIEUR

3.1.1. Limites lithostratigraphiques

Les grès du Trias Inférieur de Lorraine s'identifient au Buntsandstein. Ils comprennent de la base au sommet :

- **Buntsandstein inférieur**
Couches de Sénones (50-120 m)
- **Buntsandstein moyen**
Conglomérat de Eck (0-10 m)
Grès Vosgien (200 - 400 m)
Conglomérat Principal (10-25 m)
- **Buntsandstein supérieur**
Couches Intermédiaires (50-60 m)
Grès à Voltzia (Grès Argileux ~ 6 m, et Grès à Meules ~ 12 m)

Le mur de l'aquifère est défini par la présence du socle Permien, caractérisé en général par des grès à faible perméabilité ou des dolomies, ou du granite (région de Plombières les Bains). La limite inférieure de l'aquifère correspond à un très fort contraste de perméabilité entre les grès du Trias et le substratum (comme cela a été démontré par le forage de Bitche). Le toit de l'aquifère a été pris au toit des Grès à Voltzia, généralement visés par les forages d'eau, les Grès Coquilliers du Muschelkalk étant très inconstants et pas toujours individualisés.

3.1.2. Origine des données

Les affleurements ont été traités en se référant aux Cartes Géologiques de la France à 1/50 000 selon le tableau d'assemblage suivant (tableau 1) :

		139	140	141	
		165	166	167	168
				197	
			232	233	
		269	270	271	
		305	306		
338	339	340	341		
374	375	376	377		

Tableau 1 - Tableau d'assemblage des cartes géologiques couvrant les affleurements du Buntsandstein

Les cartes structurales ont été réalisées sur la base des documents suivants (tableau 2) :

Toit des grès

- pour la partie est : Coiffait et Ricour (1982), carte structurale à 1/200 000 ;
- pour la partie ouest : Babot (1972) et forages pétroliers.

Mur des grès

- pour l'ensemble de la zone : cartes des isohypses du toit tirée des références ci-dessus et carte des isopaches des Grès du Trias Inférieur dans le Nord-Est de la France (Babot, 1972) ;
- pour la partie ouest : forages pétroliers.

La carte de la piézométrie en eau non salée est tirée des travaux suivants :

- carte à 1/200 000, réalisée dans le cadre des études pour l'ANDRA (Maiaux, 1994) ;
- carte à 1/200 000 tirée de l'étude hydrogéologique de la nappe aquifère des grès infra-triasiques (Babot, 1972) actualisée au 2^{ème} semestre 1992 ;
- actualisation de la région de Vittel et de Phalsbourg en fonction des niveaux mesurés récemment.

Il s'agit d'une piézométrie moyenne des années 1990-1993. La piézométrie évolue de décennie en décennie avec :

- des variations saisonnières à l'affleurement ;
- une dérive dans le temps pour l'aquifère captif et dans le secteur des Houillères pour la partie libre.

3.1.3. Contrôle de cohérence avec les données de la B.S.S

Les différents niveaux stratigraphiques du Trias inférieur sont identifiés dans la B.S.S. par des valeurs qui permettent de les sélectionner (tableau 3).

Synthèse à 1/250 000 des réservoirs du bassin Rhin-Meuse

		GTI	GTI	GTI
		Général	contrexeville mlrecourt	BHL
RESERVOIR				
géométrie	isohypse	*SC E 200 1982 *1988	*SC tableau 1992	*
	isopaque	*SC E 200 1972 *1988	*SC tableau 1992	*
hydrodynamique	perméabilité	*SC	*SC tableau 1992	*
	transmissivité	*SC	*SC tableau 1992	*
	emménagement	*SC	*SC tableau 1992	*
alimentation	précipitations	*SC (avec exutoires)	*SC et drainance	*
	pluies efficaces	*SC	*	*
pédologie	réserve utile	NC	NC	NC
	capacité au champ	NC	NC	NC
échanges surf,soutter		*SC	*	*
piézométrie		*SC E 200 1972 et 92 *1983 1992 Sim1976/85/86	*SC E 25 1990 * 1992	*SC E50 1990
qualité globale.Vulnérabilité		SC E 250 1990/92	*SC E 50 1988/86	*SC E100 1990/92
prélèvements	AEP	*SC 1868 à 83	*SC 1957 à1991	*
	AEI	*SC 1868 à 83	*SC 1957 à1991	*
	AEA		*SC 1957 à1991	*
	Matériaux			
GESTION				
utilisateurs		*	*SC	*
bilan besoin.ressources		NC	*SC ->2050	SC 1991
prévisions	quantitatives	Sim 2000	* Sim 1957 à 2050	
	qualitatives	NC	* Sim 1957 à 2050 (salinité)	* Zones à risques E25 1992 *Sim pour 700 ans
structure particulière		NC	DL 1935/1981	DL 1935/1981 et groupe de travail
REFERENCES		K88,K30,K72, K77 , K78 du BRGM Nancy	K98 du BRGM Nancy	K97.K92, K100 du BRGM Nancy

Tableau 2 - Principaux documents de synthèse sur l'aquifère des Grès du Trias Inférieur de Lorraine

564				Toit du Trias
594			Toit du Muschelkalk	
606		Toit du Muschelkalk inf.		
612	Toit des Grès à Voltzia	Toit du Buntsandstein sup.	Toit du Buntsandstein	
618	Base des Couches intermédiaires	Toit du Buntsandstein moy.		
624	Base du Grès Vosgien (et Cg. de Eck)	Toit du Buntsandstein inf.		
630	Base des Couches de Sénones	Base du Buntsandstein inf.	Base du Buntsandstein	Base du Trias Toit du Permien
654				Toit du Houiller
714				Base du Houiller
864				Base du Primaire

Tableau 3 - Codes stratigraphiques du Trias inférieur et des étages adjacents dans la B.S.S.

Le nombre de sondages, forages ou puits inventoriés dans la base de données est d'autant plus élevé que les affleurements sont proches et le niveau stratigraphique facile à atteindre. C'est ainsi que la plupart des ouvrages captent le toit des grès, mais peu en atteignent la base (tableau 4). La cote de la surface correspondant à un repère stratigraphique est donnée soit par la base de la formation sus-jacente, soit par le sommet de la formation sous-jacente. Lorsque la formation sous-jacente a été atteinte, la cote de son toit est la bonne (cas du toit des Grès à Voltzia). La cote du mur peut être donnée par défaut si la formation n'a pas été intégralement traversée. C'est le cas le plus souvent pour la base du Trias. Dans ce cas les cotes données pour le sommet du Permien sont plus fiables mais peuvent concerner des ouvrages forés dans le socle juste en amont des affleurements du Trias.

Formation	Code B.S.S.	Nombre de points	Nombre Utilisé
Base du Muschelkalk	612	825	
Toit des Grès à Voltzia	612	825 + 677	1502
Base des Couches intermédiaires	618	678 + 641	1319
Base des Grès vosgiens	624	674	674
Base du Trias	630	216	
Toit du Permien	630	290	290
Base du Permien	654		

Tableau 4 - Données de B.S.S. utilisées pour le contrôle de la cartographie structurale

Des compléments ou des corrections sur les travaux de synthèse précédents ont été faits en tenant compte de la convergence des valeurs de cotes mesurées et des réserves formulées ci-dessus. Il n'a pas été noté de divergences fondamentales entre les différentes sources d'information.

3.1.4. Traitement des affleurements

Les limites externes de l'aquifères sont *in fine* celles du SIG Rhin-Meuse telles qu'utilisées pour la numérisation des systèmes aquifères à 1/50 000 sauf au sud de la limite du Bassin, pour la partie située encore en Lorraine.

