

Initiative Communautaire INTERREG  
Europäisches Programm INTERREG

Cartographie hydrogéologique du Rhin Supérieur  
Hydrogeologische Kartierung der Oberrheinebene

Région Alsace - Agence de l'Eau Rhin-Meuse - Ministère de l'Environnement  
Umweltministerium Baden-Württemberg

CARTES PIEZOMETRIQUES  
KARTE DER GRUNDWASSERHÖHENGLEICHEN

Notice  
Beiheft

343-2

LfU  
APRONA

# SOMMAIRE

## TEXTE FRANCAIS

## CONTEXTE GENERAL

### 1. DESCRIPTION ET ANALYSE COMPARATIVE DES RESEAUX PIEZOMETRIQUES ET DES BANQUES DE DONNEES ASSOCIEES

- 1.1 Réseau d'observation et banque de données piézométriques en territoire français
- 1.2 Réseau d'observation et banque de données piézométriques en territoire allemand
- 1.3 Réseau d'observation et banque de données piézométriques en territoire suisse
- 1.4 Etude comparative des différents réseaux

### 2. REALISATION DES TRAVAUX CARTOGRAPHIQUES

- 2.1 Objectif
- 2.2 Options retenues
- 2.3 Assemblage des fonds de plan
- 2.4 Echange des données et tracé des isopièzes

### 3. ANALYSE DES CARTES

- 3.1 Incertitude sur les tracés à proximité des cours d'eau et en bordure de nappe
- 3.2 Zones d'alimentation de la nappe
- 3.3 Profondeur du toit de la nappe, gradient piézométrique, sens et vitesse d'écoulement
- 3.4 Battements de nappe
- 3.5 Points remarquables

### 4. BILAN ET PERSPECTIVES

## ANNEXES

- ANNEXE 1 : Carte du réseau piézométrique alsacien
- ANNEXE 2 : Fiche signalétique d'un point d'observation de la piézométrie
- ANNEXE 3 : Exemple de diagramme
- ANNEXE 4 : Carte du réseau piézométrique du Bade-Wurtemberg
- ANNEXE 5 : Fiche signalétique d'un point d'observation de la piézométrie
- ANNEXE 6 : Exemple de graphique
- ANNEXE 7 : Carte du réseau piézométrique du canton de Bâle-Ville
- ANNEXE 8 : Cartes du réseau piézométrique du canton de Bâle-Campagne
- ANNEXE 9 : Plan d'assemblage des cartes
- ANNEXE 10 : Carte des zones d'alimentation de la nappe par les eaux superficielles côté alsacien

# **INHALT**

## **DEUTSCHER TEXT**

### **ALLGEMEINER KONTEXT**

#### **1. BESCHREIBUNG UND VERGLEICHENDE ANALYSE DER GRUNDWASSERSTANDSMEßNETZE UND DER ASSOZIIERTEN DATENBANKEN**

- 1.1. Das Meßnetz und die Grundwasserstandsdatenbank auf französischem Gebiet
- 1.2. Das Meßnetz und die Grundwasserstandsdatenbank auf deutschem Gebiet
- 1.3. Das Meßnetz und die Grundwasserstandsdatenbank auf schweizerischem Gebiet
- 1.4. Vergleich der verschiedenen Meßnetze

#### **2. VORGEHENSWEISE BEI DER KARTOGRAPHISCHEN DARSTELLUNG**

- 2.1. Zielsetzung
- 2.2. Grundlagen
- 2.3. Zusammensetzung der Planhintergründe
- 2.4. Datenaustausch und Konstruktion der Grundwasserhöhengleichen

#### **3. AUSWERTUNG DER KARTEN**

- 3.1. Unsicherheiten der Linienführung in der Nähe von Fließgewässern und in den Randbereichen des Grundwasserleiters
- 3.2. Bereiche mit Grundwasserneubildung
- 3.3. Flurabstände, Grundwassergefälle, Grundwasserfließrichtung und -geschwindigkeit
- 3.4. Grundwasserspiegelschwankungen
- 3.5. Bemerkenswerte Bereiche

#### **4. BILANZ UND AUSBLICK**

#### **ANHANG**

- ANLAGE 1: Karte des elsässischen Grundwasserstandsmeßnetzes
- ANLAGE 2: Erkennungsbogen einer Grundwasserstands-Meßstelle
- ANLAGE 3: Diagrammbeispiel
- ANLAGE 4: Karte des baden-württembergischen Grundwasserstandsmeßnetzes
- ANLAGE 5: Stammdatenblatt einer Grundwasserstandsmeßstelle
- ANLAGE 6: Beispiel einer Graphik
- ANLAGE 7: Karte des Grundwasserstandsmeßnetzes des Kantons Basel-Stadt
- ANLAGE 8: Karte des Grundwasserstandsmeßnetzes des Kantons Basel-Landschaft
- ANLAGE 9: Blattgrenzen
- ANLAGE 10: Karte der Grundwassereintragsfläche aus Oberflächengewässer auf elsässischer Seite

## CONTEXTE GENERAL ALLGEMEINER KONTEXT

La nappe phréatique de la Vallée du Rhin Supérieur forme un ensemble hydrogéologique homogène situé au cœur d'un des bassins d'activités humaines les plus importants d'Europe. Le volume d'eau stocké dans les alluvions rhénanes est estimé à près de 300 milliards de mètres cube, ce qui donne aux eaux souterraines un poids considérable dans l'économie et l'écologie de la région. La nappe phréatique de la Vallée du Rhin Supérieur constitue en effet une ressource en eau abondante, de bonne qualité et à faible coût pour l'alimentation en eau potable des collectivités locales, l'approvisionnement en eau des industries ou pour l'irrigation. Elle représente également un atout écologique majeur, les zones humides qui lui sont associées (forêts rhénanes, rieds) constituant une richesse naturelle inestimable.

Dans le même temps pèse sur les eaux de la nappe la menace de rejets urbain ou industriels et de pollutions diffuses d'origine agricole ou ponctuelles d'origine accidentelle. A cela s'ajoute la dégradation irréversible que provoque le «grignotement» progressif de l'aquifère par les gravières. La vulnérabilité de la ressource en eau est d'autant plus grande que les couches supérieures de l'aquifère sont très proches du sol et que la majeure partie de la couverture pédologique de la nappe est constituée de terrains perméables.

La multiplicité des sources de pollution chronique ou accidentelle et la complexité des modes de transfert et de propagation des polluants, ajoutées au fait qu'une contamination de la nappe est souvent irréversible puisqu'elle évolue lentement et est quasiment impossible à éliminer, rendent difficile la protection des eaux souterraines. Pour être efficace, cette protection suppose la mise en oeuvre d'une gestion de type patrimonial menée de façon concertée avec tous les acteurs et responsables locaux et prenant en compte, en amont des décisions, tous les intérêts en cause, présents et futurs. Une gestion de cette nature suppose également la collaboration des partenaires allemands, français et suisses.

Der Grundwasserkörper des Oberrheingrabens bildet eine homogene hydrogeologische Einheit inmitten eines der bedeutendsten europäischen Räume menschlicher Betriebsamkeit. Das in den Talfüllungen des Rheins gespeicherte Wasservolumen wird auf etwa 300 Milliarden Kubikmeter geschätzt, wodurch das Grundwasser für Wirtschaft und Ökologie der Region einen hohen Stellenwert einnimmt. Der Grundwasserkörper des Oberrheintals bildet einen reichen Vorrat an kostengünstigem Wasser guter Qualität für die Wasserversorgung der Gemeinden und der Industrie oder auch zum Zwecke der Bewässerung. Ebenso hat er eine außerordentliche ökologische Bedeutung ; die damit verbundenen Feuchtgebiete (die oberrheinischen Waldgebiete und die Rheinauen) stellen einen natürlichen Reichtum unschätzbarer Wertes dar.

Gleichzeitig ist das Wasser des Aquifers der ständigen Bedrohung durch städtische oder industrielle Abwässer, sowie diffuser Belastung durch die Landwirtschaft ausgesetzt. Hinzu kommt eine irreversible Verschlechterung, die mit dem fortschreitenden «Anknabbern» des Grundwasserleiters durch den Kiesabbau einhergeht. Die potentielle Gefährdung des Grundwassers ist stark, weil der Grundwasserspiegel so nah an der Oberfläche liegt und weil die Deckschichten des Aquifers meistens aus durchlässigen Böden bzw. Sedimenten bestehen.

Wegen der Vielfalt der Ursachen chronischer oder zufälliger Belastung, wegen der Komplexität der Mechanismen hinsichtlich Transport und Ausbreitung der Schadstoffe, ist es schwer, einen wirksamen Grundwasserschutz zu betreiben. Es kommt erschwerend hinzu, daß die Grundwasserverunreinigung oft unumkehrbar ist, da sie schleichend erfolgt und ihre vollständige Sanierung nahezu unmöglich ist. Ein wirksamer Grundwasserschutz erfordert eine gemeinsam betriebene, verantwortungsvolle Bewirtschaftung, die alle Beteiligten und lokal Verantwortlichen einschließt und die, im Vorfeld der Entscheidungen, alle gegenwärtigen und künftig berührten Interessen berücksichtigt. Gleichermassen setzt eine derartige Bewirtschaftung die Zusammenarbeit der deutschen, französischen und schweizerischen Partner voraus.

Dans ce contexte, les décisions du Congrès Tripartite «Environnement Rhin Supérieur» qui s'est tenu à Bâle les 7 et 8 mars 1991 et les travaux du groupe d'experts «Qualité des Eaux et Hydrobiologie» du groupe de travail Environnement de la Conférence franco-germano-suisse du Rhin Supérieur, ont permis le lancement en 1993 d'un programme de cartographie hydrogéologique du Fossé rhénan, retenu dans le cadre de l'initiative communautaire INTERREG I.

Un des choix prioritaires de ce programme a été la réalisation d'une cartographie de la piézométrie des eaux souterraines, élément déterminant pour l'analyse du comportement de la nappe et pour la réalisation d'études d'impact d'aménagements de part et d'autre du Rhin.

La présente notice retrace les différentes étapes de l'élaboration de cette cartographie, dont le but est de contribuer à la mise en place progressive d'une politique transfrontalière d'exploitation et de protection des eaux et à l'arbitrage des conflits d'usage.

In diesem Zusammenhang konnte durch die Entscheidungen des 3. Dreiländer-Kongresses «Umwelt-Oberrhein», der am 7. und 8. März 1991 in Basel stattgefunden hat, und durch die Arbeit des Expertenausschusses «Wasserqualität und Hydrobiologie» der Arbeitsgruppe Umwelt der deutsch - französisch - schweizerischen Oberrheinkonferenz, im Rahmen des Europäischen Programms INTERREG I, 1993 ein Programm zur hydrogeologischen Kartierung des Oberrheingrabens aufgestellt werden.

So war die Durchführung einer Grundwasserstandskartierung, als wesentliches Element für die Analyse des Grundwasserverhaltens und bei der Erstellung von Umweltverträglichkeitsstudien beiderseits des Rheins, ein Schwerpunkt dieses Programms.

Die einzelnen Etappen dieser Kartierung, die einen Beitrag zur allgemeinen Unterstützung einer grenzüberschreitenden Politik zur Bewirtschaftung und zum Schutz der Gewässer sowie zum Interessensaustausch bei konkurrierenden Nutzungen leisten soll, werden im vorliegenden Beiheft beschrieben.

# **1. DESCRIPTION ET ANALYSE COMPARATIVE DES RESEAUX PIEZOMETRIQUES ET DES BANQUES DE DONNEES ASSOCIEES**

## **1. BESCHREIBUNG UND VERGLEICHENDE ANALYSE DER GRUNDWASSERSTANDSMEßNETZE UND DER ASSOZIIERTEN DATENBANKEN**

Le suivi de la piézométrie des eaux souterraines est un élément essentiel pour une gestion patrimoniale de la nappe au niveau régional, mais aussi à l'échelle transfrontalière, car il permet d'appréhender l'évolution des niveaux de la nappe et de définir des politiques de protection quantitatives de la ressource. Il est également indispensable pour les études d'impact de certains aménagements sur les eaux souterraines, pour la détermination des sens et des vitesses d'écoulement des eaux et enfin, pour la modélisation hydrodynamique.

Ce suivi s'appuie sur l'observation d'un ensemble d'ouvrages de mesure qui constitue le réseau piézométrique.

### **1.1 RESEAU D'OBSERVATION ET BANQUE DE DONNEES PIEZOMETRIQUES EN TERRITOIRE FRANCAIS**

#### **1.1.1 DESCRIPTION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE ALSACIEN**

Le réseau d'observation de la piézométrie en Alsace, géré jusqu'au 31 décembre 1995 par le Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques (SEMA) de la DIREN Alsace, est aujourd'hui géré par l'Association pour la Protection de la Nappe Phréatique de la Plaine d'Alsace (APRONA). Ce réseau est constitué de 198 points d'observation (cf. carte du réseau en annexe) :

- 138 points, sélectionnés lors du travail d'optimisation du réseau effectué en 1976 sur les 2.000 points existants à l'époque, constituent le réseau piézométrique régional ; ce sont pour la plupart des forages inexploités,
- 60 points complémentaires ont été choisis pour tenir compte de fortes variabilités du niveau de la nappe.

Die Überwachung der Grundwasserstände ist ein wesentliches Element für eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung auf regionaler, aber auch auf grenzüberschreitender Ebene, da es dadurch möglich wird, die Entwicklung der Grundwasserstände zu erfassen und politische Maßnahmen hinsichtlich des mengenmäßigen Schutzes des Grundwasservorrates zu definieren. Ebenso wird sie für die Ausführung von Umweltverträglichkeitsstudien für verschiedene Einrichtungen im Grundwasserbereich benötigt, zur Bestimmung der Fließrichtungen und -geschwindigkeiten, sowie bei der Erstellung von Grundwasserströmungsmodellen. Diese Überwachung stützt sich auf die Beobachtung aller Meßeinrichtungen, aus denen sich das Grundwasserstandsmeßnetz zusammensetzt.

#### **1.1 DAS MEßNETZ UND DIE GRUNDWASSERSTANDSDATENBANK AUF FRANZÖSISCHEM GEBIET**

##### **1.1.1 BESCHREIBUNG DES ELSÄSSISCHEN GRUNDWASSERSTANDSMEßNETZES**

Das Meßnetz zur Beobachtung der Grundwasserstände im Elsaß wird von der «Gesellschaft zum Schutz des Grundwassers der elsässischen Tiefebene» (APRONA) seit dem 1. Januar 1996 betrieben. Bevor wurde dieses Meßnetz durch den «Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques» (SEMA) der DIREN Alsace verwaltet. Es umfaßt 198 Meßstellen (vgl. Anhang: Karte des Meßnetzes):

- 138 Meßstellen wurden während der 1976 durchgeführten Optimierung des Meßnetzes aus den 2.000 damals bestehenden Meßpunkten ausgewählt, aus denen sich heute das regionale Grundwasserstandsmeßnetz zusammensetzt; in der Mehrzahl handelt es sich um nicht betriebene Bohrbrunnen,
- 60 Meßstellen wurden zusätzlich ausgesucht, um starke Grundwasserspiegelschwankungen hinreichend dokumentieren zu können.

Depuis 20 ans, ce réseau n'a cessé d'être modernisé par la mise en place de piézographes et de centrales d'acquisition sur site, prioritairement dans les zones d'échanges importants entre la nappe et les rivières.

Sur huit piézomètres de référence particulièrement représentatifs de l'ensemble de la nappe ont été mises en place des centrales d'acquisition sur site connectées au réseau téléphonique, qui permettent un suivi en temps réel des variations du niveau de la nappe phréatique.

#### *Fréquence des observations et des relevés*

Les centrales électroniques sont programmées pour une lecture horaire de la cote piézométrique ; seul le maximum journalier est stocké dans la banque de données piézométriques, les données horaires étant archivées pour d'éventuelles études de détail ; le transfert d'information sur PC portable puis dans la banque piézométrique se fait tous les mois ou en fonction d'une demande particulière ; ce transfert d'information vers la banque piézométrique se fait en temps réel pour les centrales connectées au Réseau Téléphonique Central (RTC).

Les points équipés de piézographes (32 au total), où l'enregistrement se fait en continu sur papier, sont relevés une fois par mois.

Les points non équipés sont relevés chaque semaine par des observateurs locaux, qui transmettent chaque mois leurs observations à l'APRONA par l'intermédiaire d'une carte postale de relevé standard.

Certains points sont équipés d'un système de mesure de la température.

Certains organismes font parvenir systématiquement leurs observations à l'APRONA : Service des Eaux de la ville de Mulhouse, Peugeot Mulhouse, SOGEST.

Vor allem in den Bereichen, in denen ein größerer Wasseraustausch zwischen Grundwasserleiter und Fließgewässern stattfindet, wird das Meßnetz durch die Ausstattung mit Schreibern und stationären Datensammlern seit 20 Jahren fortlaufend modernisiert.

Acht für den Gesamtgrundwasserleiter besonders repräsentative Referenzmeßstellen wurden mit stationären, an das Telefonnetz angeschlossenen Datensammlern ausgerüstet, die eine zeitnahe Überwachung der Grundwasserspiegelschwankungen ermöglichen.

#### *Beobachtungsturnus*

Die Datensammler sind zur stündlichen Aufzeichnung der Grundwasserstände eingestellt; lediglich der tägliche Höchststand wird in der Grundwasserstandsdatenbank gespeichert; die stündlichen Werte werden für eventuelle Detailstudien archiviert; der Datentransfer mittels eines tragbaren PC auf die Grundwasserstandsdatenbank erfolgt alle Monate oder auf Anfrage; bei den Datensammlern, die über das zentrale Telefonnetz (RTC) angeschlossen sind, erfolgt dieser Informationsübertrag auf die Grundwasserstandsdatenbank sofort.

Die Meßstellen, die mit Schreibern ausgestattet sind (insgesamt 32) und bei denen eine permanente Aufzeichnung auf Papier stattfindet, werden einmal im Monat abgelesen.

Bei den Meßstellen ohne besondere Ablese-einrichtungen, wird einmal pro Woche eine Messung durchgeführt und auf einem für die Aufzeichnung standardisierten Beleg von den lokalen Beobachtern festgehalten; diese übermitteln jeden Monat ihre Aufzeichnungen an die APRONA.

Einige Meßstellen sind mit einem Temperaturmeßsystem versehen.

Einige Institutionen teilen der APRONA ihre Erhebungen systematisch mit, wie z.B. der Service des Eaux der Stadt Mulhouse, die Firmen Peugeot Mulhouse und SOGEST.

## 1.1.2 DESCRIPTION DE LA BANQUE DE DONNEES

L'ensemble des informations relevées sur le réseau piézométrique sont stockées dans une banque de données, appelée banque piézométrique, et gérée par l'APRONA. Cette banque permet :

- le stockage des caractéristiques techniques des ouvrages sous la forme d'une fiche signalétique,
- l'exploitation graphique et statistique des données.

La *fiche signalétique* de chaque point d'observation comporte les informations suivantes (cf. exemple de fiche signalétique en annexe) :

- le numéro national du piézomètre défini de la manière suivante par le BRGM:
- n° de la carte topographique au 1:50.000 - n° du 8ème de carte - X - n° d'ordre du point dans le 8ème de carte
- le département
- la commune
- les coordonnées Lambert et la zone Lambert
- un plan de situation de l'ouvrage
- une description précisant :
  - le lieu-dit
  - la cote du repère
  - la cote du sol
  - l'historique des cotes du repère de mesure
  - la nature de l'ouvrage
  - la profondeur
  - le diamètre du puits
- une coupe de l'ouvrage
- les observations piézométriques se rapportant à l'ouvrage, sous la forme d'un fichier date/profondeur

Les coordonnées des points sont stockées dans le système de coordonnées Lambert 2 Etendu. Cependant, la transformation de ces coordonnées dans un autre système, UTM 32 (ED 50) en particulier, est immédiate sous logiciel cartographique du type MapInfo (Système d'Information Géographique).

Les cotes altimétriques sont repérées dans le système IGN 69 (NGF normal). Les écarts entre les systèmes NGF orthométrique et NGF normal, ainsi que NGF orthométrique et NN ancien, sont disponibles pour tout point.

## 1.1.2 BESCHREIBUNG DER DATENBANK

Alle Informationen über das Grundwasser-standsmeßnetz werden in einer Datenbank - genannt «banque piézométrique» - gespeichert und durch die APRONA verwaltet. Diese Datenbank ermöglicht :

- die Speicherung der technischen Merkmale der Meßstellen in Form eines Stammdatenblattes,
- die graphische und statistische Auswertung der Daten.

Das *Stammdatenblatt* der einzelnen Meßstellen umfaßt folgende Informationen (vgl. Anhang: Beispiel eines Stammdatenblattes):

- die nationale Registriernummer der Grundwassermeßstelle, die wie folgt vom BRGM definiert wird:

Nr. der topographischen Karte im Maßstab 1:50.000 - die Nr. des betreffenden Achtels (Blattnummer) - X - die Ordnungszahl der Meßstelle auf dem Blatt
- Departement
- Gemeinde
- Lambert-Koordinaten und die zugehörige Lambert-Zone
- Lageplan der Meßstelle
- Beschreibung mit folgenden Angaben :
  - Ortsbezeichnung
  - Meßpunktthöhe
  - Geländehöhe
  - Meßpunktthöhen seit Beobachtungsbeginn
  - Art des Bauwerks
  - Ausbautiefe
  - Ausbaudurchmesser
- Profilschnitt des Bauwerks
- Meßreihe der Grundwasserstände im Format Datum/Grundwasserstand

Die Meßstellenkoordinaten werden im System «Lambert 2 Etendu» abgespeichert. Mittels eines kartographischen Programms vom Typ MapInfo (Geographisches-Informations-System) können diese Koordinaten unmittelbar in ein anderes System - insbesondere in UTM 32 (ED 50) - umgewandelt werden. Die Geländehöhen sind auf das Höhensystem IGN 69 (NGF normal) bezogen. Die Abweichungen zwischen den Systemen «NGF ortho» und «NGF normal» als auch zwischen «NGF ortho» und «NN alt» liegen für jeden einzelnen Meßpunkt vor.

## *Exploitation des données*

Certains points sont observés régulièrement depuis les années 50, ce qui permet des traitements statistiques annuels ou mensuels sur de longues séries de données.

Des séquences de calcul automatique ont été développées de façon à répondre rapidement aux questions les plus fréquentes. En particulier, une mise à disposition immédiate sous forme de tableau ou de graphique peut être effectuée pour les demandes classiques suivantes :

- ◆ Evolution temporelle des cotes de la nappe en un point (ou celle de la profondeur du toit de la nappe) sur un an, huit ans ou l'ensemble des années de mesure - Cotes moyennes et extrêmes de la nappe sur l'ensemble des années de mesure
- ◆ Comparaison de plusieurs piézomètres sur une ou plusieurs années ou de plusieurs années pour un piézomètre
- ◆ Diagrammes de distribution fréquentielle des cotes maxima, moyennes ou minima de la nappe, période de retour des hautes, moyennes et basses eaux
- ◆ Diagramme de distribution fréquentielle des cotes moyennes mensuelles en un point (cf. exemples en annexe)

L'exploitation des données stockées dans la banque piézométrique permet également le tracé des courbes isopièzes.

## **1.2 RESEAU D'OBSERVATION ET BANQUE DE DONNEES PIEZOMETRIQUES EN TERRITOIRE ALLEMAND**

### **1.2.1 DESCRIPTION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE DU BADE WURTEMBERG**

Le réseau d'observation de la piézométrie dans le Land du Bade-Wurtemberg, géré par la «Landesanstalt für Umweltschutz» (LfU), est constitué de 3.750 points d'observation environ, répartis de la manière suivante :

- environ 2.200 points d'observation sont situés le long de l'aquifère rhénan, avec une densité de une station par km<sup>2</sup>,
- 1.550 points sont répartis dans quelques secteurs stratégiques, en particulier dans les plaines alluviales de cours d'eau importants (Neckar,...).

## *Datenauswertung*

Einige Meßstellen werden bereits seit den 50er Jahren regelmäßig beobachtet, wodurch eine statistische Datenaufbereitung langjährigen Zeitreihen möglich ist.

Um schnell auf die häufigsten Fragestellungen reagieren zu können, wurden automatische Auswerteprogramme entwickelt. Eine sofortige Ausgabe in Form von Tabellen oder Diagrammen ist für nachfolgende klassische Anfragen möglich:

- ◆ Zeitlicher Verlauf der Grundwasserstände (bzw. Flurabstände) einer bestimmten Grundwassermessstelle über ein Jahr, über acht Jahre oder über die Gesamtdauer der Aufzeichnungen - Mittlere und extreme Grundwasserstände über die Gesamtdauer der Aufzeichnungen;
- ◆ Vergleich verschiedener Grundwassermessstellen über ein oder mehrere Jahre oder eine einzige Meßstelle im mehrjährigen Vergleich;
- ◆ Diagramme der Häufigkeitsverteilung von Hoch-, Mittel- oder Niedrigwasserständen, Wiederholungswahrscheinlichkeit von Hoch-, Mittel- oder Niedrigwasserständen;
- ◆ Diagramme der Häufigkeitsverteilung von mittleren monatlichen Grundwasserständen an einer Meßstelle (vgl. Beispiele im Anhang)

Eine weitere Auswertemöglichkeit für die in der Grundwasserstandsdatenbank gespeicherten Daten ist die Konstruktion von Grundwasserhöhengleichen.

## **1.2 DAS MEßNETZ UND DIE GRUNDWASSERSTANDSDATENBANK AUF DEUTSCHEM GEBIET**

### **1.2.1 BESCHREIBUNG DES BADEN-WÜRTTEMBERGISCHEN GRUNDWASSERSTANDSMEßNETZES**

Das von der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) betriebene Grundwasserstandsmeßnetz in Baden-Württemberg umfaßt etwa 3.750 Meßstellen, die sich folgendermaßen aufteilen :

- 2.200 Meßstellen befinden sich im Bereich des oberrheinischen Aquifers; die Dichte beträgt eine Meßstelle pro km<sup>2</sup>,
- 1.550 Meßstellen sind in einigen wasserwirtschaftlich relevanten Bereichen verteilt, insbesondere in den Talfüllungen der bedeutenden Fließgewässer (Neckar, usw.).

## *Fréquence des observations et des relevés*

Une cinquantaine de points sont équipés de centrales d'acquisition sur site, programmés pour une lecture horaire de la cote piézométrique.

100 points sont équipés de piézographes (limni-graphes à flotteurs) et sont relevés une fois par mois. Les enregistrements sont digitalisés et les moyennes horaires sont stockées dans la «Grundwasserdatenbank».

3.600 points sont relevés tous les lundis par des observateurs locaux.

L'ensemble de ces données sont collectées par les différentes «Gewässerdirektionen» réparties dans le Land. Ces services sont chargés de l'encadrement des observateurs, de la collecte des données brutes, du contrôle et de l'entretien des piézomètres sur le terrain et du choix de nouvelles stations de mesure.

Les données sont ensuite centralisées à la LfU, qui, après vérification, les stocke dans la «Grundwasserdatenbank» (GWDB), assure leur interprétation et met ces données interprétées à la disposition des «Gewässerdirektionen» et du public.

Remarque: Une partie du réseau piézométrique global constitue le «Trendmeßnetz» : il s'agit de piézomètres particulièrement représentatifs à l'échelle régionale dont les données sont interprétées systématiquement et rapidement dans le cadre de compte-rendus réguliers standardisés. Ce réseau comprend aujourd'hui une soixantaine de stations, qui devraient se multiplier à l'avenir jusqu'à atteindre le chiffre de 200 stations environ.

### 1.2.2 DESCRIPTION DE LA GRUNDWASSERDATENBANK (GWDB)

La «Grundwasserdatenbank» rassemble l'ensemble des données qualitatives et quantitatives relevées sur les différents réseaux d'observation existants dans le Land.

Cette banque de données comprend aussi bien les informations permettant d'identifier les points d'observation de la piézométrie que les mesures relevées sur ces points.

## *Beobachtungsturnus*

Etwa fünfzig Grundwassermeßstellen sind mit Datensammlern ausgestattet, die auf eine Grundwasserstandsmessung im Stundenabstand eingestellt sind.

100 Grundwassermeßstellen sind mit Grundwasserstands-aufzeichnungsgeräten (Schreibpegel mit Schwimmer) ausgerüstet. Die Schreiberbögen werden monatlich abgeholt. Die Aufzeichnungen werden digitalisiert und als Stundenmittelwerte in die Grundwasserdatenbank abgelegt.

An 3.600 Grundwassermeßstellen wird der Grundwasserstand jeden Montag von lokalen Beobachtern gemessen.

Die Beobachterbelege werden von den verschiedenen, im ganzen Bundesland verteilten Gewässerdirektionen gesammelt. Zu den Aufgaben dieser Ämter zählt unter anderem die Einweisung der Beobachter, die Sammlung der Rohdaten, die Kontrolle und Instandhaltung der Grundwassermeßstellen vor Ort sowie die Einrichtung von neuen Meßstationen.

Anschließend werden die Grundwasserstandsdaten bei der LfU zentral erfaßt und im Anschluß an die Überprüfung in der Grundwasserdatenbank (GWDB) abspeichert. Die Auswertungsergebnisse werden den Gewässerdirektionen und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Bemerkung: Ein Teil des allgemeinen Grundwasserstandsmeßnetzes ist das sogenannte Trendmeßnetz: hierbei handelt es sich um großräumig repräsentative Meßstellen, deren Meßwerte schnell und systematisch im Rahmen der regelmäßigen standardisierten Berichterstellung ausgewertet werden. Dieses Meßnetz umfaßt zur Zeit ca. 60 Meßstationen, diese Zahl soll im Endausbau auf ca. 200 aufgestockt werden.

### 1.2.2 BESCHREIBUNG DER GRUNDWASSERDATENBANK (GWDB)

Die Grundwasserdatenbank enthält alle, die bei den verschiedenen Landesmeßnetzen im Land anfallenden, qualitativen und quantitativen Meßwerte.

In dieser Datenbank sind sowohl die nötigen Informationen zur Identifizierung der Grundwassermeßstellen als auch die zugehörigen Meßwerte enthalten.

La *fiche signalétique* de chaque point d'observation comporte les informations suivantes (cf. exemple de fiche signalétique en annexe) :

- le numéro d'identification du piézomètre défini de la manière suivante :  
numéro d'ordre au sein de la carte topographique du point d'observation - n° à 3 chiffres identifiant la carte topographique au 1:25.000 - «Prüfziffer» (chiffre de contrôle)
- la dénomination de la station
- la Gewässerdirektion compétente
- la commune
- les coordonnées planimétriques dans le système Gauss-Kruger
- le réseau concerné
- la date des premières observations
- la cote du repère et la différence avec le niveau du sol
- l'aquifère concerné
- le type d'ouvrage
- le diamètre
- le crépinage
- la profondeur
- la fréquence des relevés
- le système altimétrique utilisé : NN nouveau ou NN ancien

En plus de ces données générales, des renseignements sont apportés sur :

- l'aquifère (couches, conditions de pression, âge de l'eau, profondeur du substratum,...)
- les sources (type, débit, type d'installation de captage,...)
- les lysimètres (type d'appareil de mesure, couverture du sol,...)
- les pluviomètres (type d'appareil de mesure, numéro de la station de référence,...)
- le bassin versant, en particulier le type de sols

### *Exploitation des données*

En règle générale, les informations sont mises à disposition par les Gewässerdirektionen pour leurs circonscriptions respectives. La LfU peut également fournir directement les informations demandées dans certains cas.

Die zu den Grundwasserme (stellen gehörenden Stammdaten enthalten u.a. folgende Informationen (vgl. Anhang: Beispiel eines Stammdatenblattes):

- Nummer zur Identifizierung der Grundwassermeßstelle, die sich wie folgt zusammensetzt:  
Ordnungsnummer der Meßstelle aus der topographischen Karten - die dreistellige Nummer des Kartenblattes im Maßstab 1:25.000 - Prüfziffer
- Bezeichnung der Me(stelle)
- Die zuständige Gewässerdirektion
- Gemeinde
- Gauss-Krüger-Koordinaten
- Meßnetz
- Beginn der Beobachtung
- Meßpunktthöhe, Bezugspunkt über oder unter Geländehöhe
- Der betrachtete Grundwasserleiter
- Art des Grundwasseraufschlusses
- Durchmesser
- Filterstrecke
- Ausbautiefe
- Meßturnus
- Das verwendete Höhenbezugssystem:  
NN neu oder NN alt

Neben den Stammdaten der Meßstellen gibt es Angaben über:

- Aquifer (Schichten, Druckverhältnisse, Alter des Grundwassers, Tiefe der Aquiferbasis usw.)
- Quellen (Art, Schüttung, Art der Quellfassung usw.)
- Lysimeter (Art des Meßgerätes, Bodenüberdeckung, usw.)
- Regenmesser (Art des Meßgerätes, Nummer der Referenzstation, usw.)
- Einzugsgebiet, insbesondere über die vorhandenen Bodenarten

### *Datenauswertung und Bereitstellung*

Im Allgemeinen werden die Informationen durch die Gewässerdirektionen zur Verfügung gestellt. In Ausnahmefällen kann auch die LfU auf Anfrage die Informationen direkt zugänglich machen.

Les informations de la Grundwasserdatenbank peuvent être restituées sous plusieurs formes :

- ◆ Tableaux de données sélectionnées (données générales et piézométriques, en particulier les moyennes annuelles, semestrielles et mensuelles des niveaux piézométriques)
- ◆ Graphiques (évolution temporelle des cotes en un point sur une ou plusieurs années, en année calendaire ou hydrologique)  
(cf. exemple en annexe)

Des modules de calcul spécifiques ont été mis en place, qui permettent de nouvelles formes d'interprétation des données ; parmi celles-ci, on peut noter :

- la possibilité d'agrégner plusieurs points et d'obtenir pour cet ensemble de points les valeurs moyennes des cotes par jour, mois ou année,
- la possibilité de déterminer les corrélations et les différences existant entre deux séries de mesures,
- la possibilité de panacher des données d'identification (par exemple les coordonnées) et des mesures,
- la détermination de tendances linéaires.

Die in der Grundwasserdatenbank gespeicherten Informationen können verschiedenartig herausgegeben werden:

- ◆ als Tabellenauszug ausgewählter Daten (Stammdaten und Grundwasserstandsdaten, u.a. auch die Jahres-, Halbjahres- und Monatsmittel der Grundwasserstände),
- ◆ als graphische Darstellung (der zeitliche Verlauf der Grundwasserstände an einer Meßstelle für ein oder mehrere Jahre, in Kalender- oder hydrologischen Jahren ausgedrückt) (vgl. Beispiel im Anhang)

Besondere Auswerteprogramme wurden eingerichtet, mit deren Hilfe die Daten mit neuen Methoden ausgewertet werden können. Unter anderem gehören dazu:

- die Meßwerte aus einer Meßreihe zu aggregieren, indem Tages-, Monats- oder Jahresmittelwerte berechnet werden,
- die Möglichkeit, Korrelationen und Differenzen zwischen zwei Meßreihen darzustellen,
- die Möglichkeit, Stammdaten (zum Beispiel Koordinaten) und Meßwerte gleichzeitig darzustellen,
- die Bestimmung von Tendenzen und Trends.

### **1.3 RESEAU D'OBSERVATION ET BANQUE DE DONNEES PIEZOMETRIQUES EN TERRITOIRE SUISSE**

La plaine rhénane s'étend en Suisse sur une surface de 80 km<sup>2</sup>, soit 0,2% de la superficie du pays, ce qui représente moins de 1% de la superficie totale de la plaine. Malgré ces chiffres, cette petite part prend cependant une importance particulière, puisqu'elle correspond au passage du Haut Rhin au Rhin Supérieur. A cet endroit, le Rhin apporte à la plaine rhénane en moyenne 1.030 m<sup>3</sup>/s d'eau, ce qui représente un apport considérable et une proportion très importante de l'écoulement en aval.