Les affleurements ont été l'objet de trois interventions successives :

- **Contrôle et correction des limites et des failles** données par la carte géologique synthétique à 1/250 000 du SGR Lorraine avec harmonisation des limites adoptées sur tout le territoire de l'étude.
- Pour cela les tracés ont été systématiquement critiqués et amendés en se référant aux différentes cartes géologiques à 1/50 000 (tableau 1). Cet exercice a confirmé la qualité d'un certain nombre de cartes (ex : Nancy) et les lacunes notoires de certaines autres, notamment Lunéville. Toit et mur stratigraphiques ont été clairement distingués.
- **Estimation et tracé des courbes isohypses du toit et du mur** à l'intérieur des contours géologiques en accord avec la topographie :

En terme d'aquifère, le toit correspond à la surface topographique et à la surface d'érosion de la formation à l'affleurement. L'aquifère se pince alors en un prisme dont l'épaisseur varie de la puissance nominale à 0. La cote du toit, en amont du recouvrement par le Muschelkalk est la cote topographique. Le toit est indéfini dans les zones où les grès disparaissent par érosion.

Le mur tient compte des failles cartographiées à l'affleurement et se prolonge en amont jusqu'à la ligne d'épaisseur nulle où la cote à l'affleurement doit respecter la cote topographique.

Ces opérations ont successivement fait intervenir :

- le M.N.T. de l'I.G.N. pour la Lorraine,
 - un traitement et un report informatiques des courbes altimétriques et des données pré-digitalisées sous G.D.M.®,
 - un report et une mise en conformité manuelle de l'ensemble,
 - une incorporation à la base de données Intergraph®.
- **Assemblage sous Microstation** des limites digitalisées au 1/50 000 et des limites complémentaires au sud-ouest du Bassin Rhin-Meuse.

3.1.5. Harmonisation entre surface et subsurface, contrôle de cohérence de la piézométrie

Enfin, pour restituer une information aussi continue que possible, nous avons procédé au contrôle et à l'harmonisation des représentations dans les zones de jonction entre les affleurements et la profondeur.

La représentation de la piézométrie été contrôlée et corrigée sur trois aspects :

- cohérence en nappe libre avec la surface topographique et le mur ;
- continuité des courbes et gradients, spécialement dans les zones de passage de la nappe libre à la nappe captive
- courbes limitées par l'enveloppe de l'aquifère.

3.1.6. Principales structures tectoniques

Les principales structures classiquement décrites en Lorraine : anticlinaux et synclinaux d'extension régionale, ont été soulignées et nommées sur les cartes du toit et du mur en se référant aux isohypses de ces deux niveaux :

- synclinal du Luxembourg,
- synclinal de Neunkirchen,
- anticlinal de Lorraine,
- synclinal de Sarreguemines.

3.2. GRES DU LUXEMBOURG

3.2.1. Limites lithostratigraphiques

L'aquifère des Grès du Luxembourg, ou "nappe des grès du Lias inférieur", correspond à un corps gréseux diachrone comprenant :

- les Grès d'Hettange dans la localité type au SE ;
- des corps gréseux de plus en plus récents vers le NO qui incluent par exemple les grès du Rossignol (Hettangien basal) les grès de Metzert (Hettangien), les grès d'Orval et de Florenville (Sinémurien), les grès de Virton (Lotharingien).

Les limites de la carte géologique qui ont été adoptées sont les suivantes :

- à l'est : Grès d'Hettange et Grès du Luxembourg ;
- jusque vers long. 3°30' : Grès d'Hettange, grès du Luxembourg (11b) + calcaire à gryphées (12a) + Lotharingien (12b, 12c) ;
- de long. 3°30' à 2°50' : Sinémurien (12a, 12b), Lotharingien (12c), Pliensbachien (13a, 13b) ;
- à l'ouest de Carrignan (2° 50') : mêmes formations sauf le Sinémurien inférieur (12a).

Ce corps aquifère prend la forme d'un "muscle" qui possède son maximum de développement dans la région centrale des affleurements. Il correspond dynamiquement à un prisme rétrogradant pendant la transgression du Lias (fig. 3, d'après Allouc et Hanzo, *in* Synthèse du Bassin de Paris).

Les limites imperméables de l'aquifère sont :

- au toit, des marnes d'âge sinémurien dont la marne de Strassen, les schistes d'Ethe, ou marnes à *Z. nummismalis* ;
- au mur, les marnes de Warcq ou de Jamoignes, ou les marno-calcaires à la base des grès d'Hettange.

3.2.2. Origine des données

Les affleurements ont été traités en se référant aux Cartes Géologiques de la France à 1/50 000 selon le tableau d'assemblage suivant (tableau 5) :

	40				
52	53				
68	69				
86	87	88			91
	110	111	112	113	114
	134	135	136	137	138

Tableau 5 - Tableau d'assemblage des cartes géologiques couvrant les affleurements des Grès du Luxembourg

Le tableau 6 donne la nature des études de synthèse disponibles sur cet aquifère. Les cartes structurales ont été réalisées essentiellement à partir d'une étude faite pour l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (Bouly, 1977, ENSG) :

Toit et mur des grès

Les cartes sont faites à partir des données de forages qui précisent les cotes du toit et du mur du faciès gréseux (Bouly, 1977, annexe VI). Une dizaine d'autres forages ont été extraits de la "Banque du sous-sol".

Carte de la piézométrie en eau douce

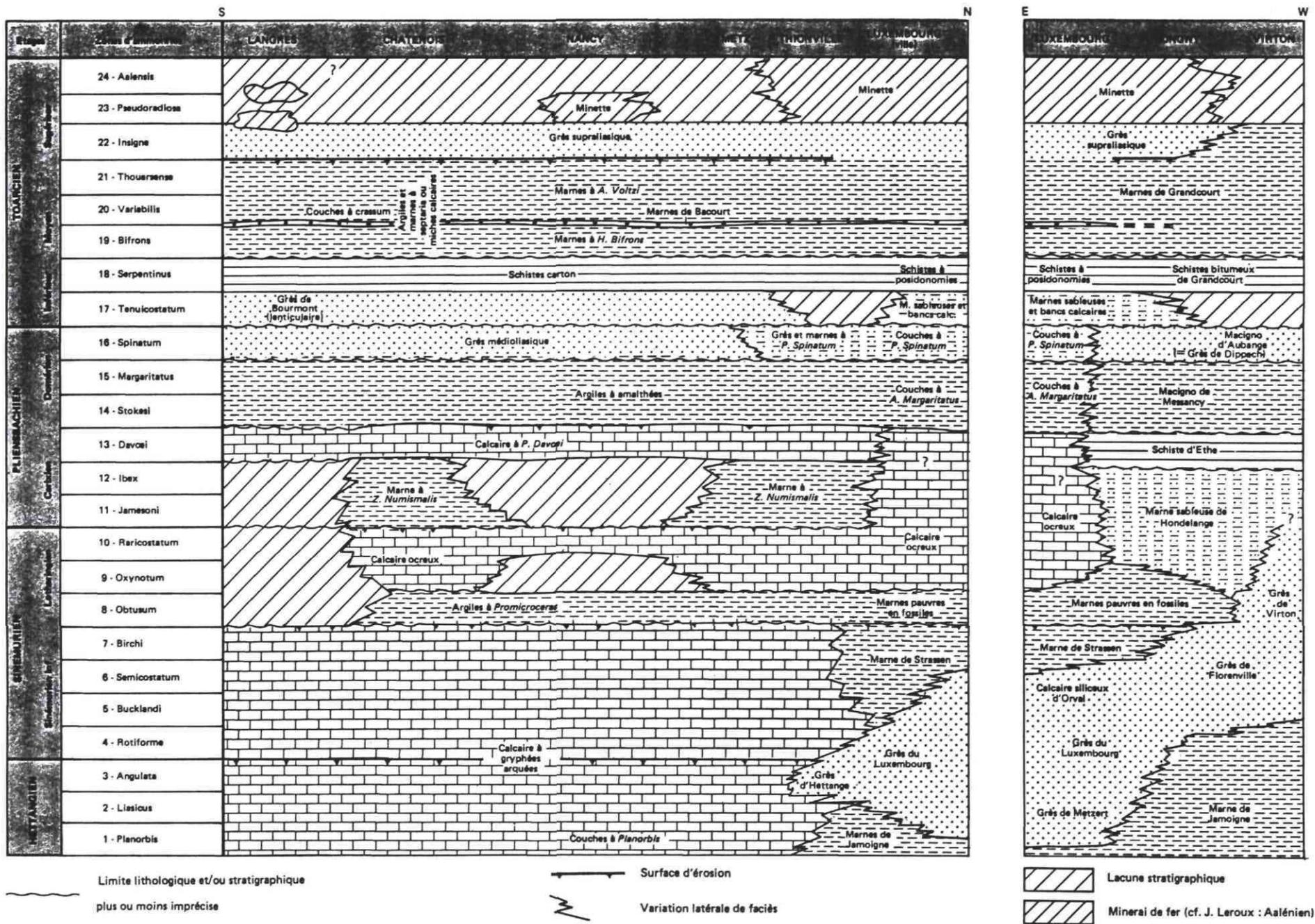
La carte donne la limite de l'aquifère productif et la limite eau douce/eau salée.