Le suivi de la piézométrie en territoire suisse revêt donc un intérêt non négligeable pour la gestion de la nappe rhénane dans son ensemble. Ce suivi est assuré par les cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne. Les piézomètres suisses ne sont pas représentés sur les cartes, du fait de leur trop forte densité.

### **1.3 DAS MEßNETZ UND DIE GRUNDWASSERSTANDSDATENBANK AUF SCHWEIZERISCHEM GEBIET**

Die Oberrheinebene erstreckt sich auf einer Fläche von 80 km<sup>2</sup> bis auf das Gebiet der Schweiz. Dies entspricht 0,2% ihrer gesamten Landesfläche, wobei der Anteil an der Gesamtfläche der Oberrheinebene weniger als 1% ausmacht. Trotz dieses vergleichsweise geringen Prozentsatz kommt dem kleinen Bereich eine besondere Bedeutung zu, weil hier der Übergang vom Hoch- zum Oberrhein stattfindet. An dieser Stelle beträgt der Rheinzufluß zur Oberrheinebene im Mittel 1.030 m<sup>3</sup>/s, was einem beachtlichen, überproportionalen Beitrag des unterströmigen Abflusses gleichkommt.

Die Überwachung der Grundwasserstände auf Schweizer Gebiet ist daher für die Bewirtschaftung des gesamten oberrheinischen Grundwasserleiters von nicht unerheblichem Interesse. Die Überwachung wird durch die beiden Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft gewährleistet. Die Schweizer Grundwassermeßstellen sind aufgrund der zu hohen Dichte nicht auf den Karten eingezeichnet.

Un plan de localisation des piézomètres est joint à cette notice (cf. annexes 7 et 8).

### 1.3.1 DESCRIPTION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE

On distingue deux réseaux piézométriques :

- le réseau piézométrique du canton de Bâle-Ville,
- le réseau piézométrique du canton de Bâle-Campagne.

Le réseau piézométrique de Bâle-Ville est constitué de 39 points d'observation ; parmi ces 39 points, on distingue :

- 31 points gérés par le «Gewässerschutzamt Basel-Stadt», qui sont d'anciens forages ou d'anciens captages,
- 8 points gérés par divers services techniques de la ville, qui permettent un suivi de la piézométrie dans les périmètres des points de captage en eau potable.

Le réseau piézométrique de Bâle-Campagne, géré par l'«Amt für Umweltschutz und Energie» basé à Liestal, est constitué de 91 points d'observation, répartis sur 8 communes : Ergolztal, Homburgertal, Diegertal, Frenketal, Arisdörfertal, Rheintal, Laufental et Birstal.

Ces deux réseaux sont suivis régulièrement depuis 1980, mais certains points sont relevés depuis le début du siècle.

#### *Fréquence des observations et des relevés*

Les points d'observation de la piézométrie sont équipés :

- soit d'un piézographe, relevé une fois par mois, où l'enregistrement se fait en continu sur papier,
- soit d'un enregistreur digital, relevé deux fois par an, programmé pour une lecture variable dans le temps de la cote piézométrique : plus les variations de la piézométrie sont importantes sur un point donné, plus la densité des mesures est importante.

Certains points sont équipés d'un système de mesure de la température.

Ein Lageplan der Grundwassermeßstellen ist diesem Beiheft beigefügt (vgl. Anlage 7 und 8).

### 1.3.1 BESCHREIBUNG DES GRUNDWASSERSTANDSMEßNETZES

Man unterscheidet zwei Grundwasserstandsmeßnetze:

- das Grundwasserstandsmeßnetz des Kantons Basel-Stadt,
- das Grundwasserstandsmeßnetz des Kantons Basel-Landschaft.

Das Grundwasserstandsmeßnetz von Basel-Stadt umfaßt 39 Meßstellen, darunter:

- 31 Meßstellen, bestehend aus ehemaligen Bohrungen oder Brunnen. Sie werden vom Gewässerschutzamt Basel-Stadt unterhalten,
- 8 Meßstellen werden von verschiedenen Dienstbetrieben der Stadt unterhalten, die im Bereich der Trinkwassergewinnungsanlagen eine Überwachung der Grundwasserstände ermöglichen.

Das vom Amt für Umweltschutz und Energie mit Sitz in Liestal unterhaltene Grundwasserstandsmeßnetz von Basel-Landschaft besteht aus 91 Meßstellen, in den nachfolgenden 8 Talschaften verteilt : Ergolztal, Homburgertal, Diegertal, Frenketal, Arisdörfertal, Rheintal, Laufental und Birstal.

Diese beiden Meßnetze werden seit 1980 regelmäßig beobachtet ; einige Meßstellen darunter sogar seit Anfang des Jahrhunderts.

#### *Beobachtungsturnus*

Die Grundwasserstands-Meßstellen sind alternativ wie folgt ausgestattet :

- entweder mit einem Analogschreiber, der einmal im Monat abgelesen wird und bei dem eine permanente Aufzeichnung auf Papier erfolgt,
- oder mit einem digitalen Aufzeichnungsgerät, an dem die Daten zweimal im Jahr abgerufen werden und das auf ein zeitvariables Ablesen der Grundwasserstände eingestellt ist : Je mehr bedeutsame Grundwasserschwankungen eine Meßstelle aufweist, um so kürzer sind die Zeitintervalle zwischen den Messungen.

Einige Meßstellen sind mit einem Temperatur-Meß-System versehen.

### 1.3.2 STOCKAGE DES DONNEES

Il n'existe pas en Suisse de banque de données similaire à celles existant en France ou en Allemagne. Les données brutes sont simplement stockées sur PC.

Seules les références administratives des points de mesure sont stockées dans une base de données gérée par le «Gewässerschutzamt» pour le canton de Bâle-Ville et par l'«Amt für Umweltschutz und Energie» pour le canton de Bâle-Campagne.

Ces références sont :

- le numéro d'identification du piézomètre défini de la manière suivante :
  - Bâle-Ville :  
premier numéro = section du cadastre ou commune  
lettre = objet du forage (puits, piézomètre,...)  
second numéro = numéro d'ordre
  - Bâle-Campagne :  
premier numéro = commune  
lettre = objet du forage  
second numéro = numéro d'ordre dans l'objet du forage correspondant
- la commune
- le lieu-dit ou la rue
- les coordonnées planimétriques
- le type d'instrument de mesure

Les mesures piézométriques des deux cantons sont actuellement intégrées dans la banque géologique («Geologische Datenbank») de la région de Bâle, qui comprend déjà :

- les références des points d'observation de la piézométrie,
- la géologie du sondage.

Cette banque géologique est gérée par le «Geologisch-Paläontologisches Institut» de l'Université de Bâle.

#### *Documents consultables*

Chaque année sont édités :

- l'«Hydrographisches Jahrbuch - Kanton Basel-Stadt» réalisé par le «Gewässerschutzamt Basel-Stadt»,
- l'«Hydrographisches Jahrbuch - Kanton Basel-Landschaft» réalisé par l'«Amt für Umweltschutz und Energie».

### 1.3.2 SPEICHERUNG DER MEßWERTE

In der Schweiz gibt es keine der französischen oder der deutschen vergleichbare Datenbank. Die Speicherung der Rohdaten erfolgt ausschließlich mit Hilfe von Personalcomputern.

Lediglich die verwaltungstechnischen Referenzen der Meßstellen werden für den Kanton Basel-Stadt in einer vom Gewässerschutzamt und für den Kanton Basel-Landschaft vom Amt für Umweltschutz und Energie verwalteten Datenbasis geführt.

Diese Referenzen bestehen aus :

- der Identifikations-Nummer der Grundwassermessstelle ; sie wird wie folgt definiert :
  - Basel-Stadt :  
erste Nummer = Grundbuchsektion oder Gemeinde  
Buchstabe = Zweck der Bohrung (Brunnen, Piezometer, usw.)  
zweite Nummer = fortlaufende Numerierung
  - Basel-Landschaft :  
erste Nummer = Gemeinde  
Buchstabe = Zweck der Bohrung  
zweite Nummer = fortlaufende Numerierung innerhalb des entsprechenden Buchstabens
- Gemeinde
- Flurbezeichnung oder Straße
- Plankoordinaten
- Art des Meßgerätes

Die Grundwasserstandsmessungen beider Kantone werden zur Zeit in die Geologische Datenbank für den Großraum Basel integriert; diese enthält bereits:

- die Referenzen der Grundwasserstands-Meßstellen,
- die Schichtenverzeichnisse der Aufschlußbohrungen.

Diese geologische Datenbank wird vom Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Basel geführt.

#### *Veröffentlichungen*

Einmal jährlich erscheint:

- «Hydrographisches Jahrbuch - Kanton Basel-Stadt», erstellt vom Gewässerschutzamt Basel-Stadt,
- «Hydrographisches Jahrbuch - Kanton Basel-Landschaft», erstellt vom Amt für Umweltschutz und Energie.

Ces documents rassemblent les cartes de localisation et la liste des piézomètres du canton concerné.

Pour chaque piézomètre, les traitements suivants sont disponibles :

- un tableau des mesures piézométriques journalières pour l'année écoulée,
- moyennes, maxima, minima et amplitudes mensuels pour l'année écoulée,
- moyenne, maximum, minimum et amplitude annuels pour l'année écoulée,
- les moyennes mensuelles pour la période allant de 1980 à l'année écoulée,
- les maxima, minima et amplitudes mensuels et l'année correspondant à ces chiffres pour la période,
- moyenne, maximum, minimum et amplitude de la période de mesure.

## 1.4 ETUDE COMPARATIVE DES DIFFERENTS RESEAUX

L'objectif principal des différents réseaux d'observation de la piézométrie de part et d'autre du Rhin est la gestion patrimoniale de l'une des plus importantes ressources en eau potable d'Europe Centrale.

Des enregistreurs de données électroniques ont été mis en place en Allemagne, en France et en Suisse pour la rationalisation des mesures et l'interprétation des données. Les caractéristiques des matériels utilisés de part et d'autre du Rhin sont comparables. De même, les fréquences des relevés et les modes de stockage et de traitement des données piézométriques sont peu différentes.

La différence majeure existant entre les réseaux piézométriques allemands, français et suisses réside dans leur densité.

En Alsace, l'optimisation du réseau, réalisée dans les années 1970, a réduit le nombre de piézomètres à 198, en partant d'un chiffre d'environ 2.000 points d'observation, dont 400 étaient régulièrement observés. Cette optimisation était principalement basée sur le découpage de la nappe en secteurs homogènes quant aux variations piézométriques et la sélection dans chaque secteur ainsi défini de un ou deux points représentatifs.

Die Veröffentlichungen beinhalten Lagepläne und die Listen der Grundwassermeßstellen des betreffenden Kantons.

Für jede Grundwassermeßstelle stehen folgende Möglichkeiten der Bearbeitung zur Verfügung:

- Eine Tabelle der täglichen Grundwasserstandsmessungen für das vergangene Jahr,
- Die monatlichen Mittel-, Maximal- und Minimalwerte, sowie die monatlichen Amplituden für das Vorjahr,
- Den jährlichen Mittel-, Maximal- und Minimalwert, sowie die Jahresamplituden für das Vorjahr,
- Die monatlichen Mittelwerte für den Zeitraum von 1980 bis zum Vorjahr,
- Die auf den Monat bezogenen Maximal- und Minimalwerte, sowie die Monatsamplituden und - bezogen auf denselben Zeitraum - das diesen Werten analog verlaufene Jahr,
- Den Mittel-, Maximal- und Minimalwert, sowie die Amplituden der Meßperiode.

## 1.4 VERGLEICH DER VERSCHIEDENEN MEßNETZE

Das übergeordnete Ziel der verschiedenen links- und rechtsrheinischen Grundwasserstands-Beobachtungsnetze ist es, eine der wichtigsten zentraleuropäischen Trinkwasserressourcen nachhaltig zu bewirtschaften.

Zur Rationalisierung des Messaufwands und der Datenauswertung wurden in Deutschland, in Frankreich und in der Schweiz elektronische Datensammler eingeführt. Die Eigenschaften der beiderseits des Rheins eingesetzten Geräte sind vergleichbar. Ebenso bestehen in der Ablesefrequenz und der Art der Speicherung und Bearbeitung der Grundwasserstandsdaten nur geringe Unterschiede.

Die wesentliche Unterscheidung zwischen deutschem, französischem und schweizerischem Grundwasserstandsmeßnetz ist die ungleiche Meßstellendichte.

Im Elsaß wurde durch die in den 70er Jahren vorgenommene Meßnetz-Optimierung die Anzahl der Meßstellen von ursprünglich etwa 2.000 - bei 400 regelmäßig überwachten Meßstellen - auf 198 reduziert. Diese Optimierung beruhte im wesentlichen auf einer Unterteilung der Grundwasseroberfläche in, hinsichtlich der Grundwasserspiegelschwankung, einheitliche Sektoren und die Auswahl einer oder zweier repräsentativen Meßstellen für jeden derartig definierten Sektor.

Cette sélection a été effectuée selon différents critères, en particulier :

- la qualité des observations,
- la situation plus ou moins centrale du point d'observation à l'intérieur de la zone,
- l'historique des relevés (le plus long et le plus complet possible),
- les caractéristiques connues du point d'eau (profondeur, diamètre,...) afin de s'assurer de la pérennité des mesures,
- la facilité d'accès.

Côté allemand, cette optimisation est en cours de réalisation : elle a pour objectif une réduction de 30% du nombre de points observés régulièrement. Les puits d'observation jugés inaptes devraient être supprimés courant 1996. Le réseau piézométrique concernant l'aquifère rhénan côté allemand comprendra alors environ 1.500 points d'observation.

En plus d'un allègement des réseaux transfrontaliers, l'optimisation consiste également à compléter ces réseaux dans les secteurs présentant des défauts d'information. Cet élargissement se déroule en France et en Allemagne en tenant compte des objectifs propres à chacun des réseaux, et avec l'aide du modèle hydrodynamique à grande échelle.

Côté français, la réalisation des cartes piézométriques a mis en évidence des lacunes d'information au niveau du Rhin, du piémont vosgien dans les cônes de déjection des cours d'eau vosgien, et à proximité de certains cours d'eau.

Diese Auswahl wurde nach verschiedenen Kriterien getroffen, wobei vor allem zu nennen sind :

- die Qualität der Beobachtungen,
- die mehr oder weniger zentrale Lage der Meßstelle innerhalb des Sektors,
- der Beobachtungszeitraum (möglichst lange und möglichst vollständig),
- die technischen Merkmale der Meßstelle (Tiefe, Durchmesser usw.), um die Kontinuität der Messungen zu gewährleisten,
- der Zugang zur Meßstelle.

Auf deutscher Seite ist diese Optimierung zur Zeit im Gange: Ziel ist eine Reduzierung der regelmäßig beobachteten Meßstellen um ca. 30%. Die als ungeeignet eingestuften Grundwassermeßstellen sollen im Lauf des Jahres 1996 aus dem Landesmeßnetz genommen werden. Das auf deutscher Seite vorhandene Grundwasserstandsmeßnetz des Oberrheinaquifers wird dann noch ca. 1.500 Meßstellen umfassen.

Neben der Ausdünnung der grenzüberschreitenden Meßnetze, soll diese Optimierung gleichzeitig zu einer Ergänzung der Meßnetze in Bereichen mit Informationsdefiziten beitragen. Diese Ausweitung wird sowohl in Frankreich als auch in Deutschland unter Berücksichtigung der spezifischen Zielsetzung des jeweiligen Meßnetzes und mit Hilfe des großräumigen Grundwasserströmungsmodells durchgeführt.

Auf der französischen Seite hat sich im Verlauf der Erstellung der Karten der Grundwasserhöhengleichen gezeigt, daß im Bereich des Rheins, im Bereich der Vorbergzone der Vogesen und auch in der Nähe einiger Fließgewässer noch Informationslücken bestehen.

## **2. REALISATION DES TRAVAUX CARTOGRAPHIQUES**

### **2. VORGEHENSWEISE BEI DER KARTOGRAPHISCHEN DARSTELLUNG**

#### **2.1 OBJECTIF**

L'objectif de la cartographie de la piézométrie des eaux souterraines était de permettre l'analyse du comportement de la nappe ; pour cela, il importait de pouvoir :

- délimiter la nappe
- connaître la profondeur de la nappe (besoins des bureaux d'étude, des bureaux d'architectes, des particuliers, etc...)
- déterminer le sens d'écoulement, la vitesse de transfert et la perméabilité.

La cartographie de la piézométrie, figurant les conditions aux limites géologiques et hydrodynamiques, est le document essentiel de synthèse d'une étude hydrogéologique. Elle est indispensable au calage des modèles mathématiques de simulation hydrodynamique.

#### **2.2 OPTIONS RETENUES**

L'échelle retenue pour la réalisation de la cartographie est le 1:50.000, essentiellement pour des questions de lisibilité des cartes et de facilité de représentation de la zone étudiée : l'échelle a en effet été choisie en tenant compte de la densité des points de mesure et des fonds topographiques existants.

La vallée du Rhin Supérieur a ainsi été découpée en cinq secteurs, qui sont, du Nord au Sud :

- le secteur de Haguenau/Rastatt
- le secteur de Strasbourg/Offenburg
- le secteur de Sélestat/Lahr
- le secteur de Colmar/Freiburg
- le secteur de Mulhouse/Basel/Lörrach

Un plan d'assemblage des cartes est consultable en annexe de la présente notice. Il permet de situer les limites géographiques de chaque carte.

#### **2.1 ZIELSETZUNG**

Durch die Kartierung der Grundwasserstände sollte es ermöglicht werden, das Grundwasserverhalten zu analysieren; dazu war es nötig:

- den Grundwasserleiter abzugrenzen;
- den Flurabstand des Grundwasserspiegels zu kennen (für die Zwecke von Ingenieurbüros, für Architekte, für Privatleute, usw.);
- die Grundwasserfließrichtung, die Fließgeschwindigkeit und die Durchlässigkeit zu ermitteln.

Die kartographische Darstellung der Grundwasserstände in Zusammenhang mit den geologischen und hydrodynamischen Randbedingungen, ist das grundlegende Synthesedokument einer hydrogeologischen Studie. Sie ist zur Eichung mathematischer Grundwasserströmungsmodelle unentbehrlich.

#### **2.2 GRUNDLAGEN**

Die Karten wurden im Maßstab 1:50 000 hergestellt, damit die Lesbarkeit gewährleistet und das Untersuchungsgebiet darstellbar bleibt: der Maßstab wurde nämlich aufgrund der Meßpunktdichte und der vorhandenen Kartenhintergründe gewählt.

Dementsprechend wurde der Oberrheingraben in folgende 5 Teilbereiche unterteilt, in der Folge von Nord nach Süd :

- der Raum Haguenau/Rastatt
- der Raum Strasbourg/Offenburg
- der Raum Selestat/Lahr
- der Raum Colmar/Freiburg
- der Raum Mulhouse/Basel/Lörrach

Ein Plan mit der Kartenaufteilung befindet sich im Anhang dieses Beiheftes. Ihm können die geographische Grenzen der einzelnen Karten entnommen werden.

Le groupe d'experts «Qualité de l'eau et Hydrobiologie» a choisi d'éditer dans un premier temps la carte piézométrique pour le secteur de Strasbourg/Offenburg, ce qui a permis d'acquérir une première expérience de coopération. Cette expérience s'est avérée très utile lors de la deuxième phase de travail qui consistait à étendre la cartographie à l'ensemble du secteur étudié.

Les cartes ont été réalisées en période de basses eaux à la date du 9 septembre 1991 pour la partie allemande et du 10 septembre 1991 pour la partie française. Cette date correspond pour la grande majorité des ouvrages au niveau le plus bas enregistré au cours de l'année 1991, qui par ailleurs se caractérise par des niveaux déjà relativement bas par rapport aux années précédentes.

La faible densité du réseau piézométrique, en particulier à proximité des cours d'eau, rend délicate l'édition de cartes piézométriques générales en hautes eaux. Cette situation hydrologique, où la nappe peut être affleurante ou subaffleurante, doit être examinée à l'occasion d'études plus détaillées par consultation directe des services gérant les bases de données.

Pour la limite de la nappe, deux définitions, harmonisées de part et d'autre du Rhin, ont été retenues:

- celle des alluvions résistantes épaisse, correspondant à la limite de l'aquifère principal dans la plaine du Rhin, représentative de la partie productive de la nappe, et qui sera celle utilisable lors de travaux de modélisation hydrodynamique. Elle constitue également la limite du tracé des isopières, la densité du réseau au-delà de cette limite étant trop faible pour un tracé d'une précision satisfaisante,
- celle des alluvions en bordure du Fossé rhénan, plus large, devant être retenue pour les problèmes qualitatifs car englobant l'ensemble des secteurs d'alimentation directe de la nappe phréatique ; ce contour délimite une zone que les décideurs en matière d'aménagement du territoire devront considérer comme particulièrement importante.

Der Expertenausschuß «Wasserqualität und Hydrobiologie» hat sich dafür entschieden, vorläufig zuerst den Grundwassergleichenplan für den Bereich Straßburg/Offenburg herauszugeben. Dabei konnten erste Erfahrungen hinsichtlich der Zusammenarbeit gewonnen werden. Diese Erfahrungen haben sich im Laufe der zweiten Arbeitsphase, bei der es darum ging, die Kartierung auf das gesamte Untersuchungsgebiet auszudehnen, als nützlich erwiesen.

Die Karten wurden für einen Stichtag mit Niedrigwasser erstellt, und zwar wurde als Stichtag für den deutschen Teilbereich der 9. September 1991 und für den französischen der 10. September 1991 gewählt. Für die meisten Grundwassermeßstellen entspricht dieses Datum dem niedrigsten Grundwasserstand, der im Verlauf des Jahres 1991 gemessen wurde; allerdings zeichnet sich dieses Jahr - verglichen mit den vorhergehenden - sowieso durch relativ niedrige Grundwasserstände aus.

Wegen der geringen Dichte des Grundwasserstandsmeßnetzes, vor allen Dingen in der Nähe der Flussläufe, ist es schwierig, Grundwassergleichenpläne für Hochwassersituationen zu erstellen. Diese hydrologische Situation, bei der der Grundwasserspiegel entweder ganz freiliegt oder nicht weit von der Erdoberfläche entfernt ist, ist nur im Rahmen genauerer Untersuchungen mit direkter Rücksprache bei den zuständigen Dienststellen abzuklären.

Für die Abgrenzung des Grundwasserleiters wurden einheitlich beiderseits des Rheins zwei Definitionen zugrundegelegt :

- einmal die Verbreitung der mächtigen Flussablagerungen, entsprechend der Begrenzung des Hauptaquifers in der Rheinebene und damit des produktiven Anteils des Grundwasserleiters. Außerdem wurde diese Grenze auch bei der Erstellung der Grundwasserströmungsmodells verwendet. Sie ist die Begrenzung für die Grundwasserhöhengleichen, weil darüber hinaus die Meßnetzdichte zu gering ist, um noch Isolinien mit ausreichender Genauigkeit zu konstruieren,
- zum anderen die breitere Begrenzung der Flussablagerungen in den Randbereichen des Rheintalgrabens; sie muß aufgrund qualitativer Probleme berücksichtigt werden, weil sie die gesamten Grundwassereintragsflächen umschließt; ihre Umfassung begrenzt einen Bereich, dem die regionalplanerischen Entscheidungsträger besondere Bedeutung beimessen dürften.

Il faut noter que, pour le secteur de Haguenau/Rastatt, une limite supplémentaire apparaît sur la carte : celle de l'aquifère des alluvions plio-quaternaires (Pliocène de Haguenau), qui correspond au talus le long duquel la nappe du Pliocène se déverse dans la nappe rhénane.

## 2.3 ASSEMBLAGE DES FONDS DE PLAN

Les fonds de carte à 1/50.000 servant de base à la cartographie piézométrique ont été fournis par l’Institut Géographique National (IGN) (éditions 1986, 1987, 1989, 1990, 1991 ou 1993) pour la France et par le Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (édition 1992) pour l’Allemagne.

Les fonds topographiques comprennent :

- les limites administratives
- les infrastructures routières
- le couvert forestier
- le réseau hydrographique et les plans d'eau
- les courbes de niveau

L’assemblage des fonds de plan allemands et français ainsi que les travaux de rédaction cartographique et d’impression ont été confiés à l’IGN.

## 2.4 ECHANGES DE DONNEES ET TRACE DES ISOPIEZES

L’une des principales difficultés rencontrées lors de la mise en commun transfrontalière des données a résidé dans le transfert des coordonnées planimétriques et altimétriques.

### *Coordonnées planimétriques*

Côté français sont utilisées les coordonnées en projection conique Lambert suivant plusieurs zones (Lambert Nord et Centre pour l’Alsace). Les données de la banque piézométrique sont stockées en coordonnées Lambert 2 Etendu qui couvrent toute la France. Une opération de conversion permet le passage aux coordonnées UTM (Universal Transversal Mercator) fuseau 32.

Côté allemand est utilisé le système de projection cylindrique Gauss-Krüger. Une opération de conversion permet le passage aux coordonnées UTM.

Schließlich muß noch angefügt werden, daß für den Teilbereich Haguenau/Rastatt auf der Karte eine weitere Grenze ersichtlich ist: die des im Bereich der jungtertiären Sedimente ausgebildeten Aquifers (Pliozän von Haguenau); längs dieser Linie entwässert der pliozäne Grundwasserleiter in den Rheinaquifer.

## 2.3 ZUSAMMENSETZUNG DER PLANHINTERGRÜNDE

Als Grundlage für die kartographische Darstellung der Grundwasserstände dienten Kartenhintergründe im Maßstab 1:50.000, in Frankreich des Institut Géographique National (IGN) (Ausgaben 1986, 1987, 1989, 1990, 1991 oder 1993) und in Deutschland des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg (Ausgabe 1992).

Die topographischen Unterlagen enthalten :

- die Verwaltungsgrenzen
- das Straßen- und Wegenetz
- den Waldbestand
- das Gewässernetz und die Wasserflächen
- die Höhenlinien

Das Zusammensetzen der deutschen und französischen Planhintergründe, die kartographische Ausarbeitung und die Drucklegung der Karten wurden dem IGN übertragen.

## 2.4 DATENAUSTAUSCH UND KONSTRUKTION DER GRUNDWASSER-HÖHENGLEICHEN

Ein grundlegendes Problem, das im Verlauf der grenzüberschreitenden Datenvereinheitlichung aufgetreten ist, war die Umrechnung von Plankoordinaten und Geländehöhen.

### *Plankoordinaten*

Auf französischer Seite werden die Koordinaten nach der konischen Lambert-Projektion berechnet, und zwar für verschiedene Zonen («Lambert Nord» und «Lambert Centre» für das Elsaß). Die Daten der Grundwasserstandsdatenbank werden im System «Lambert 2 Etendu» gehalten, das die gesamte Fläche von Frankreich abdeckt. Eine Umrechnung ermöglicht die Umwandlung in UTM-Koordinaten (Universal-Transversal-Mercator-Projektion) Zone 32.

Auf deutscher Seite wird das System der zylindrischen Gauss-Krüger-Projektion verwendet. Mit Hilfe einer Rechenoperation können daraus die UTM-Koordinaten ermittelt werden.

Le transfert des coordonnées se fait donc par l'intermédiaire des coordonnées UTM, chaque partenaire les retransformant dans son propre système de projection.

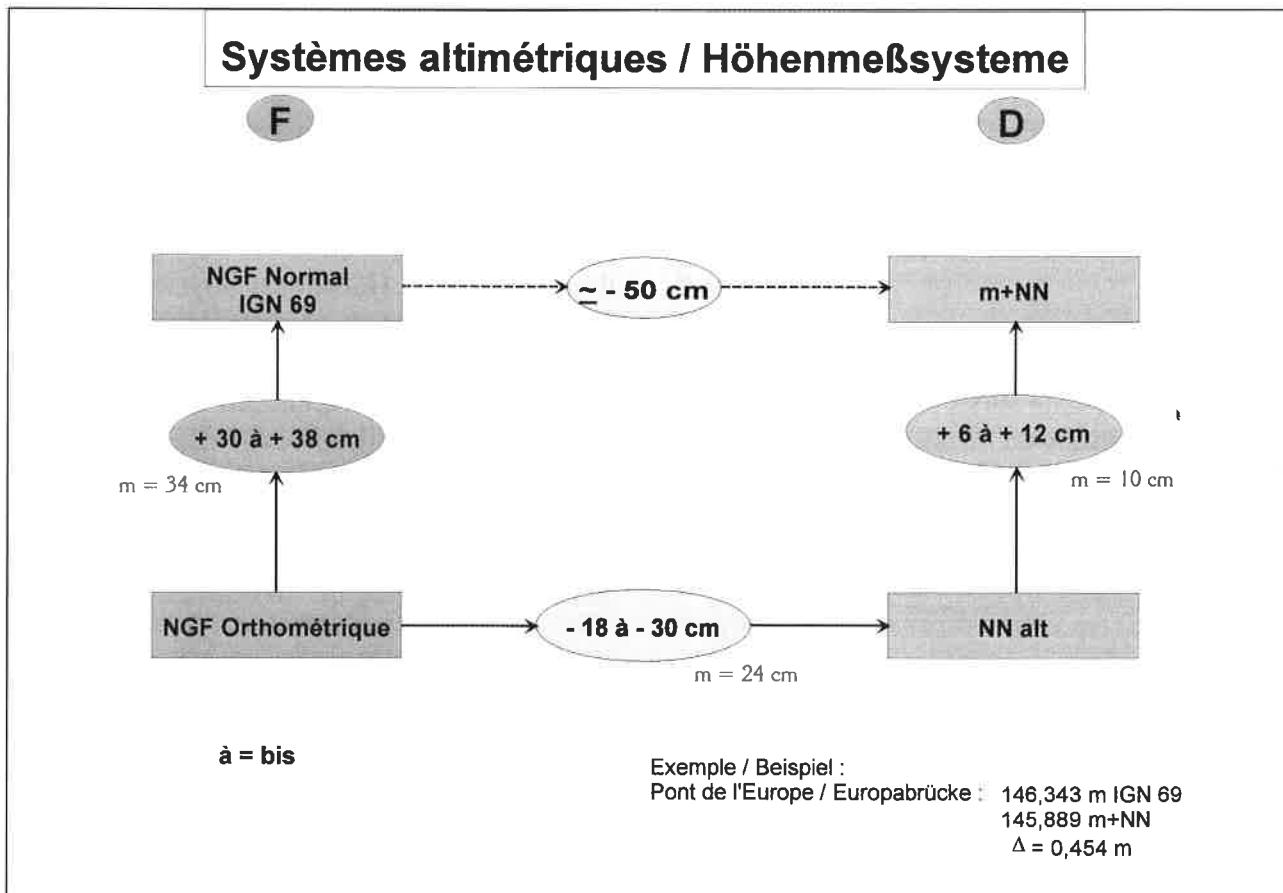
Dementsprechend erfolgt die Übermittlung von Koordinaten über die Umwandlung in UTM-Koordinaten; die einzelnen Partnern verwandeln sie dann wieder in die Koordinaten ihres eigenen Projektionssystems zurück.

## *Coordonnées altimétriques*

Côté français, le système altimétrique NGF orthométrique était en vigueur jusqu'aux années 1970, relayé par le système NGF normal (NGF : nivellement général de la France) ou IGN 69. De même, côté allemand, le système altimétrique «NN alt» (Normal Null ancien) a été remplacé par un nouveau repère «NN» (Normal Null).

## Geländehöhen

Auf französischer Seite verwendete man bis in die 70er Jahre das Höhensystem «NGF orthométrique», das vom System «NGF normal» (NGF = nivellement général de la France) oder auch «IGN 69» abgelöst wurde. Ebenso hat man auf deutscher Seite das Höhenbezugssystem NN alt durch das neue System NN ersetzt.



Il n'existe pas de méthode de conversion simple de NN nouveau en NGF normal. Il est par contre possible côté allemand et côté alsacien de recalculer les altitudes en NN alt, qui est le seul système de référence commun actuellement disponible. Lorsqu'une précision centimétrique est indispensable, en particulier pour la comparaison de mesures piézométriques, il est nécessaire de convertir les données altimétriques dans ce système ancien.

De façon à faciliter le lien entre cartes et banques de données piézométriques, les courbes isopièzes ont été tracées en m IGN 69 pour la partie française et en m+NN pour la partie allemande. Cette manière de procéder permet une utilisation plus simple et plus adaptée des cartes de part et d'autre du Rhin tout en préservant les informations relatives au comportement et au sens d'écoulement des eaux souterraines, la cartographie piézométrique ayant été conçue plus particulièrement pour les autorités, les établissements d'enseignement supérieur, les villes et les communes, les entreprises, les syndicats,... qui ont tous l'habitude de travailler dans leur système altimétrique national.

Pour simplifier la lecture de la carte, les courbes isopièzes pour la partie suisse ont été tracées en m IGN 69 en rive gauche du Rhin et en m+NN en rive droite du Rhin.

### *Repérage des piézomètres*

Chaque point d'observation de la piézométrie en France et en Allemagne est identifiable par son numéro d'identification : ce numéro est défini grâce à la position du point d'observation à l'intérieur d'un carroyage, celui du BRGM côté français (basé sur la carte topographique au 1:50.000 découpée en huitièmes de feuille), celui du «Landesvermessungsamt» (LVA) côté allemand (basé sur les cartes topographiques au 1:25.000 auxquelles correspond un numéro à 3 chiffres).

Le carroyage utilisé par le BRGM et celui utilisé par le LVA sont strictement parallèles : il a donc été possible de les faire apparaître tous les deux sur les cartes, ce qui permet le repérage des piézomètres.

La densité des piézomètres est telle côté allemand que des agrandissements ont été ajoutés en bordure de carte pour les zones où les piézomètres sont très rapprochés (bordure du Rhin).

Für die Umwandlung von NN auf NGF normal gibt es keine einfache Umrechnungsmethode. Beide Höhensysteme lassen sich jedoch auf NN alt umrechnen - zur Zeit das einzige gemeinsam zur Verfügung stehende Bezugssystem. Werden zum Beispiel für den Vergleich von Grundwasserständen cm-genaue Angaben benötigt, so muß auf dieses alte System zurückgegriffen werden.

Um die Kommunikation zwischen Karten und Grundwasserstandsdatenbanken zu vereinfachen, wurden für das französische Teilgebiet die Grundwasserhöhengleichen in m IGN 69 und für das deutsche in m+NN konstruiert. Durch diese Vorgehensweise können die Karten beiderseits des Rheins möglichst einfach und den Verhältnissen entsprechend verwendet werden und dennoch ihre Informationen hinsichtlich Grundwasserverhalten und -fließrichtung bewahren. Schließlich hatte man bei der Kartierung der Grundwasserstände in erster Linie an die Behörden, die höheren Bildungseinrichtungen, die Städte und die Gemeinden, die Industrie und die Zweckverbände gedacht - all diejenigen, die es gewohnt sind, in ihrem nationalen Höhenbezugssystem zu rechnen.

Um den Gebrauch der Karte zu vereinfachen, wurden die Grundwassergleichen für das linksrheinische Schweizer Teilgebiet in m IGN 69 und für das rechtsrheinische Schweizer Teilgebiet in m+NN konstruiert.

### *Standortsbestimmung der Grundwassermeßstellen*

Jede französische und deutsche Grundwassermeßstelle ist anhand ihrer Erkennungsnummer zu identifizieren : Diese Nummer ergibt sich aus der Position der Meßstelle innerhalb eines Gitternetzes, auf französischer Seite dasjenige des BRGM (auf Grundlage der topographischen Karte im Maßstab 1:50.000, die in Blattachsel untergliedert ist), auf deutscher Seite dasjenige des Landesvermessungsamtes LVA (auf Grundlage der topographischen Karte TK 25, der jeweils eine dreistellige Nummer zugeordnet ist).

Die vom BRGM und dem LVA verwendeten Gitternetze verlaufen streng parallel : Für die Lagebestimmung der Grundwassermeßstellen war es daher möglich, beide Gitter gleichzeitig auf den Karten darzustellen.