La plupart des mesures proviennent d'une campagne de mai 1977 (Bouly, 1977, annexe VI). La piézométrie établie diffère de celle du rapport par la prise en compte du drainage par les cours d'eau.

La carte donne la piézométrie des années 80. On ne sait pas si elle sera affectée d'une dérive dans le temps. Un suivi en a été proposé dans le cadre du SDAGE.

Il n'y a aucune donnée en nappe captive, si ce n'est parfois "forage sec".

Figure 3



4.4 — Répartition stratigraphique des formations liasiques en Lorraine (J. ALLouc et M. HANZO).

		LIAS	LIAS
		<i>Grès du Luxembourg</i>	<i>Ardennes</i>
RESERVOIR:			
<u>géométrie</u>	isohypse	SC E100 1977	NC
	isopaque	SC E250 1977	NC
<u>hydrodynamique</u>	perméabilité	SP tab 1977	NC
	transmissivité	SP tab 1977	NC
	emmagasinement	SP tab 1977	NC
<u>alimentation</u>	précipitations	NC	NC
	pluies efficaces	NC	NC
<u>pédologie</u>	réserve utile	NC	NC
	capacité au champ	NC	NC
<u>échanges surf.soutter</u>		NC	NC
<u>piézométrie</u>		SC E250 1977 SC E100 1977	SC E100 1977
<u>qualité globale</u> <u>Vulnérabilité</u>		SP tab 1977	NC
<u>prélèvements</u>	AEP	SP tab 1977	NC
	AEI	SP tab 1977	NC
	AEA	SP tab 1977	NC
	Matériaux		
GESTION:			
<u>utilisateurs</u>		NC	NC
<u>bilan besoin ressources</u>		NC	NC
<u>prévisions</u>	quantitatives	NC	NC
	qualitatives	NC	NC
<u>structure particulière</u>		NC	NC
REFERENCES		B14 BRGM Nancy	B14 BRGM Nancy

Tableau 6 -

3.2.4. Traitement des affleurements

Les limites externes de l'aquifères sont celles du SIG Rhin-Meuse pour la partie française. Au nord, les limites sont extraites manuellement des cartes géologiques. Les limites du toit et du mur à l'affleurement résultent donc de l'assemblage des deux.

Les affleurements ont été l'objet de trois interventions successives :

- **Contrôle et correction des limites et des failles** : les tracés ont été systématiquement critiqués et amendés en se référant aux différentes cartes géologiques à 1/50 000 (tableau ..). Toit et mur stratigraphiques ont été clairement distingués.
- **Estimation et tracé des courbes isohypses du toit et du mur** à l'intérieur des contours géologiques en accord avec la topographie :

Ces opérations ont successivement fait intervenir :

- le M.N.T. de l'I.G.N. pour la Lorraine,
 - les cartes topographiques au 1/250 000 pour les zones transfrontalières,
 - un traitement et un report informatiques des courbes altimétriques et des données pré-digitalisées sous G.D.M.®,
 - un report et une mise en conformité manuelle de l'ensemble,
 - une incorporation à la base de données Intergraph®.
- **Assemblage sous Intergraph** des limites digitalisées au 1/50 000 et des limites complémentaires au sud-ouest du Bassin Rhin-Meuse.

3.2.5. Harmonisation entre surface et subsurface, contrôle de cohérence de la piézométrie

Enfin, pour restituer une information aussi continue que possible, nous avons procédé au contrôle et à l'harmonisation des représentations dans les zones de jonction entre les affleurements et la profondeur.

- cohérence en nappe libre avec la surface topographique et le mur ;
- courbes limitées par l'enveloppe de l'aquifère.

Il n'y a aucune donnée en nappe captive. La représentation de la piézométrie été corrigée dans sa partie occidentale dans les limites d'existence des données (courbes à 225, 200, 170 et 160 m). La carte donne l'extension de l'aquifère potentiel et celle de l'eau non salée.

3.2.6. Principales structures tectoniques

Les failles, orientées NE-SW sont présentes principalement à l'est et soulignent le Synclinal du Luxembourg. D'un point de vue infographique, elles sont communes avec celles du Trias.

3.3. CALCAIRES DU DOGGER

3.3.1. Limites lithostratigraphiques

Les calcaires du Dogger constituent un aquifère à la géométrie complexe due à l'interdigitation des faciès à potentiel réservoir (calcaires plus ou moins grenus ou fracturés) et des faciès imperméables ou semi-perméables marneux.

En effet, la carte des faciès au toit du Bathonien, tirée de la Synthèse géologique du Bassin de Paris (fig. 4, d'après Dubois et Yapaudjian, 1979) montre en Champagne et en Lorraine l'existence d'un passage latéral vers l'ouest de faciès de lagon (calcaires fin ou peu poreux) à des faciès de barrière (calcaires grenus) puis à des marnes de plate-forme externe. La paléogéographie de l'époque dessinait un arc de cercle avec pour conséquence au Bathonien la présence de calcaires dans le nord et le sud du domaine étudié et de marnes au centre.

D'un point de vue stratigraphique, ceci se traduit verticalement par une extension variable vers le haut des calcaires, purement bajociens au centre, puis intéressant une part de plus en plus grande du Bathonien vers le nord et le sud, jusqu'au dépôt de la "dalle nacrée" à la base du Callovien. La principale anomalie dans la répartition des ensembles calcaires est la progradation du nord vers le sud au cours du Bathonien d'une langue calcaire dite "Dalle d'Etain" qui se développe aux dépens des Marnes à Rhynchonelles (fig. 5).

Le mur de l'aquifère est défini par la présence des marnes du Toarcien ou des marnes micacées du Bajocien.