Wegen der teilweise hohen Meßstellendichte auf deutschem Gebiet, wurden die Bereiche, in denen die Meßstellen sehr nahe beieinander liegen (Rheinufer) am Kartenrand noch einmal vergrößert dargestellt.

## *Tracé des isopièzes*

Les isopièzes ont été tracées par la Landesanstalt für Umweltschutz et par le SEMA, administrateurs des banques de données piézométriques de part et d'autre du Rhin. L'équidistance des courbes est de 1 mètre (5 mètres pour la nappe du Pliocène).

Côté français, le tracé des isopièzes a été effectué par interpolation des niveaux piézométriques en raison de la densité limitée du réseau piézométrique. Les courbes ont néanmoins été tracées en s'appuyant sur une bonne connaissance du terrain, sur des cartes piézométriques plus anciennes et localement plus précises et en tenant compte, implicitement, des lois générales physiques décrivant la surface piézométrique.

Côté allemand, le tracé des isopièzes a été effectué selon le même schéma qu'en France. La différence réside dans le fait que la densité des piézomètres permet un tracé automatique par ordinateur relativement précis. Les interprétations hydrogéologiques et les retouches sont en cela plus limitées.

L'ensemble des courbes isopièzes ont été dessinées en trait plein, cependant elles ne rendent pas compte de la même précision partout. L'idée de départ de réaliser des tracés en pointillés pour les isopièzes moins précises a été abandonnée pour des raisons de clarté et de lisibilité de la carte et pour une plus grande harmonie de part et d'autre du Rhin. Plus particulièrement en bordure de nappe et à proximité des cours d'eau, l'utilisateur devra être conscient que la qualité du tracé est liée à la densité du réseau d'observation et donc à la proximité des points de mesure indiqués sur la carte.

Une harmonisation des tracés au niveau du Rhin a été réalisée en fonction :

- des données piézométriques existantes, notamment du côté allemand où le réseau à proximité du Rhin est plus dense,
- du profil en long du Rhin et de sa ligne d'eau à la date retenue pour la carte piézométrique,
- de l'écart variable existant entre les deux systèmes altimétriques,
- des mesures historiques et des cartes anciennes qui avaient été réalisées à partir d'un certain nombre de stations qui n'existent plus,

## *Konstruktion der Grundwassergleichen*

Die Konstruktion der Grundwassergleichen wurde bei der Landesanstalt für Umweltschutz und dem SEMA ausgeführt, die auf der jeweiligen Rheinseite die Grundwasserstandsdatenbanken betreiben. Die Isolinienabstände betragen 1 Meter (5 Meter für den pliozänen Grundwasserleiter).

Wegen des weniger dichten Meßstellennetzes erfolgt auf der französischen Seite die Konstruktion der Grundwassergleichen mittels Interpolation der Standrohrspiegelhöhen. Bei der Gestaltung des Linienverlaufs stützte man sich sowohl auf die guten Geländekenntnisse als auch die älteren, stellenweise genaueren Grundwassergleichenpläne und hielt sich an die bezüglich einer Grundwasseroberfläche allgemein gültigen physikalischen Gesetze.

Auf deutscher Seite wurde die Konstruktion der Grundwassergleichen nach dem selben Schema wie in Frankreich durchgeführt. Der Unterschied bestand darin, daß aufgrund der größeren Dichte des Meßnetzes eine relativ präzise automatische Kurvenzeichnung mit Hilfe des Computers möglich war. Hydrogeologische Interpretationen und Korrekturen waren daher nur in geringerem Umfang erforderlich.

Obwohl der Verlauf der Grundwassergleichen nicht an allen Stellen mit derselben Exaktheit ermittelt werden kann, werden sie generell als durchgezogene Linien abgebildet. Auf die anfängliche Idee, die weniger sicheren Grundwassergleichen gepunktet darzustellen, wurde zugunsten der größeren Deutlichkeit und Lesbarkeit der Karten und wegen der größeren Einheitlichkeit beiderseits des Rheins verzichtet. Vor allem in den Randbereichen des Grundwasserleiters und in der Nähe von Flußläufen, muß sich der Benutzer darüber im Klaren sein, daß die Güte der Darstellung von der Meßnetzdichte abhängt und somit auch von der Nähe der auf der Karte eingezeichneter Meßstellen.

Im Bereich des Rheins hing die Angleichung des Gleichenverlaufs von folgenden Faktoren ab :

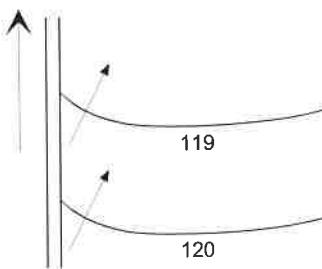
- den vorhandenen Grundwasserstandsdaten, insbesondere auf deutscher Seite, wo das Meßnetz in Rheinnähe dichter ist,
- dem Rheinprofil und seiner Wasserführung an dem für den Grundwassergleichenplan zugrunde gelegten Stichtag,
- der variablen Abweichung beider Höhenbezugssysteme,
- dem Vorliegen älterer Meßwerte und Pläne, die auf Grundlage einer bestimmten Anzahl nicht mehr vorhandener Meßstellen erstellt wurden,

de l'influence des ouvrages existant sur les cours d'eau et des prélèvements importants sur la nappe, des résultats du modèle hydrodynamique et en particulier la connaissance des tronçons drainants ou infiltrants des eaux superficielles.

Les décalages qui subsistent entre les tracés piézométriques de part et d'autre du Rhin, même après l'harmonisation des tracés, s'expliquent par des différences de système altimétrique, mais aussi par les aménagements du Rhin (canal, contre-canal du côté français), qui, selon leur rôle et leur efficacité, influencent de façon différente le niveau de la nappe sur les deux rives du Rhin.

De la même manière, les digues et barrages au niveau du Rhin peuvent modifier les niveaux piézométriques :

- à l'amont de ces ouvrages, le cours d'eau alimente la nappe :



- à l'aval, le cours d'eau draine la nappe :

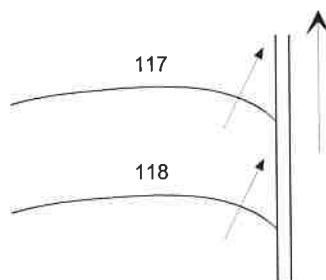
- dem Einfluß vorhandener Wasserbauwerke und bedeutender Grundwasserentnahmen,
- den Ergebnissen des Grundwasserströmungsmodells und vor allem der Kenntnis der dränierenden oder infiltrierenden Stromstrecken.

Die auch nach der Angleichung noch vorhandenen Verschiebungen zwischen den Grundwassergleichen beiderseits des Rheins erklären sich einerseits durch die Unterschiede der Höhenbezugssysteme, andererseits aber auch durch wasserbauliche Einrichtungen (Kanal, Gegenkanal auf der französischen Seite), die - ihrer Aufgabe und ihren Auswirkungen entsprechend - auf beiden Rheinseiten den Grundwasserspiegel in unterschiedlicher Weise beeinflussen.

Gleichermaßen können sich durch Staustufen und Hochwasserdämme im Bereich des Rheins die Grundwasserstände verändern :

- in den Grundwasserleiter infiltrierender Wasserlauf im Oberstrom der Flußbauten :

- dränierender bzw. exfiltrierender Wasserlauf im Unterstrom :



Enfin, les gravières créent à leur proximité des effets de plateau, la surface piézométrique étant horizontale à leur niveau, mais elles engendrent une baisse de niveau à l'amont et une augmentation à l'aval.

Im Bereich von Baggerseen entstehen schließlich sogenannte «Plateau-Effekte» mit horizontaler Grundwasseroberfläche, wobei sich oberstromig eine Versteilung des Grundwassergefälles und abstromig eine Verflachung ausbildet.

### **3. ANALYSE DES CARTES**

### **3. AUSWERTUNG DER KARTEN**

#### **3.1 INCERTITUDE SUR LES TRACES A PROXIMITE DES COURS D'EAU ET EN BORDURE DE NAPPE**

La précision des tracés dépend de la densité des piézomètres : plus le réseau d'observation est lâche, plus l'imprécision du tracé est grande.

Les isopièzes sont en effet construites par interpolation des mesures ponctuelles effectuées sur les réseaux d'observation de la piézométrie. Le réseau étant peu dense côté français, il existe une incertitude plus importante sur les tracés notamment à proximité des cours d'eau et en bordure de nappe, où les battements sont importants et les conditions hydrogéologiques très variables (présence de nappes perchées, horizons imperméables, anciens bras de cours d'eau). Ces secteurs sont également ceux dans lesquels les variations de niveau sont très rapides suite au passage d'une crue de cours d'eau.

Certains tracés d'isopièzes sont donc à considérer avec les réserves qui s'imposent.

Par contre, au centre de la plaine où les écoulements sont homogènes, le réseau de mesure existant permet un tracé très précis des isopièzes.

Pour la nappe du Pliocène de Haguenau, l'imprécision du tracé est due au faible nombre de données existant sur ce secteur.

#### **3.2 ZONES D'INFLUENCE DES COURS D'EAU SUR LA PIEZOMETRIE**

Les zones d'influence des eaux superficielles sur la piézométrie n'ont été déterminées que du côté français. Elles ont été définies grâce à une analyse détaillée du comportement de la nappe sur chaque piézomètre du réseau d'observation alsacien. Ce travail a été réalisé par le SEMA. Ces zones sont représentées sur la carte en annexe.

#### **3.1 UNSICHERHEITEN DER LINIENFÜHRUNG IN DER NÄHE VON FLIEßGEWÄSSERN UND IN DEN RANDBEREICHEN DES GRUNDWASSERLEITERS**

Die Konstruktionsgenauigkeit hängt von der Meßstellendichte ab : je dünner das Meßnetz, desto ungenauer auch der Kurvenverlauf.

So werden die Grundwassergleichen durch Interpolation der über das Grundwasserstandsmeßnetz durchgeführten punktuellen Messungen konstruiert. Wegen der geringen Meßstellendichte auf der französischen Seite bestehen hinsichtlich des Kurvenverlaufs in der Nähe von Wasserläufen und in den Randbereichen des Grundwasserleiters größere Unsicherheiten, weil insbesondere dort stärkere Grundwasserspiegelschwankungen und veränderliche hydrogeologische Bedingungen auftreten können (hängende Grundwasserhorizonte, wasserundurchlässige Schichten, ehemalige Flussläufe). Bei Hochwasserführung der Wasserläufe verändern sich die Grundwasserstände vorwiegend in diesen Bereichen besonders schnell.

Einige Linien sind daher mit gewissem Vorbehalt zu betrachten.

Demgegenüber erlaubt das bestehende Meßnetz im zentralen Bereich der Oberrheinebene, dort wo eine einheitliche Grundwasserströmung vorliegt, eine sehr genaue Konstruktion der Grundwassergleichen.

Was den pliozänen Grundwasserleiter von Haguenau angeht, erklärt sich die Ungenauigkeit aus den wenigen, über diesen Bereich vorliegenden Informationen.

#### **3.2 DURCH FLIEßGEWÄSSER BEEINFLUSSTE BEREICHE**

Die Bereiche, in denen die Grundwasserstände durch Oberflächengewässer beeinflußt werden, wurden nur auf der französischen Seite bestimmt. Sie wurden durch eine Detailanalyse des Verhaltens jeder einzelnen Grundwassermeßstelle des elsässischen Meßnetzes ermittelt. Diese Arbeit wurde beim SEMA durchgeführt. Die einzelnen Zonen sind auf der Karte im Anhang dargestellt.

La définition de ces zones pour l'ensemble de la Vallée du Rhin Supérieur pourra être un résultat de la modélisation hydrodynamique actuellement en cours de réalisation.

### **3.3 PROFONDEUR DU TOIT DE LA NAPPE, GRADIENT PIEZOMETRIQUE, SENS ET VITESSE D'ECOULEMENT**

Ces différents paramètres, et en particulier la profondeur du toit de la nappe, sont des facteurs de vulnérabilité de la nappe.

Leur connaissance est donc importante dans le cadre de la lutte contre la pollution de l'eau souterraine, car elle peut permettre de répondre à deux préoccupations principales :

- la prévention par la localisation des zones sensibles (zones où la nappe est proche du sol par exemple), dans lesquelles une pollution peut affecter gravement l'eau souterraine et la connaissance de la propagation des polluants dans le cas d'une polluante avérée,
- la protection par la mise en place d'aménagements spéciaux, de périmètres de protection des captages d'eau potable et de réseaux de qualité.

Ces deux actions nécessitent en effet la prévision de la migration et de l'évolution des polluants dans le sol et dans le sous-sol, qui peut s'appuyer sur les valeurs de profondeur de nappe, du gradient piézométrique et de vitesse d'écoulement.

Cette connaissance de la piézométrie des eaux souterraines est indispensable au calage du modèle mathématique de simulation hydrodynamique, qui reste le seul outil permettant de prévoir l'impact quantitatif et qualitatif à court et à long terme d'une intervention sur la nappe.

Die Bestimmung dieser Zonen für den gesamten Oberrheingraben wird sich aus dem zur Zeit in Bearbeitung befindlichen Grundwasserströmungsmodell ergeben.

### **3.3 FLURABSTÄNDE, GRUNDWASSERGEFÄLLE, GRUNDWASSERFLIEßRICHTUNG UND -GESCHWINDIGKEIT**

Diese Parameter und darunter besonders die Flurabstände sind die bestimmenden Faktoren hinsichtlich der potentielle Gefährdung des Grundwassers.

Ihre Kenntnis ist aus der Sicht des Grundwasserschutzes wichtig, da mit ihrer Hilfe zwei wesentliche Aufgaben angegangen werden können :

- Vorbeugung durch die Festlegung besonders sensibler Bereiche (zum Beispiel Zonen mit oberflächennahem Grundwasser), in denen eine Grundwasserverunreinigung schwere Folgen hätte oder bei einer schon vorhandenen Verunreinigung die Ermittlung der Schadstoffausbreitung,
- Schutz durch besondere raumplanerische Maßnahmen, wie z.B. durch die Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten oder die Einrichtung von Grundwasserbeschaffungsmeßnetzen.

Für beide Zwecke müssen die Transportwege und die im Boden und im tieferen Untergrund an den Schadstoffen stattfindenden Veränderungen vorhergesagt werden können - abhängig von der Grundwassermächtigkeit, dem Grundwassergefälle und der Fließgeschwindigkeit.

Zur Eichung des mathematischen Grundwasserströmungsmodells - der einzigen Möglichkeit, um langfristig die quantitativen und qualitativen Auswirkungen von Eingriffen in den Grundwasserhaushalt vorherzusagen - muß die Grundwasseroberfläche bekannt sein.

### 3.3.1 PROFONDEUR DU TOIT DE LA NAPPE

Il aurait été difficile de tracer une carte globale des profondeurs de la nappe à partir des lignes piézométriques et des cotes du sol, la topographie étant très variable à petite échelle.

Néanmoins, il est possible localement, par simple lecture de la carte piézométrique, de déterminer une valeur approchée de la profondeur du toit de la nappe par différence entre cote du sol et cote piézométrique ; les courbes topographiques ont été dessinées en orange alourdi pour faciliter cette détermination.

Pour obtenir une valeur exacte de la profondeur du toit de la nappe, il conviendra de se baser sur une connaissance précise de la cote du sol par niveling.

La profondeur du toit de la nappe varie de quelques centimètres à plusieurs mètres.

### 3.3.2 GRADIENT PIEZOMETRIQUE

Le gradient piézométrique est une donnée facilement calculable à partir de la carte piézométrique en application de la loi de Darcy.

### 3.3.1 FLURABSTÄNDE

Da die Topographie auf kleinem Raum sehr variabel ist, wäre es ein schwieriges Unterfangen gewesen, eine Flurabstandskarte mit Hilfe von Grundwassergleichen und Höhenlinien zu erstellen.

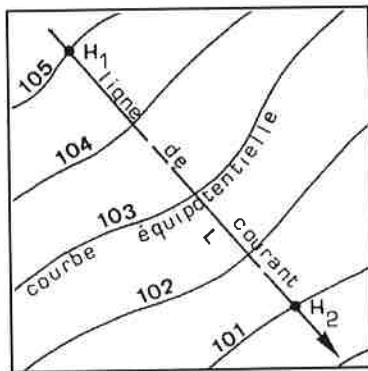
Bei Bedarf können die Flurabstände als Differenzbetrag zwischen Geländehöhe und Grundwasserstand punktuell berechnet werden; um diese Bestimmung zu vereinfachen, wurden die Höhenlinien fettorange gedruckt.

Um einen exakten Wert des Flurabstands zu erhalten, muß die genaue Höhe der Geländeoberfläche gemessen werden.

Der Flurabstand reicht von einigen Zentimetern bis zu mehreren Metern.

### 3.3.2 GRUNDWASSERGEFÄLLE

Durch Anwendung des Darcyschen Gesetzes kann das Grundwassergefälle einfach mit Hilfe des Grundwassergleichenplans berechnet werden.



$$I = (H_1 - H_2) / L$$

Le gradient piézométrique est assimilable à la pente de la surface piézométrique.

Das Grundwassergefälle entspricht der Neigung der Grundwasseroberfläche.

### 3.3.3 SENS ET VITESSE D'ECOULEMENT

Les grandes directions d'écoulement de la nappe ne sont pas représentées sur la carte.

La nappe s'écoule lentement d'Est en Ouest dans sa partie orientale, et d'Ouest en Est dans sa partie occidentale. Ces directions (lignes de courant) sont par définition perpendiculaires aux isopièzes (équipotentielles).

La vitesse réelle de l'écoulement est de l'ordre de 1 à 2 mètres par jour au centre de la plaine, mais peut être beaucoup plus importante en bordure de nappe.

### 3.4 BATTEMENTS DE NAPPE

L'analyse de la surface piézométrique des aquifères aboutit à l'étude de leur comportement hydrodynamique dans l'espace et à la date des mesures de niveaux piézométriques (ici, les 9 et 10 septembre 1991). Celle des fluctuations (ou battements) de nappe introduit leur variabilité dans le temps.

L'analyse globale de ces fluctuations sera une application du modèle hydrodynamique.

Pour donner un ordre de grandeur, les battements de nappe varient entre 1 et 3 mètres.

### 3.5 POINTS REMARQUABLES

#### 3.5.1 COTE FRANCAIS (du Nord au Sud)

■ Nappe du Pliocène : la nappe du Pliocène s'écoule en direction de l'Est et alimente la nappe rhénane. Les rivières (Zorn, Moder, Eberbach et Sauer) drainent la nappe du Pliocène sur la totalité de leur cours.

■ Port autonome de Strasbourg : à la hauteur du port autonome de Strasbourg, les isopièzes côté français sont très différentes de celles côté allemand. Ceci s'explique par le nombre important de puits de captage présents sur cette zone côté français, qui créent un effet de plateau, et par les darses du port autonome, en équilibre avec le Rhin, qui drainent la nappe.

### 3.3.3 GRUNDWASSERFLIEßRICHTUNG UND -GESCHWINDIGKEIT

Die großräumigen Grundwasserfließrichtungen sind nicht auf der Karte eingetragen.

Im östlichen Teil strömt das Grundwasser langsam von Ost nach West, im westlichen von West nach Ost. Diese Fließrichtungen (Stromlinien) verlaufen definitionsgemäß senkrecht zu den Grundwassergleichen (Potentiallinien).

Die Fließgeschwindigkeit liegt im zentralen Teil der Ebene in der Größenordnung von 1 bis 2 Metern am Tag, kann aber in den Randbereichen des Grundwasserleiters wesentlich größer sein.

### 3.4 GRUNDWASSERSPIEGELSCHWANKUNGEN

Durch die Analyse der Grundwasseroberfläche sind räumliche Aussagen über ihr hydrodynamisches Verhalten am Tag der Grundwasserstandsmessung möglich (hier : der 9. und 10. September 1991). Die Grundwasserschwankungen lassen Rückschlüsse auf die zeitliche Veränderlichkeit des Grundwasserspiegels zu.

Die Analyse dieser Schwankungen wird eine Aufgabe des Grundwasserströmungsmodells sein.

Größenordnungsmäßig betragen die Schwankungen des Grundwasserspiegels 1 bis 3 Meter.

### 3.5 BEMERKENSWERTE BEREICHE

#### 3.5.1 AUF FRANZÖSISCHER SEITE (von Nord nach Süd)

■ Pliozäner Grundwasserleiter: Das Grundwasser des Pliozäns fließt nach Osten und ergießt sich in den Oberrheinaquifer. Die Flußläufe (Zorn, Moder, Eberbach und Sauer) dränieren den pliozänen Leiter über die ganze Strecke.

■ Autonomer Hafen Straßburg: auf der Höhe des autonomen Hafens von Straßburg nehmen die Grundwassergleichen auf französischer und auf deutscher Seite einen sehr unterschiedlichen Verlauf. Die Ursache dafür sind die zahlreichen Brunnen, die auf französischer Seite einen Plateau-Effekt erzeugen, und die dränierende Wirkung der Hafenbecken, die mit dem Rhein hydraulisch in Verbindung stehen.

- Plan d'eau de Plobsheim et gravières le long du Rhin : la densité du réseau piézométrique ne permet pas un tracé précis des isopièzes à proximité du plan d'eau de Plobsheim et des gravières qui sont situées à l'intérieur de la bande rhénane.
- Dôme de Blaesheim : ce dôme correspond à une zone où les marnes tertiaires sont directement en contact avec les loess et loehm sans intercalations alluvionnaires, d'où l'absence de nappe.
- Dôme de Hettenschlag : il correspond à des remontées locales de roches profondes (sel diapirique) de plus faible densité que les roches sus-jacentes ; ces remontées influent sur la piézométrie en créant un effet de plateau à l'amont et une augmentation de la pente de la nappe à l'aval.
- Bassin potassique : ce secteur est sensible aux remontées de nappe, essentiellement du fait des affaissements miniers. La diminution voire l'arrêt des pompages industriels des M.D.P.A. auront également des effets sur les niveaux de la nappe.
- Chalampé : au niveau de Chalampé, une dépression est provoquée par les pompages industriels intensifs.
- Rhin, Grand Canal d'Alsace, contre-canal de drainage : le tracé des isopièzes à proximité du Rhin a été rendu délicat par la complexité des relations qui existent entre le contre-canal, le Grand Canal et le Rhin (différences de hauteur d'eau) et par leur comportement spécifique. Les courbes isopièzes ont été tracées en tenant compte de la connaissance de la piézométrie sur la rive allemande du Rhin.

### 3.5.2 COTE ALLEMAND (du Nord au Sud)

- Station de pompage Rheinwald : les prélèvements importants à la frontière nord de la zone d'étude, dans la région de Elchesheim-Illingen, provoquent localement un rabattement de la nappe.
- Zone de Rastatt-Plittersdorf : l'influence conjuguée des infiltrations des eaux du Rhin dans la nappe et du drainage de la nappe par la Murg créent un effet de plateau à l'est de Rastatt.

- Wasserfläche von Plobsheim und Baggerseen am Rhein: Hier ist aufgrund der geringen Meßnetzdichte in unmittelbarer Nähe der Wasserfläche von Plobsheim und der in Rheinnähe liegenden Baggerseen keine exakte Konstruktion der Grundwassergleichen möglich.
- Blaesheimer Hoch: Im Bereich des Hochs stehen die tertiären Mergel direkt mit dem auflagernden Löß und Lößlehm in Kontakt, ohne daß hier die kiesigen Zwischenschichten ausgebildet wären. Grundwasser-führende Horizonte sind daher nicht vorhanden.
- Hettenschlager Hoch: Er entstand durch den Aufstieg von Gesteinen mit geringerer Dichte als die hangenden (Salzdiapirismus) aus tieferliegenden Schichten; diese Aufwölbung wirkt sich auf die Grundwasserstände aus, indem sie oberstromig einen Plateau-Effekt und untersstromig ein steiles Gefälle erzeugt.
- Elsässisches Kalibekken: Dieser Bereich reagiert hauptsächlich aufgrund der durch den Bergbau verursachten Setzungen empfindlich auf eine industrielle Wasserversorgung. Auch ist zu erwarten, daß sich die Rücknahme bzw. das völlige Einstellen der Grundwasserhaltung durch die M.D.P.A. auf den Grundwasserspiegel auswirken wird.
- Chalampé: In der Gegend von Chalampé wird die Absenkung der Grundwasseroberfläche durch die Förderung beträchtlicher Grundwassermengen durch die dort ansässige Industrie verursacht.
- Rhein, Grand Canal des Elsaß, Gegen-Dränage-Kanal: Die Konstruktion der Grundwassergleichen in der Nähe des Rheins wurde aufgrund der Komplexität der Wechselbeziehungen zwischen Gegenkanal, dem Grand Canal und dem Rhein (unterschiedliche Wasserstände) und aufgrund ihres spezifischen Verhaltens erschwert. Die Grundwassergleichen wurden daher analog zum Verlauf der Grundwassergleichen auf dem deutschen Rheinufer konstruiert.

### 3.5.2 AUF DEUTSCHER SEITE (von Nord nach Süd)

- Wasserwerk Rheinwald: An der nördlichen Grenze des Kartiergebiets haben die beträchtlichen Grundwasserentnahmen im Wasserwerk Rheinwald bei Elchesheim-Illingen eine örtliche Absenkung der Grundwasserstände zur Folge.
- Bereich Rastatt-Plittersdorf: Die gleichzeitige Infiltration von Rheinwasser in das Grundwasser und die grundwasserdränierende Wirkung der Murg verursachen bei niedrigen Grundwasserverhältnissen ein Plateau-Effekt östlich von Rastatt.

- Zone portuaire de Kehl : dans cette zone, les niveaux de la nappe subissent l'influence conjuguée des lignes d'eau du Rhin et de la Kinzig, ainsi que des prélevements importants. Le tracé des isopièzes a été interrompu dans cette zone du fait de l'absence de points de mesure en tant que repère pour l'établissement du tracé et en raison de la forte variabilité des niveaux de nappe dans ce secteur.
- Barrage agricole de Kehl : le maintien des niveaux de la nappe par le barrage agricole est particulièrement significatif en période de basses eaux. Les isopièzes montrent clairement l'infiltration de l'eau du Rhin dans la nappe.
- Kaiserstuhl : le Kaiserstuhl est un volcan du tertiaire, recouvert en grande partie d'épaisses couches de loess. Il n'y existe pas d'horizon aquifère.
- Baie de Fribourg : plusieurs inselbergs (reliefs isolés de roches dures) émergent des alluvions dans la baie de Fribourg, le plus important étant le Tuniberg. D'autres exemples sont donnés par le Nimberg, le Lehener Berg et le St. Michaelsberg près de Riegel, qui diffère du Kaiserstuhl du point de vue géologique.
- Pont de Mengen : il ne s'agit pas d'une structure d'origine tectonique, mais d'une butte de loess reliant le Batzenberg et le Tuniberg et dont les contours ont été façonnés par érosion fluviatile. Il sépare les baies de Fribourg et de Staufen d'un point de vue morphologique et sans doute aussi hydrologique.
- Baie de Staufen : il s'agit, comme dans le cas de la baie de Fribourg, de cônes de déjection provenant des cours d'eau de la Forêt Noire d'où émergent des inselbergs, en particulier le Krozinger et le Bienger Berg. A l'est de la Bundesstraße 3, l'eau souterraine est présente en faible quantité et avec une forte pente du fait de la faible épaisseur des alluvions et de la taille réduite du bassin versant.
- La barre d'Istein : à partir du rocher d'Istein et en amont jusqu'à Bad Bellingen environ, la partie allemande de la plaine du Rhin se rétrécit considérablement. Les alluvions rhénanes sont même localement absentes dans la région de Rheinweiler.
- Hafen Kehl: Im Hafenbereich Kehl unterliegen die Grundwasserstände den gleichzeitigen Einflüssen des Rheins und der Kinzig, sowie der beträchtlichen Grundwasserentnahmen (sog. Grundwasserhaltung Kehl). Aufgrund der fehlenden Meßstellen als Stützstelle für die Konstruktion der Grundwassergleichen und angesichts der rasch wechselnden Grundwasserverhältnisse in diesem Bereich wurde dort auf die vollständige Zeichnung des Isolinienverlaufs verzichtet.
- Kulturwehr Kehl: Die grundwasserstützende Wirkung des Kulturwehrs ist bei niedrigen Grundwasserständen besonders ausgeprägt. Die Grundwassergleichen in diesem Bereich zeigen deutlich die Infiltration von Rheinwasser in das Grundwasser.
- Kaiserstuhl: Der Kaiserstuhl ist ein jungtertiär entstandenes Vulkangebirge, das größtenteils von mächtigen Lößablagerungen überdeckt ist. Grundwasserführende Horizonte sind nicht vorhanden.
- Freiburger Bucht: Aus der Lockergesteinsfüllung der Freiburger Bucht ragen inselartig mehrere Festgesteinsschollen empor. Die größte ist der Tuniberg. Weitere Schollen sind u.a. der Nimberg, der Lehener Berg, sowie der St. Michaelsberg bei Riegel, der geologisch nicht zum Kaiserstuhl gehört.
- Mengener Brücke: Sie ist keine tektonische Scholle sondern lediglich ein Lößrücken mit fluviatil herausgearbeiteten Erosionsrändern zwischen Batzenberg und Tuniberg. Sie trennt die Freiburger und Staufener Bucht morphologisch und vermutlich auch hydrologisch voneinander.
- Staufener Bucht: Ähnlich wie die Freiburger Bucht handelt es sich hier um Schwemmfächer von Schwarzwaldflüssen mit herausragenden Festgesteinsschollen, insbesondere der Krozinger- und der Bienger Berg. Die geringe Grundwasserführung bei steilem Gefälle östlich der Bundesstraße 3 ist auf das kleine Einzugsgebiet und die geringe Mächtigkeit des Lockergesteingrundwasserleiters zurückzuführen.
- Isteiner Riegel: Im Bereich des Isteiner Klotzes und rheinaufwärts bis etwa Bad Bellingen wird die Oberrheinebene auf deutscher Seite recht eng. Im Bereich Rheinweiler ist der Lockergesteingrundwasserleiter sogar streckenweise nicht mehr vorhanden.

## **4. BILAN ET PERSPECTIVES**

## **4. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK**

La cartographie hydrogéologique du Rhin Supérieur est le fruit d'une étroite collaboration interdisciplinaire entre des services et institutions de l'Environnement français, allemands et suisses, qui aura permis l'harmonisation des méthodes de travail et des modes de représentation cartographique, et la mise en commun des données piézométriques.

La cartographie de la piézométrie est d'une grande utilité pour les particuliers, les bureaux d'études, les aménageurs, les architectes, les industriels, les entreprises de travaux, les collectivités locales et territoriales, les administrations.

Complétée par la connaissance des variations du niveau de la nappe mesuré ponctuellement sur les piézomètres, elle leur permet en effet de déterminer les niveaux extrêmes atteints par la nappe, d'évaluer l'impact des diverses utilisations de la ressource et d'apprécier l'influence des eaux de surface.

Les fichiers de données ayant servi à l'élaboration des cartes seront enrichis par la collecte et l'actualisation des données nécessaires à la production du modèle hydrodynamique à grande échelle de la nappe (programme LIFE) et l'optimisation des réseaux piézométriques.

Le programme INTERREG aura ainsi permis la production de deux outils complémentaires en matière de piézométrique, la cartographie et les bases de données.

Die hydrogeologische Kartierung des Oberrheingebietes ist das Ergebnis einer engen interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen französischen, deutschen und schweizer Umweltbehörden und Umweltinstitutionen, die sowohl eine Harmonisierung der Arbeitsmethoden, der Methoden der kartographischen Darstellung, als auch eine Zusammentragung der Grundwasserstandsdaten möglich machte.

Die kartographische Erfassung der Grundwasserstände ist für Privatleute, Ingenieurbüros, Raumplaner, Architekten, Industrie, Bauunternehmen, Gebietskörperschaften, Regionalverbände als auch für die Verwaltung von großem Nutzen.

Wird sie durch Angaben über die punktuell an den Grundwassermeßstellen bestimmten Grundwasserspiegelschwankungen ergänzt, können mit ihrer Hilfe extreme Grundwasserstände ermittelt, die Auswirkungen verschiedener Nutzungen der Ressource bewertet und der Einfluß von Oberflächengewässern eingeschätzt werden.

Die im Laufe der Ausarbeitung der Karten angelegten Dateien werden durch die im Rahmen der Erfassung und Aktualisierung der zur Erstellung des großräumigen Grundwasserströmungsmodells (Programm LIFE) und für die Meßnetz-Optimierung anfallenden Daten erweitert werden.

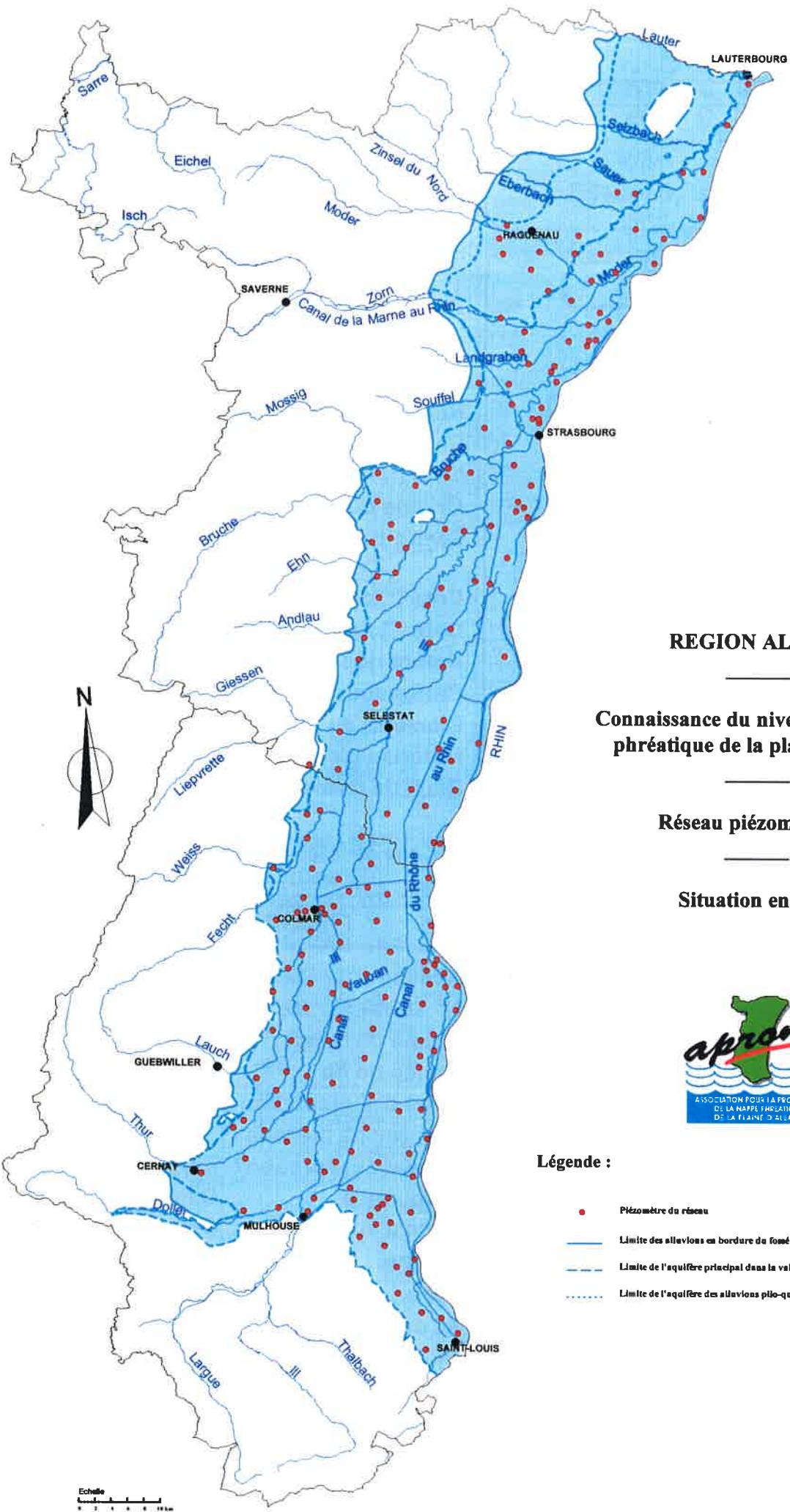
Mit Hilfe des INTERREG-Programms konnten somit zwei sich ergänzende Werkzeuge auf dem Gebiet des Grundwasserstands geschaffen werden: Kartographie und Datenbanken.