Le toit de l'aquifère a été pris à la base des Caillasses à *Anabacia* c'est à dire au toit du Bajocien, ou au toit des calcaires bathoniens si le faciès se poursuit. Dans la zone de superposition de la dalle d'Etain et des calcaires bajociens où ces deux ensembles sont séparés par un intervalle marneux, il n'était toutefois pas possible de cartographier simultanément les deux. La continuité du toit du Bajocien a été privilégiée et celui de la dalle d'Etain prend le relais lorsque la série calcaire devient continue. On notera que ce raccord est cartographiquement assez aisé, la Dalle d'Etain ne tenant au Bathonien calcaire que par un pédoncule assez ténu.

La coupe des faciès réservoirs dans le Bassin de Paris au Dogger (fig. 6) confirme la complexité de la répartition de ces corps qui font en fait du Dogger un système multicouche.

Jurassique moyen

ECORCHÉ DES FACIÈS AU SOMMET DE LA SÉQUENCE 3
(proche de la limite Bathonien - Callovien)

Par P. Dubois et L. Yapaudjian (1979), d'après documents SNEA (P)

Bureau de recherches géologiques et minières

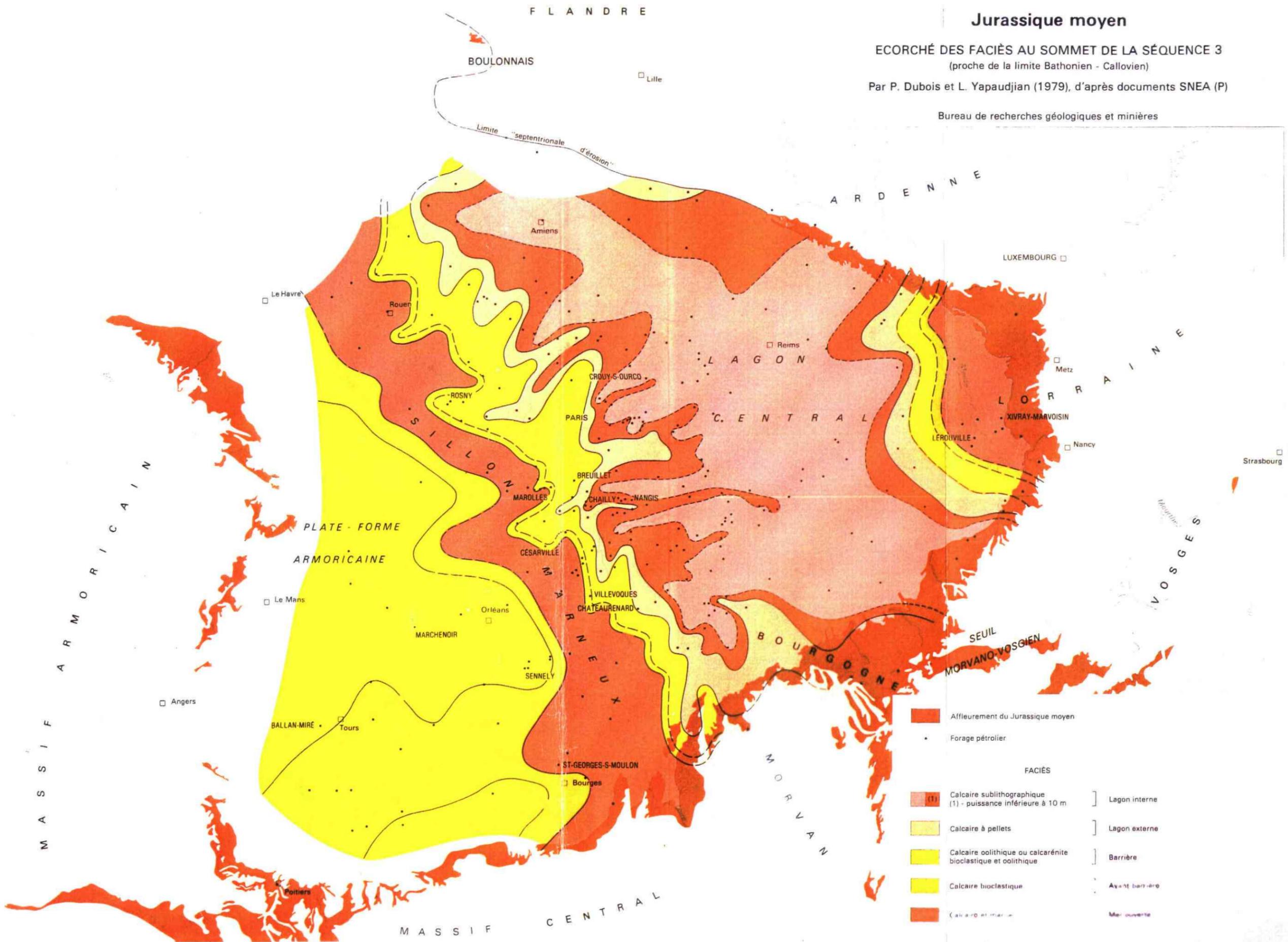


Figure 4 -

Figure 5 -



5.9. — Jurassique moyen de la Lorraine : de la Marne (Chaumont) à la Meuse (Mézières) (J. Le Roux).

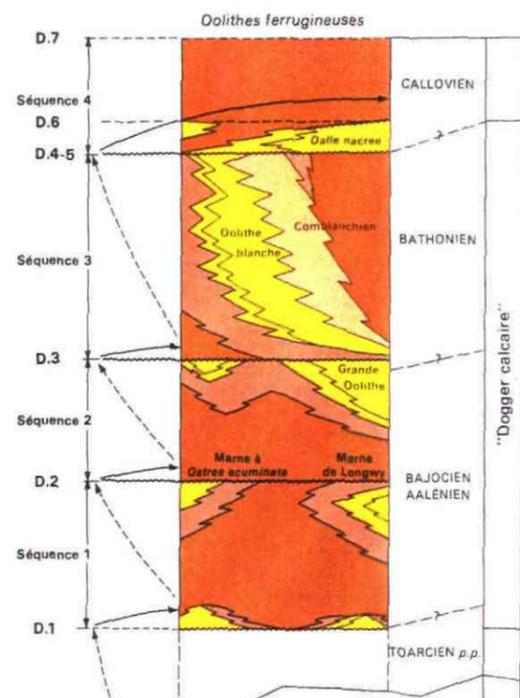
Synthèse à 1/250 000 des réservoirs du bassin Rhin-Meuse

Jurassique moyen

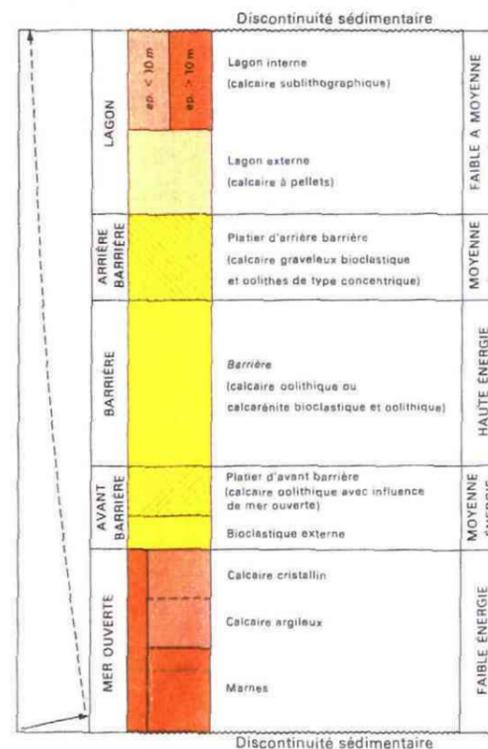
MILIEU DE DÉPÔT, SÉQUENCES ET ORGANISATION SÉDIMENTAIRE
Par P. Dubois et L. Yapaudjian (1979), d'après documents SNEA (P)