## **ANNEXES**

- ANNEXE 1 : Carte du réseau piézométrique alsacien
- ANNEXE 2 : Fiche signalétique d'un point d'observation de la piézométrie
- ANNEXE 3 : Exemple de diagramme
- ANNEXE 4 : Carte du réseau piézométrique du Bade-Wurtemberg
- ANNEXE 5 : Fiche signalétique d'un point d'observation de la piézométrie
- ANNEXE 6 : Exemple de graphique
- ANNEXE 7 : Carte du réseau piézométrique du canton de Bâle-Ville
- ANNEXE 8 : Cartes du réseau piézométrique du canton de Bâle-Campagne
- ANNEXE 9 : Plan d'assemblage des cartes
- ANNEXE 10 : Carte des zones d'alimentation de la nappe par les eaux superficielles côté alsacien

## **ANHANG**

- ANLAGE 1: Karte des elsässischen Grundwasserstandsmeßnetzes
- ANLAGE 2: Erkennungsbogen einer Grundwasserstands-Meßstelle
- ANLAGE 3: Diagrammbeispiel
- ANLAGE 4: Karte des baden-württembergischen Grundwasserstandsmeßnetzes
- ANLAGE 5: Stammdatenblatt einer Grundwasserstandsmeßstelle
- ANLAGE 6: Beispiel einer Graphik
- ANLAGE 7: Karte des Grundwasserstandsmeßnetzes des Kantons Basel-Stadt
- ANLAGE 8: Karte des Grundwasserstandsmeßnetzes des Kantons Basel-Landschaft
- ANLAGE 9: Blattgrenzen
- ANLAGE 10: Karte der Grundwassereintragsfläche aus Oberflächengewässer auf elsässischer Seite



## REGION ALSACE

**Connaissance du niveau de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace**

**Réseau piézométrique**

**Situation en 1995**



### Légende :

- Piézomètre du réseau
- Limite des alluvions en bordure du fossé Rhénan
- - - Limite de l'aquifère principal dans la vallée du Rhin
- ..... Limite de l'aquifère des alluvions plio-quaternaires

# Piézomètre

N° National : 03427X0027

Département : 68

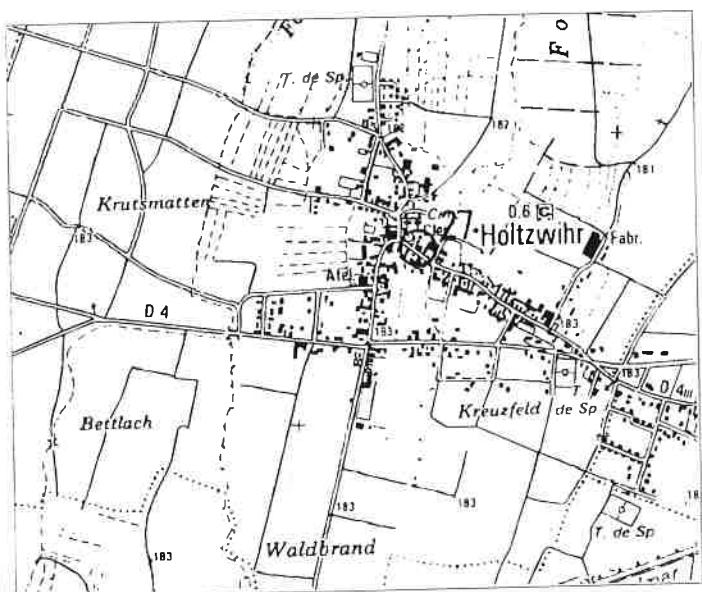
Commune : HOLTZWIHR

Zone Lambert : 2E

978.420

Coordonnée Y : 2358.230

## SITUATION DE L'OUVRAGE



Carte : 3718 OUEST COLMAR

Echelle : 1 : 25 000

## DESCRIPTION

Lieu-dit : rue Principale

Section: 27 Parcelle :

Repère de nivellation :

Repère Mairie

Cote (\*) repère de nivellation : 183.239

Origine du nivellation :

Nivellé par FABER (1984) - SRAE en 1988

Cote (\*) du sol : 182.70

Cote (\*) du repère de mesure : 182.70

Nature de l'ouvrage : Puits

Profondeur : 5.15 m

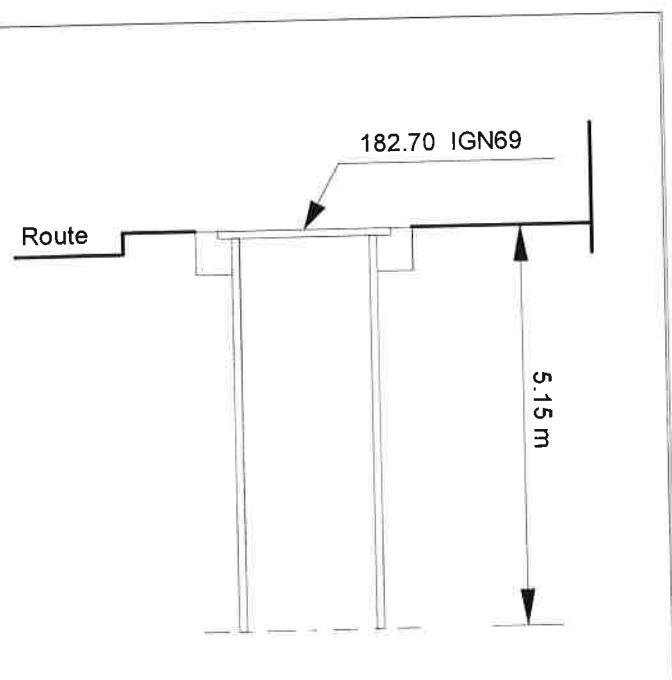
Diamètre du puits : 300 mm

Matériau d'équipement : Buse ciment

Disp. de fermeture : Couvercle fonte

(\*) Cotes données en mètres IGN69 (NGF Normal)

## COUPE DE L'OUVRAGE



## PIEZOMETRIE

Réseau : SEMA

N° SEMA : 92

Année de début : 1955

Année de fin :

Zone d'alimentation de la nappe :

1.1 : Nappe rhénane : III

Type d'observation : Enregistreur

Fréquence : Continu

Type d'appareil : Centrale Electronique

Marque : CR2M

Type : SAB600agm+MOD600r

N° de Série : 3437 / 429

Piezométrie - Lacunes :

## Observations :

Piezo de référence Alsace

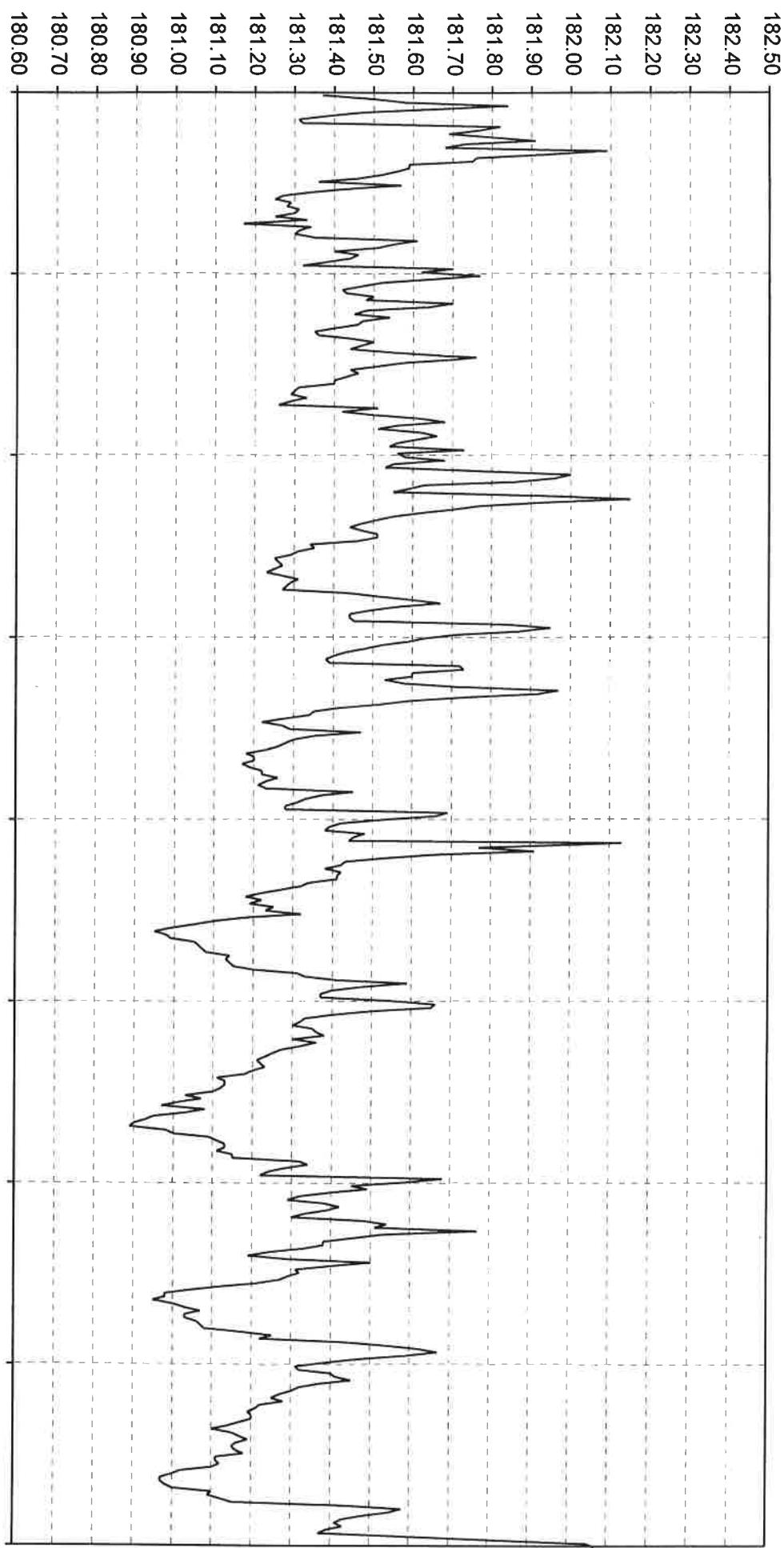
Saisie sur site + modem à partir août 92

## COTES DE LA NAPPE A HOLTZWIHR

N° National : 03427X0027    N° SEMA : 92

Cote du repère de mesure ( m I.G.N. 69 ) : 182.70

### Cotes de la nappe en m I.G.N. 69



# **Das amtliche Grundwasserstandsmeßnetz Baden-Württemberg**

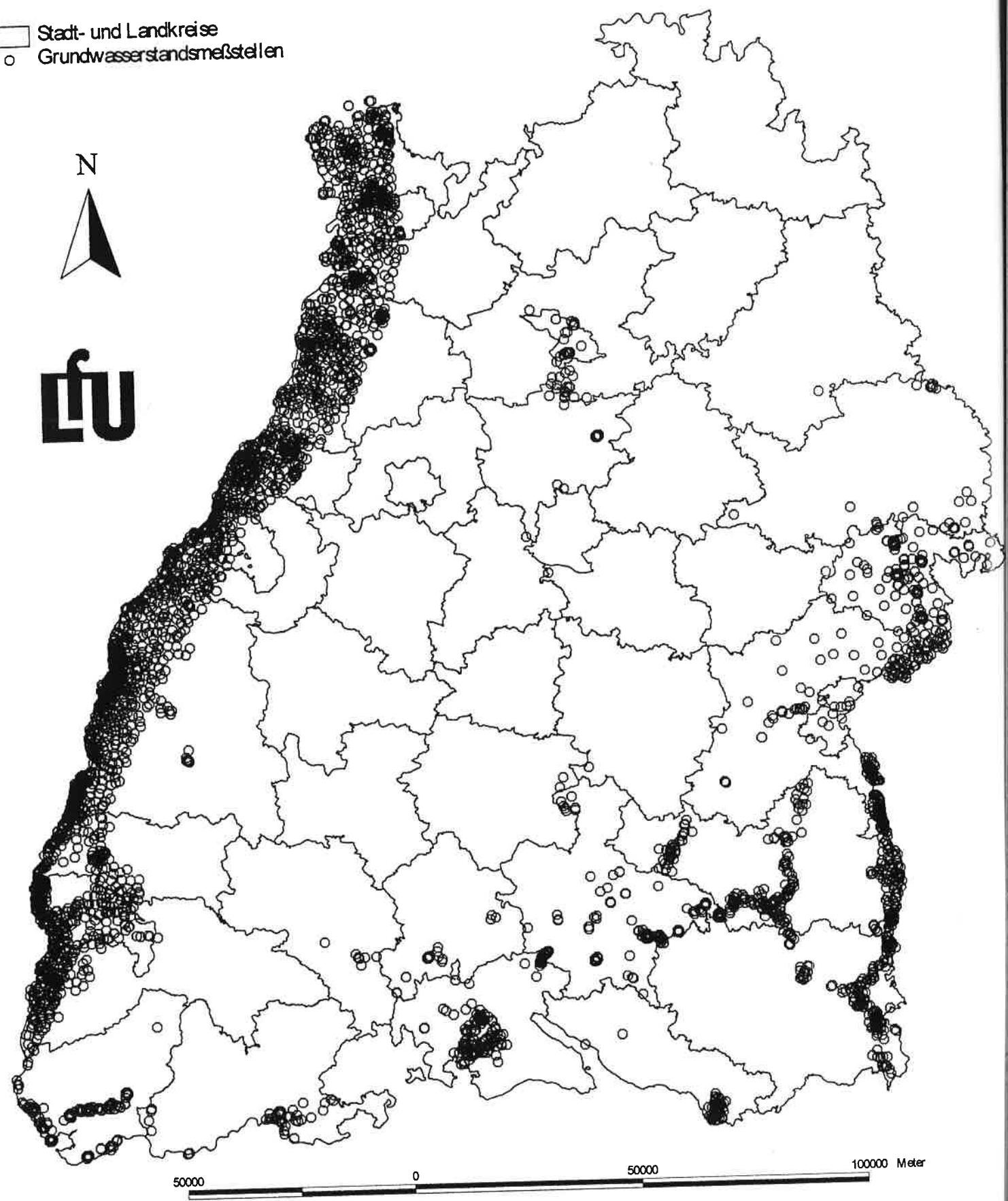
**- Stand Juni 1996 -**

 Stadt- und Landkreise  
 Grundwasserstandsmeßstellen

N



**fu**



Grundwasserdatenbank

Stammdatenübersicht  
Meßort

---

Meßort : 0100/119-1 MO 1397 WASSER 1  
Meßnetze : Grundwasserstandsmeßnetz seit 1922

Funktionen : Messung diffuser Belastung

Aquifer : Quartär eiszeitl. Kiese+Sande (Oberrheingraben)

Grundwasserstockwerk: 1. Stockwerk

Druckverhältnisse : frei

Filterbereich : bis 8.20 m (unterbrochen)

Beeinflussungen:

---

Bei quantitativen Meßungen:

Art der Messung : Wasserstands- bzw. Abflußmessung

Meßturnus : ab 2.10.1922 wöchentlich Montag

akt. Meßpunkthöhe : 210.35 m ü. NN gültig ab 15.11.1974  
Operator: - Höhensystem: Neu

---

Zuständige Gewässerdirektion:

Bereich Offenburg

---

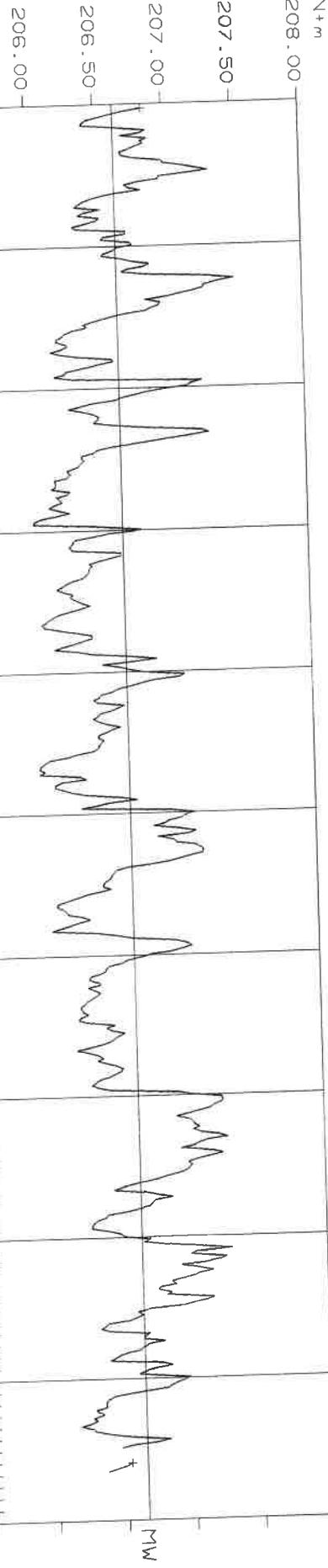
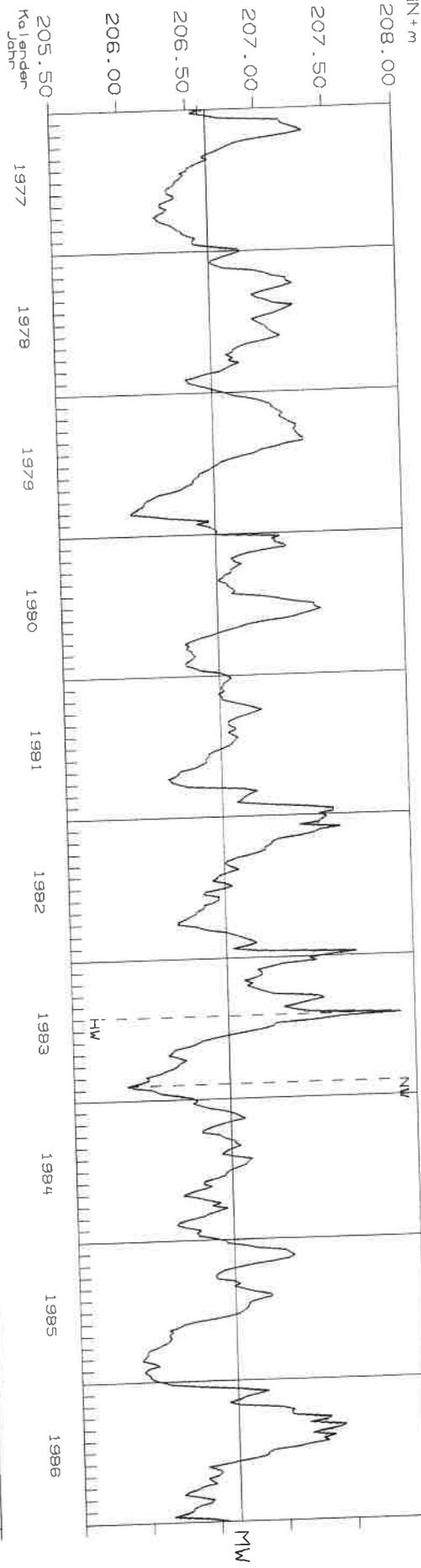
Landesanstalt für Umweltschutz  
Abteilung Wasser