Bureau de recherches géologiques et minières

1 - Disposition séquentielle type du "Dogger calcaire"

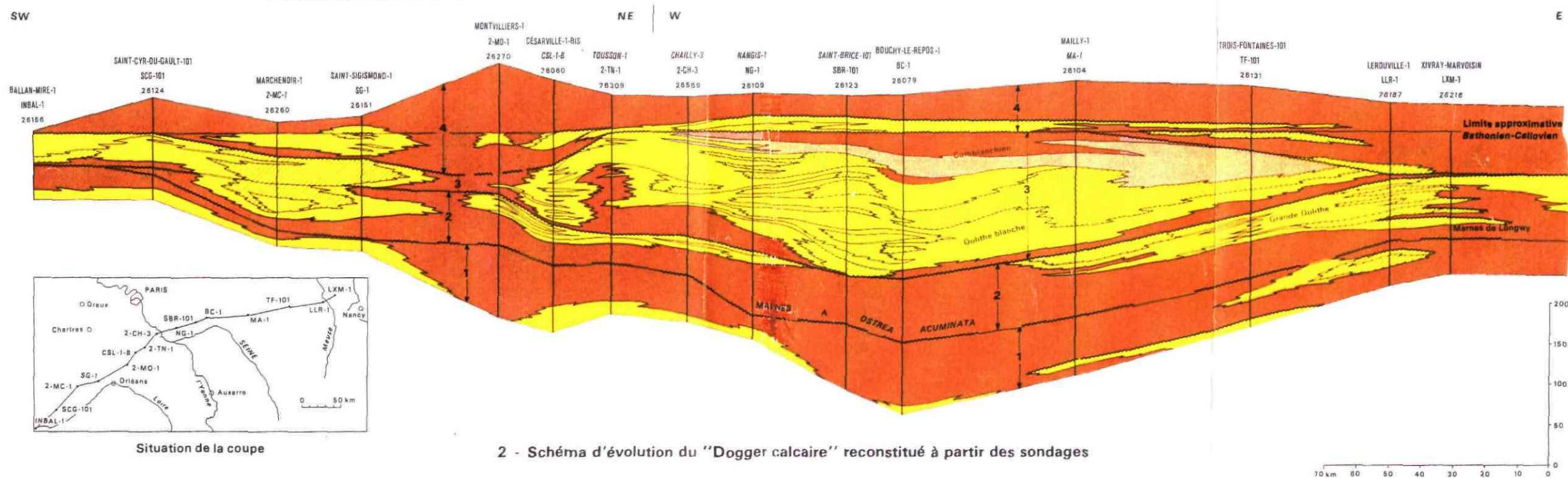


1b - Succession des principales unités séquentielles



1a - Séquence unitaire virtuelle

D.1 à D.7 Repères diagraphiques
1 à 4 Séquences de dépôt
--- Principales discontinuités sédimentaires



2 - Schéma d'évolution du "Dogger calcaire" reconstitué à partir des sondages

Figure 6 -

3.3.2. Origine des données

Les affleurements ont été traités en se référant aux Cartes Géologiques de la France à 1/50 000 selon le tableau d'assemblage suivant (tableau 7) :

68	69				
86	87	88			
	110	111	112	113	
	134	135	136	137	
		161	162	163	164
		191	192	193	194
		227	228	229	230
		265	266	267	
		301	302	303	
			337		

Tableau 7 - Tableau d'assemblage des cartes géologiques couvrant les affleurements du Dogger

Toit et mur des calcaires : les cartes ont été réalisées sur la base des documents suivants (tableau 8) :

BRGM - DSCR (1967) - Esquisse structurale du toit du Minerais de fer (Toarcien), feuilles Audun le Roman et Etain (1967) : carte à 1/20 000.

Bouly, 1976, ENSG - Etude des possibilités de captage des eaux souterraines du Dogger dans la région de l'Esch et du Terrouin : carte à 1/50 000.

Bouly, 1978, ENSG - Possibilité d'exploitation du réservoir aquifère du Dogger dans les Ardennes et le Nord de la Meuse : carte à 1/50 000.

Steiner, 1977, SRAEL - Carte structurale des aquifères du Dogger. Liaisons avec les sources : carte à 1/50 000.

Forages du de la B.S.S. et, pour la partie ouest, forages pétroliers.

La carte de la piézométrie en eau non salée est tirée des travaux suivants :

- levés piézométriques de 1907 à 1990 ;
- carte à 1/250 000, réalisée dans le cadre des études pour l'ANDRA (Maiaux, 1994).

Synthèse à 1/250 000 des réservoirs du bassin Rhin-Meuse

		Dogger	Dogger	Dogger	Dogger	Dogger
		Général	Ferrifère	Plateau de haye	Neufchateau	Aroffe
RESERVOIR						
géométrie	isohypse	SC 1982 Dept Haut-Rhin	*SC E50 1977 E200 1980	SC E200 1980 E50 1980 E25 1972	SC E200 1980 E50 1977	SC E200 1980
	isopaque	NC	*SC E50 1977	NC	NC	NC
hydrodynamique	perméabilité	NC	*	NC	NC	NC
	transmissivité	SC E250 1978 tab1978	*	NC	NC	NC
	emménagement	NC	*	NC	NC	NC
alimentation	precipitations	NC	*	NC	NC	NC
	pluies efficaces	NC	*	NC	NC	NC
pédologie	réserve utile	NC	NC	NC	NC	NC
	capacité au champ	NC	NC	NC	NC	NC
échanges surf-soutier		SP (tracages) SC E200 1977 SC E500 (Lorraine) 1986 ; (Dept55) Annuaire Piezo 1980 SC E100 1976	*	tracages 1980	NC	Tracages 1980
piézométrie		SC E200 1977 SC E 250 1990/92	* 1985 Vuiné. 5°E50 197	NC	SC E100, Tab 1976	SC Tableau 1979
prélèvements	AEP	NC	*	NC	NC	NC
	AEI	NC	*	NC	NC	NC
	AEA	NC	*	NC	NC	NC
	Matériaux					
GESTION						
utilisateurs		NC	*	NC	NC	NC
bilan besoin ressources		NC	NC	NC	NC	NC
prévisions	quantitatives	NC	* Piezométrie 1985	NC	NC	NC
	qualitatives	NC	NC	NC	NC	NC
structure particulière		NC	NC	NC	NC	NC
REFERENCES		B13 B36 B21 B64 BRGM Nancy E11484 ,4346 , 7110 SGRA 9331	J33,J52,B36,J49 BRGM Nancy	B36.E11 BRGM Nancy, ENSG 4082 AERM	B36 BRGM Nancy 4382 , 5009 AERM	E22.B36 BRGM Nancy

Tableau 8 - Principaux documents de synthèse sur l'aquifère du Dogger de Lorraine

Il s'agit d'une piézométrie moyenne interannuelle issue de données disparates en l'absence d'un suivi de la nappe. La première carte synthétique date de 1976 et donne l'allure générale de la piézométrie. Il n'y a pas eu de nouvelles campagnes de mesures. Il apparaît évident que cette piézométrie était fortement influencée par les exhaures des mines de fer. Dans ces zones, elle ne sera plus valable dans les années futures du fait de l'ennoyage des mines de fer au nord depuis 1993.

La carte fournie a été obtenue par compilation de cartes existant sur plusieurs secteurs à différentes époques (tableau 8). Les données en nappe captive sont pratiquement inexistantes et le tracé fourni, hypothétique. Néanmoins, le sens d'écoulement général est vers le nord dans la partie captive. Cette carte apparaît en désaccord avec les cartes au 1/100 000 de l'Agence de l'Eau (1976) car ces cartes comportent plusieurs nappes perchées ; la piézométrie que nous avons retenue est celle de la nappe de base décrite au 1/250 000 en n'admettant aucune alimentation dans sa partie captive. Il existe une autre carte de l'Agence au 1/500 000, déduite de celle de 1976 qui pose donc les mêmes problèmes.

3.3.3. Contrôle de cohérence avec les données de la B.S.S.

Les différents niveaux stratigraphiques du Dogger sont identifiés dans la B.S.S. par des valeurs qui permettent de les sélectionner (tableau 9).

Le nombre de sondages, forages ou puits inventoriés dans la base de données est de 310 pour le toit du Bajocien et de 207 pour le toit du Bathonien.

Compte tenu du diachronisme des faciès calcaires, deux cartes de contrôle donnant les points de mesure et l'altitude respectivement du toit du Bajocien et du toit du Bathonien ont été tracées. Des compléments ou des corrections sur les travaux de synthèse précédents ont été faits en tenant compte de la convergence des valeurs de cotes mesurées.

450		Toit du Callovien	Toit du Dogger
468	Toit du Bathonien supérieur	Toit du Bathonien	
474	Toit du Bathonien moyen		
480	Toit du Bathonien inférieur		
486	Toit du Bajocien supérieur	Toit du Bajocien	
492	Toit du Bajocien moyen		
498	Toit du Bajocien inférieur		
504		Toit de l'Aalénien	
510			Base du Dogger

Tableau 9 - Codes stratigraphiques du Dogger dans la B.S.S.

Comme les données de la B.S.S. sont parfois rares ou peuvent être elles-mêmes entachées d'erreur, un retour aux cartes géologiques au 1/50 000 a été fait chaque fois que cela a été nécessaire. En particulier la cohérence des rejets au droit des grandes failles comme la faille de Vittel dont le rejet vertical est en définitive très faible, a été vérifiée. La carte finale a été corrigée manuellement en tenant compte de l'un ou de l'autre des horizons stratigraphiques selon la région, comme il a été expliqué plus haut.

3.3.4. Traitement des affleurements

Les limites externes de l'aquifère sont celles du SIG Rhin-Meuse.

L'estimation et le tracé des courbes isohypses du toit et du mur à l'intérieur des contours géologiques en accord avec la topographie ont été faits à l'aide du MNT à la maille de 500 m comme pour les autres cartes.

Ces opérations ont successivement fait intervenir :

- le M.N.T. de l'I.G.N. pour la Lorraine,
- un traitement et un report informatiques des courbes altimétriques et des données pré-digitalisées sous G.D.M.®,
- un report et une mise en conformité manuelle de l'ensemble,
- une incorporation à la base de données Intergraph®.

3.3.5. Principales failles et structures tectoniques

Le gros travail pour l'aquifère du Dogger a concerné le réseau important de failles qui président au fonctionnement du système jurassique :

- D'un point de vue infographique, validation et duplication des failles communes avec les étages précédents, notamment le Trias, en les corrigeant légèrement parfois, puis sélectionner celles qui intéressaient le Jurassique moyen.
- Opérer un retour aux cartes géologiques à 1/50 000 pour déterminer sans ambiguïté la position, le sens du rejet vertical et compléter la première ébauche par l'ajout de failles supplémentaires reportées par leurs coordonnées dans le carroyage des cartes à 1/50 000 sur le tracé à 1/250 000.
- Ajuster réciproquement sous Intergraph les contours du SIG et le réseau de failles lorsque les fermetures des contours géologiques se font sur faille.

Une part du travail a été faite sur le calque, une part importante des corrections finales a été faite directement sous Intergraph.

3.3.6. Harmonisation entre surface et subsurface, contrôle de cohérence de la piézométrie

Enfin, pour restituer une information aussi continue que possible, nous avons procédé au contrôle et à l'harmonisation des représentations dans les zones de jonction entre les affleurements et la profondeur. La représentation de la piézométrie été contrôlée et corrigée sur deux aspects :

- cohérence en nappe libre avec la surface topographique et le mur ;
- courbes limitées par l'enveloppe de l'aquifère.

3.4. CALCAIRES DE L'OXFORDIEN

3.4.1. Limites lithostratigraphiques

L'aquifère est situé dans les calcaires dits de "L'Argovo-Rauracien". En fait il s'agit principalement des calcaires récifaux de l'Oxfordien moyen (fig 7, d'après Marchand et Menot in Synthèse géologique du Bassin de Paris). Cette formation comprend, comme on peut le voir à l'affleurement et dans les forages récents des formations coralliennes, des calcaires fins ou biodétritiques, des corps sableux à pellets et protoolithes. L'extension des corps sableux est localisée et la porosité secondaire développée dans les masses coralliennes reste close et non connectée. Cet aquifère a donc la réputation :

- d'une faible perméabilité en profondeur ;
- d'une bonne perméabilité à proximité des affleurements due principalement à la décompression et à l'intense microfissuration des calcaires.

Notons que sur le pourtour du bassin de Paris, les calcaires périrécifaux en général se présentent dans les champs avec une altération un peu crayeuse qui leur confère de bonnes propriétés d'absorption d'eau favorables à l'agriculture. On y trouve assez souvent des terres à blé.

Le mur de l'aquifère est défini par la présence des Argiles de la Woèvre (Oxfordien inférieur) ou des calcaires marneux et argiles (Terrain à Chailles) de la base de l'Oxfordien moyen.

Le toit de l'aquifère est marqué par les argiles à *Ostrea deltoidea* de l'Oxfordien supérieur.

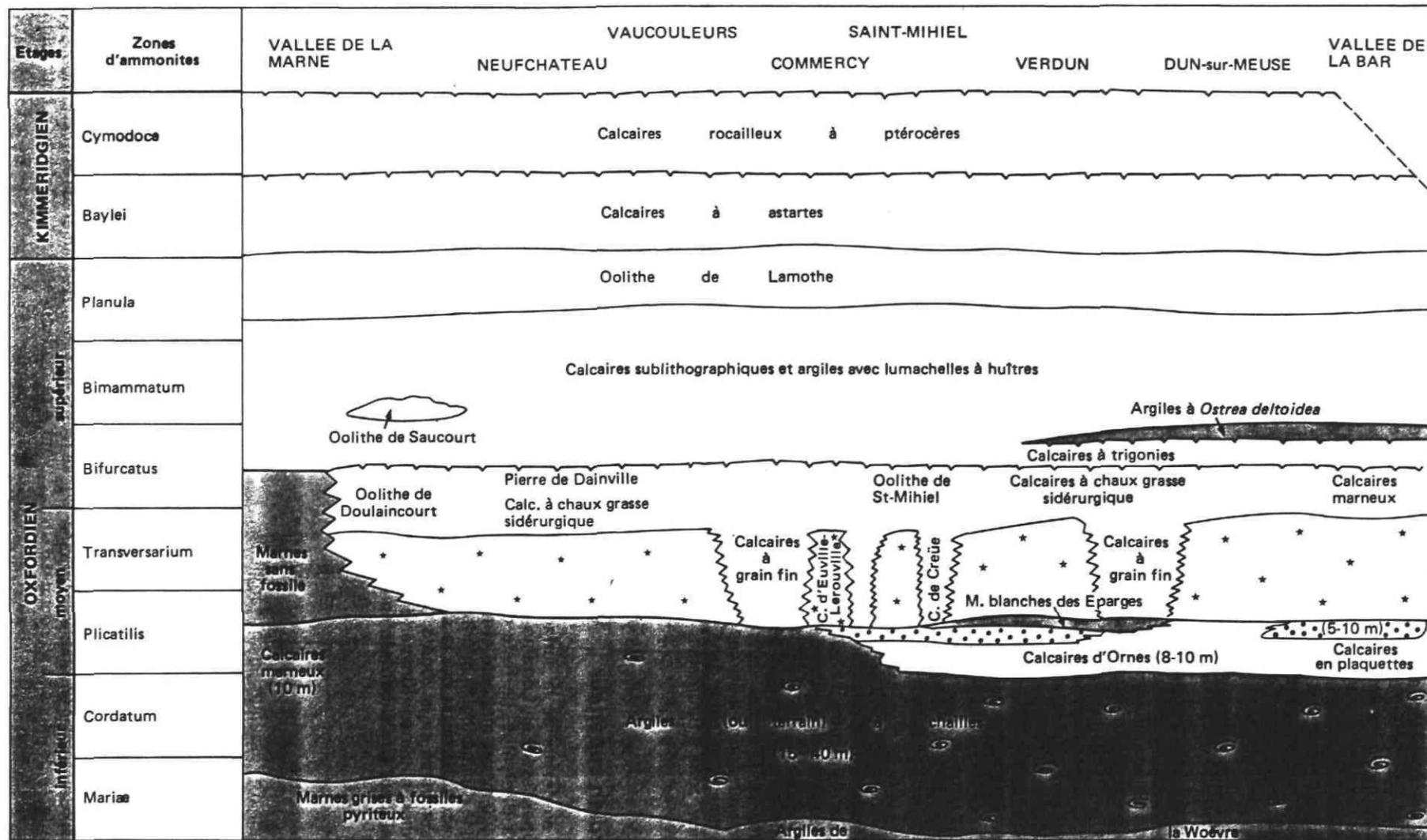
3.4.2. Origine des données

Les affleurements ont été traités en se référant aux Cartes Géologiques de la France à 1/50 000 selon le tableau d'assemblage suivant (tableau 10) :

110	111	112	
134	135	136	
	161	162	
	191	192	
	227	228	229
	265	266	267
	301	302	

Tableau 10 - Tableau d'assemblage des cartes géologiques couvrant les affleurements du Jurassique supérieur

Figure 7 : Coupe synthétique de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur



-  Oolithes ferrugineuses
-  Formation récifale

Nota : Les formations de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur sont mal datées, leur attribution stratigraphique est donc hypothétique. Les seuls éléments paléontologiques sûrs sont la présence d'ammonites de la zone à Bifurcatus immédiatement au-dessus de la surface perforée terminant les Calcaires à chaux grasse sidérurgique (R. ENAY et A. BOULLIER) et celle de *Rasenia cymodoce* dès la base des Calcaires rocailloux à ptérocères (P. L. MAUBEUGE).

6.5 — Oxfordien et Kimméridgien inférieur de la vallée de la Bar à la vallée de la Marne (D. MARCHAND et J. C. MENOT).

Les cartes structurales ont été réalisées essentiellement à partir des données des cartes géologiques et des sondages du code minier. Les différents niveaux stratigraphiques de l'Oxfordien sont identifiés dans la B.S.S. par des valeurs qui permettent de les sélectionner (tableau 11).

414		Toit du Séquanien	Toit du Lusitanien	
418	Toit de l'Oxfordien supérieur (N.S.)			Toit de l'Oxfordien
426		Toit du Séquanien inférieur		
432		Toit du Rauracien	Toit de l'Argovo-Rauracien	
436	Toit de l'Oxfordien moyen (N.S.)			
438		Toit de l'Argovien		
442	Toit de l'Oxfordien inférieur (N.S.)			
444		Toit de l'Oxfordien (A.S.)	Base du Lusitanien	
450				Base de l'Oxfordien

Tableau 11 - Codes stratigraphiques de l'Oxfordien dans la B.S.S.

La carte de la piézométrie en eau non salée donne une piézométrie moyenne interannuelle qui n'est pas affectée par des évolutions liées à l'activité de l'homme et ne subit pas de dérive dans le temps. Elle est tirée de levés piézométriques étalés de 1961 à 1990 et compilés par C. Maiaux (BRGM) en 1994.

3.4.4. Traitement des affleurements

Les limites externes de l'aquifères sont celles du SIG Rhin-Meuse. L'estimation et le tracé des courbes isohypses du toit et du mur à l'intérieur des contours géologiques en accord avec la topographie ont été faits à l'aide du MNT à la maille de 500 m comme pour les autres cartes.

Ces opérations ont successivement fait intervenir :

- le M.N.T. de l'I.G.N. pour la Lorraine,
- un traitement et un report informatiques des courbes altimétriques et des données pré-digitalisées sous G.D.M.®,
- un report et une mise en conformité manuelle de l'ensemble,
- une incorporation à la base de données Intergraph®.

3.4.5. Principales failles et structures tectoniques

Le même type de travail que pour le Dogger a été réalisé. Toutefois le nombre de failles d'échelle cartographique est très limité. Ce travail n'a donc pas posé de problème majeur.

3.4.6. Harmonisation entre surface et subsurface, contrôle de cohérence de la piézométrie

Enfin, pour restituer une information aussi continue que possible, nous avons procédé au contrôle et à l'harmonisation des représentations dans les zones de jonction entre les affleurements et la profondeur. La représentation de la piézométrie été contrôlée et corrigée sur deux aspects :

- cohérence en nappe libre avec la surface topographique et le mur ;
- courbes limitées par l'enveloppe de l'aquifère.

3. DOCUMENTS FOURNIS

Dernière étape de l'opération, les fichiers ARCINFO sous UNIX ont été générés à partir d'Intergraph dans la structure décrite ci-après.

Les documents finaux sont au nombre de trois :

- Carte structurale du toit de l'aquifère.
- Carte structurale du mur de l'aquifère.
- Carte de la piézométrie moyenne des années 1990-1993.

Conformément à la convention, les fichiers relatifs à l'aquifère triasique ont été réalisés en priorité. Une version provisoire a été envoyée à l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse en date du 14 novembre 1994 et un compte rendu de première phase remis en date du 22 février 1995.

L'ensemble des fichiers et la version mise à jour de l'aquifère triasique ont été envoyés à l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse en date du 25 Juillet 1995, dans le délai imparti par la convention.

Les documents sont fournis sous forme de fichiers ARCINFO supportant des agrandissements. Toutefois, s'agissant d'une synthèse régionale, ils correspondent à une compilation réalisée à l'échelle du 1/250 000 supposant une homogénéisation des données et une simplification de certains contours. Ils tiennent compte de degrés variables dans la connaissance selon les zones géographiques.

La base de données comprend sous forme d'objets graphiques distincts :

- les contours de la zone étudiée : limite externe incluant à la fois la Région Lorraine et le bassin Rhin-Meuse ;
- les limites à l'affleurement ;
- la limite occidentale des aquifères en profondeur ;
- les principaux éléments structurants communs : failles, axes anticlinaux et synclinaux ;
- les courbes isopièzes et éventuellement les limites de salinité ;
- les courbes isohypses du toit et du mur des aquifères.

La cassette au format UNIX générée avec l'utilitaire "tar" comprend les fichiers export ARCINFO suivants :

TRIAS

TRIISO.E00 Attribut COUCHE : 14, 17 - Courbes du toit
23 - Courbes du mur
32 - Courbes isopièzes
Attribut ALTI : Altitude des courbes

TRISTR.E00 Attribut COUCHE : 5 - Failles
6 - Limite du toit
7 - Limite du mur
10 - Limite ouest du bassin versant
12 - Frontière
33 - Axe anticlinal
34 - Axe synclinal
35 - Extension probable

HETTANGIEN

HETISO.E00 Attribut COUCHE : 23 - Courbes du toit
27 - Courbes du mur
42 - Courbes isopièzes
Attribut ALTI : Altitude des courbes

HETSTR.E00 Attribut COUCHE : 5 - Failles
50 - Limite du toit
51 - Limite du mur
10 - Limite ouest du bassin versant
12 - Frontière
40 - Limite ouest aquifère productif
41 - Limite eau douce/eau salée

DOGGER

DOGISO.E00 Attribut COUCHE : 20 - Courbes isopièzes
24 - Courbes du toit
30 - Courbes du mur
Attribut ALTI : Altitude des courbes

DOGSTR.E00 Attribut COUCHE : 5 - Failles
43 - Limite du toit
41 - Limite du mur
10 - Limite ouest du bassin versant
12 - Frontière
16 - Limite ouest d'affleurement du Dogger

OXFORDIEN

RAUIO.E00 Attribut COUCHE : 50 - Courbes isopièzes
24 - Courbes du toit
30 - Courbes du mur
Attribut ALTI : Altitude des courbes

RAUSTR.E00 Attribut COUCHE : 5 - Failles
17 - Limite du toit
15 - Limite du mur
10 - Limite ouest du bassin versant

4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AERM (1980) - Annuaire piézométrique du Dogger en Meuse (7110 AERM).
- AERM (1986) - Etude de la physico-chimie des eaux du Dogger en Lorraine. 42 p. Ann. bibl. (E11484 AERM).
- AERM/DDE Vosges (1976) - Etude de la qualité chimique des eaux des calcaires bajociens dans la région de Neufchâteau (88). Décembre 1976 (4382 AERM).
- AFBRM (1976) - Piézométrie du réservoir aquifère des côtes de Moselle. 6 p., 2 cartes (4346 AERM/ J33 BRGM Ny).
- AFBRM (1978) - Nappe du Dogger, carte du débit probable des forages d'exploitation (B21 BRGM Ny).
- AFBRM/DDE54 (1976) - Etude des possibilités de captage des eaux souterraines du Dogger de la région de l'Esche et du Terrouin. 15 p., ann., cartes (4082 AERM)
- BABOT Y. (1972) - Etude hydrogéologique de la nappe aquifère des grès infra-triasiques dans le nord-est de la France. Rapport BRGM n° 72 SGN 047 GAL (cote K30 BRGM Ny), 63 p., 6 ann.
- BABOT Y. (1972) - Etude sur le modèle mathématique de la nappe aquifère des grès infratriasiques dans le secteur des H.B.L. Rapport BRGM n° 72 SGN 246 GAL, 50 p., Septembre 1972.
- BABOT Y. (1972) - Etude de la nappe des grès infratriasiques dans le secteur des H.B.L. Avancement des études, poursuite des travaux. Rapport BRGM n° 72 SGN 419 NES, 20 p., Décembre 1972.
- COIFFAIT B., RICOURE J. (1982) - Forages aux grès du Trias inférieur en Lorraine. Analyse des archives disponibles, propositions pour une amélioration de la technologie de réalisation et d'équipement. Rapport BRGM n° 82 SGN 703 LOR (cote K72 BRGM Ny), 20 p., tab., carte structurale.
- BABOT Y., CHEVALIER J. (1993) - Gestion de la nappe des grès du Trias inférieur, secteur de Contrexéville - Vittel - Mirecourt. (Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Conseil Général des Vosges, Ministère de l'Industrie). Rapport BRGM n° R 47741 NAC-4S-93 30 p., 34 fig., 5 tabl. (cote K98 BRGM Ny), 20 août 1993.
- BABOT Y., JACQUOT N., POLLET B., MANGIN C. (1993) - Agence de l'eau Rhin-Meuse. Cartographie de la qualité des eaux souterraines du bassin Rhin-Meuse 1990-1992. Rapport BRGM n° R37764 NAC 4S 93 (cote B64 BRGM Ny), 5 ann., Juillet 1993.
- BABOT Y., CHEVALIER J. (1989) - Impact de l'ennoyage des mines du secteur de la Houve et centre-est (Freyming-Merlebach, Forbach, Petite Rosselle) sur la nappe des grès du trias inférieur. Simulation sur modèle hydrochimique (HBL). Rapport BRGM n° R30450 LOR 4S 90 (cote K92 BRGM Ny), 27 p., 38 ann., Déc. 1989.

BRGM (1977) - Etude hydrogéologique de la nappe des calcaires du Bajocien inférieur et moyen dans le nord-est de la France. Rapport BRGM n° 77 SGN 461 LOR (B13 BRGM Ny).

BRGM (1980) - Fonctionnement des aquifères calcaires lorrains déduit des expériences de traçage colorimétrique. Juin 1980, 149 p. Ann. Bibl. (B36 BRGM Ny).

BRGM (1993) - Cartographie de la qualité des eaux souterraines du BRM. Juil 1993, 5 cartes (B64 BRGM Ny).

BRGM (1983) - Diagnostic de l'état du parc de forages profonds à l'aquifère des Grès du Trias Inférieur sous couverture. Nov 1983, 13 p., 75 ann, Rapport BRGM (cote K78 BRGM Ny), Novembre 1983.

DDAF57 (1991) - Amélioration de la qualité des eaux distribuées par les collectivités du secteur Est du Bassin Houiller Lorrain. Groupe de Travail DDAF57., 31 p., 15 ann., Octobre 1991.

ENSG (1977) - Les ressources en eau des Grès du Luxembourg et Calcaires de Romery en Ardennes. Juil. 1977, 32 p., 28 ann. (B14 BRGM Ny).

ENSG (1986) - Modèle de la nappe des Grès du Trias Inférieur. Simulations. 11 p., 14 ann., Février 1986.

GEOTHERMA (1992) - Qualité des eaux souterraines dans le Bassin Houiller Lorrain après arrêt des exhaures. 33 p., 380 ann., Décembre 1992.

LARCHER J.M. (1972) - Etude préliminaire géologique et hydrogéologique du plateau de la forêt de Haye. 77 p. Ann. Bibl., cartes (E11 BRGM Ny).

PERRAUDIN J.J. (?) - Conception et réalisation d'un modèle de gestion de la nappe des grès inférieurs du Trias en Lorraine. Thèse. Institut National Polytechnique de Lorraine. Ecole Nationale Supérieure de Géologie appliquée et de prospection minière. Centre de Recherches en Mécanique et Hydraulique des sols et des Roches. 208 p., 17 ann., bib. (cote K77 BRGM Ny).

SGRA (1982) - Carte de la profondeur du toit de la Grande Oolithe. Département du Haut-Rhin. 1 carte (9331 AERM)

SRAEL (1983) - Vulnérabilité des eaux souterraines du bassin ferrifère à la pollution. Juin 1983. Notice, 5 cartes (J49 BRGM Ny).

Steiner, SRAEL (1977) - Carte structurale des aquifères du Dogger. Liaisons avec les sources (5009 AERM).

THAUVIN J., RAMON S. (1985) - Fermeture des mines de fer de Lorraine. Estimation des débits d'exhaure par débordement naturel après ennoyage total. Avril 1985, 30 p. AERM (J52 BRGM Ny).

THILLAIS M. (1979) - Etude géochimique et hydrodynamique des systèmes de l'Aroffe et de l'Aar. 128 p. Ann. (E22 BRGM Ny).