Grundwasserdatenbank  
26.11.96

H.sys: N nicht bekannt  
NN+m

Parameter : Wasserstand

Geländehöhe : 210.45 m+NN



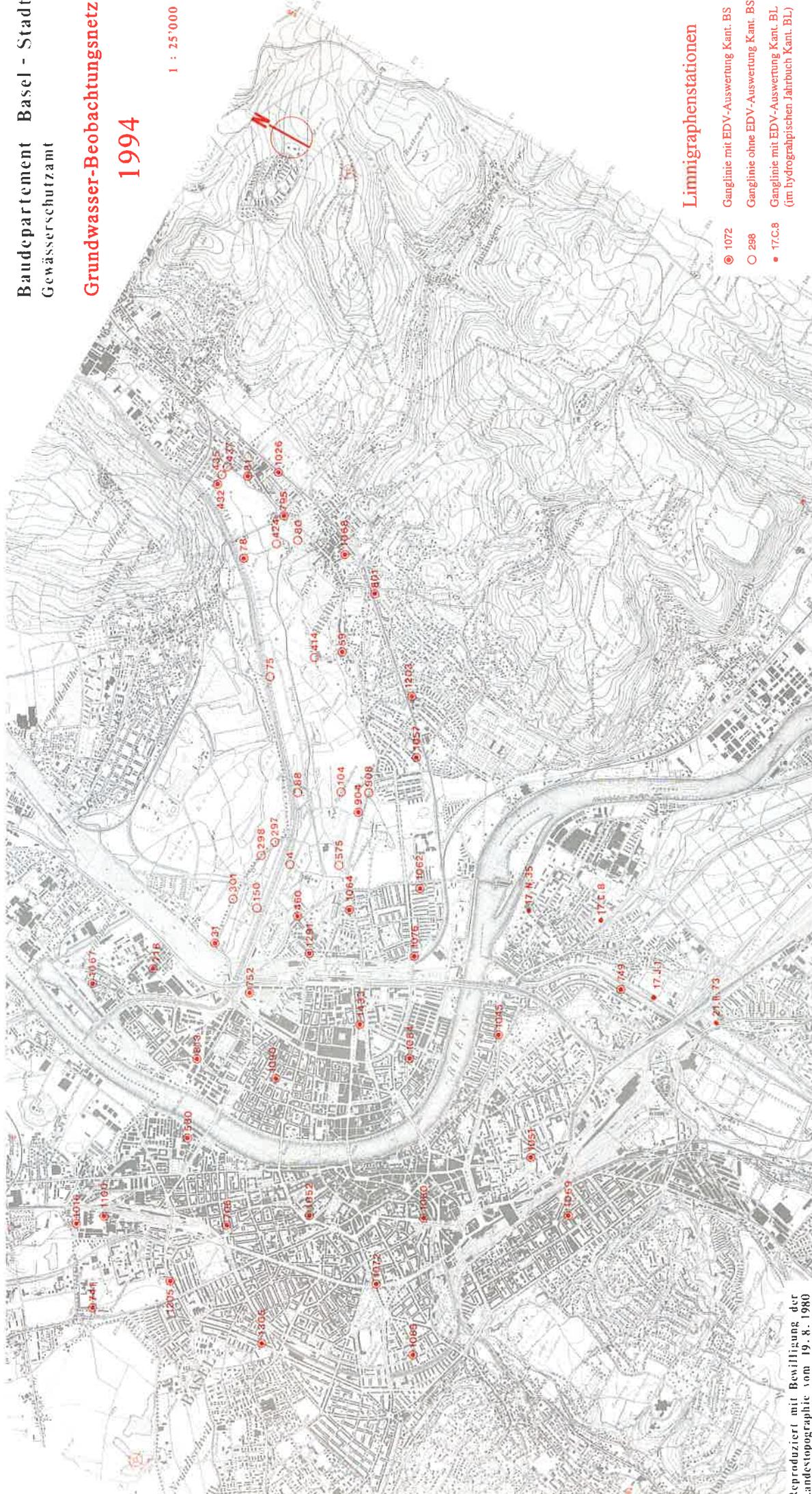
Messstellennummer:	Bezeichnung: MO 1397 WASSER 1
0100/119-1	Rechtswert : 3414888

Mittelwert (1977/1995) = 206.64 m+NN

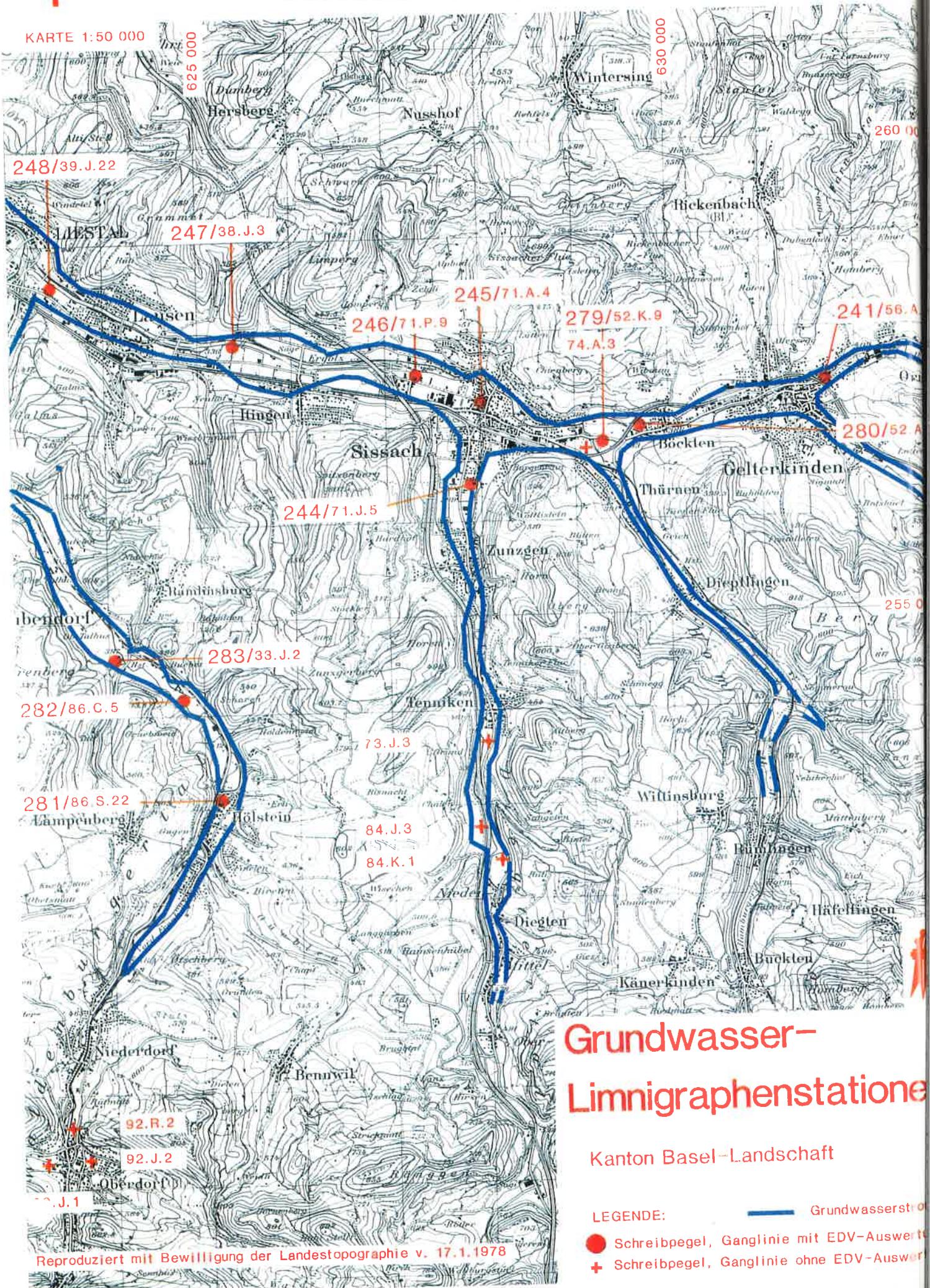
26-NOV-1996

Grundwasser-Beobachtungsnetz  
**1994**

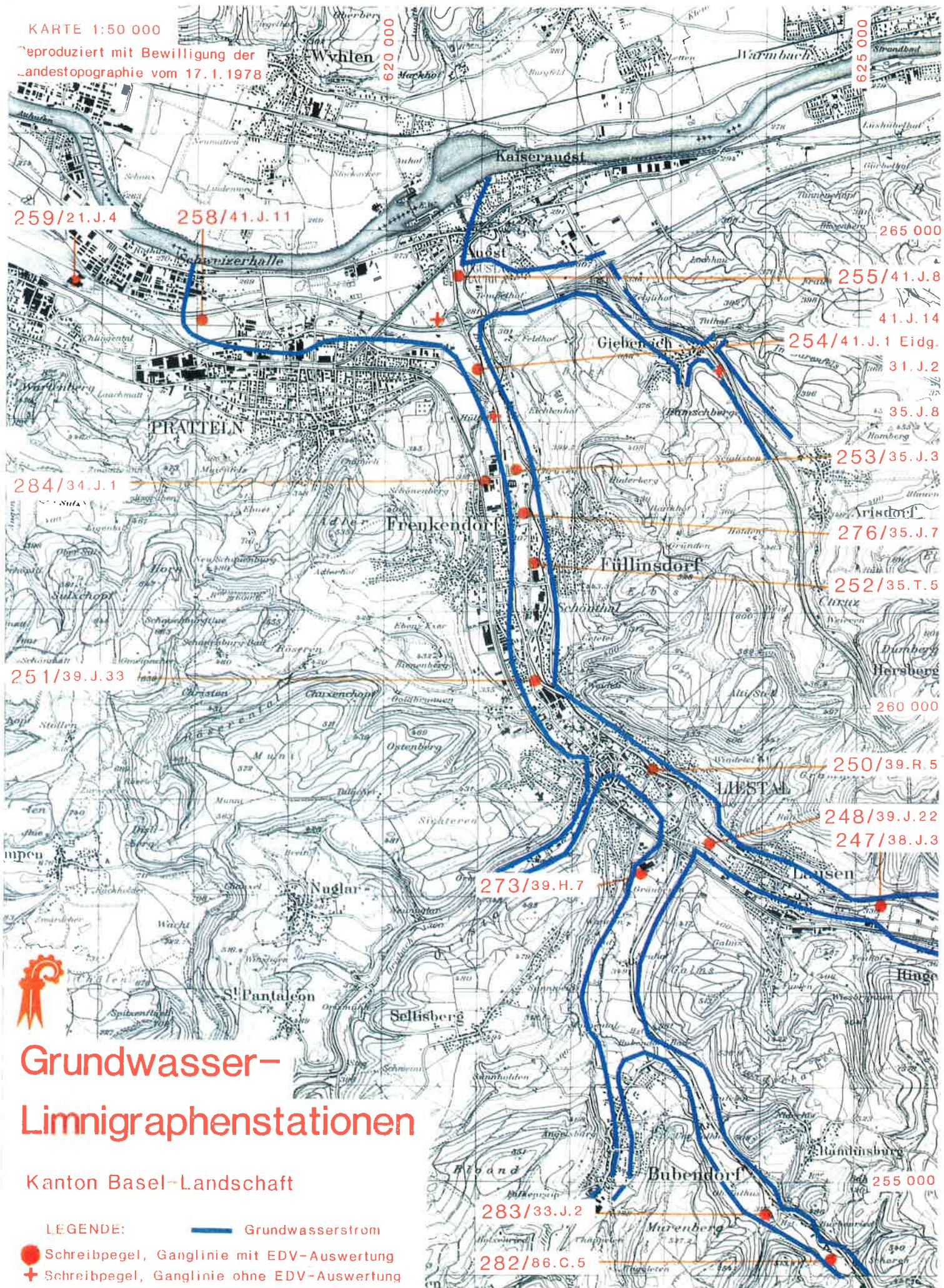
1 : 25'000



# ERGOLZTAL Ost – FRENKETAL



KARTE 1:50 000

Reproduziert mit Bewilligung der  
Landestopographie vom 17.1.1978.

## Grundwasser- Limnigraphenstationen

Kanton Basel-Landschaft

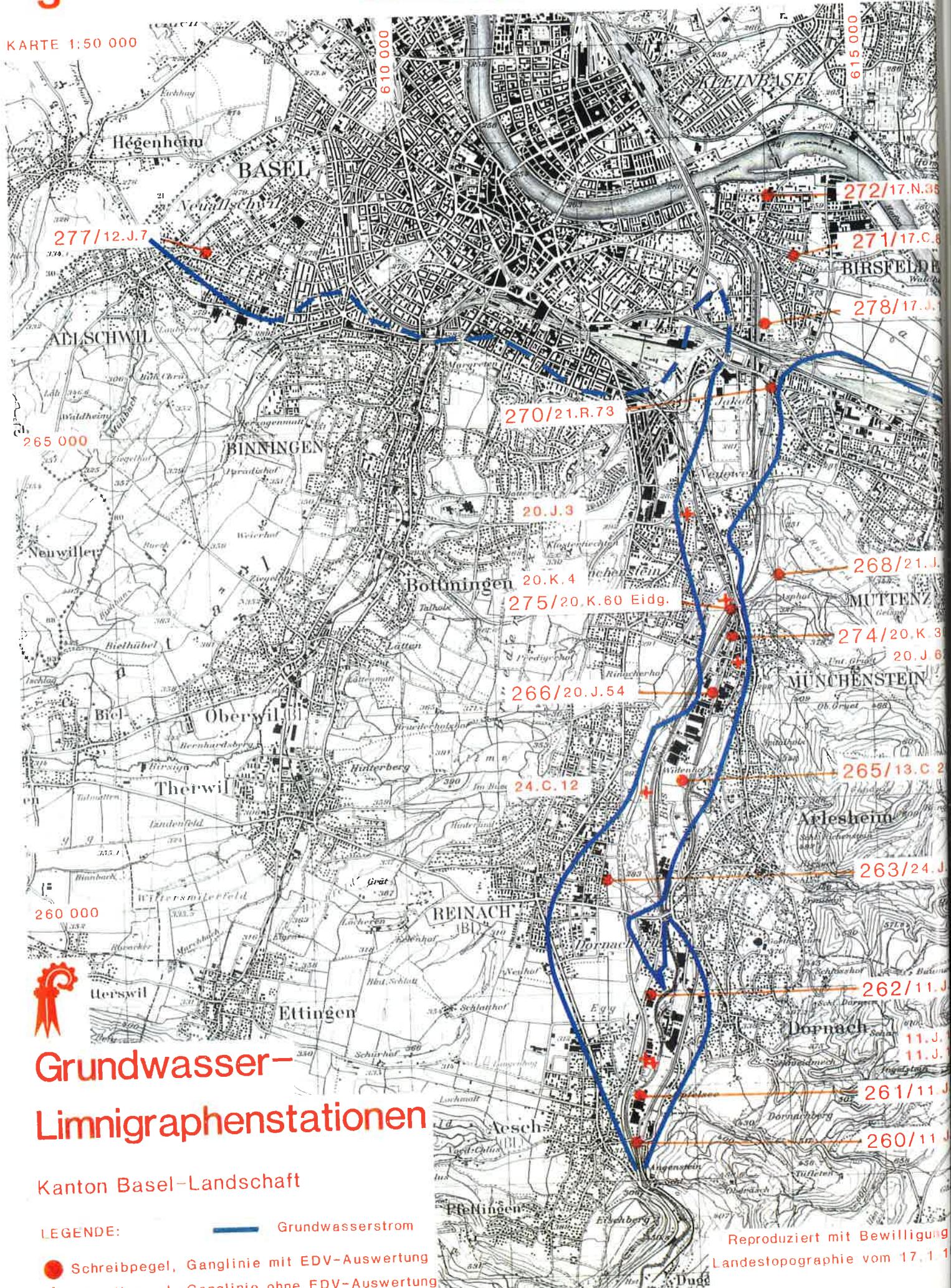
LEGENDE: — Grundwasserstrom

- Schreibpegel, Ganglinie mit EDV-Auswertung
- + Schreibpegel, Ganglinie ohne EDV-Auswertung

BIRSTAL – RHEINTAL West

3

KARTE 1:50 000



# Grundwasser- Limnigraphenstationen

Kanton Basel-Landschaft

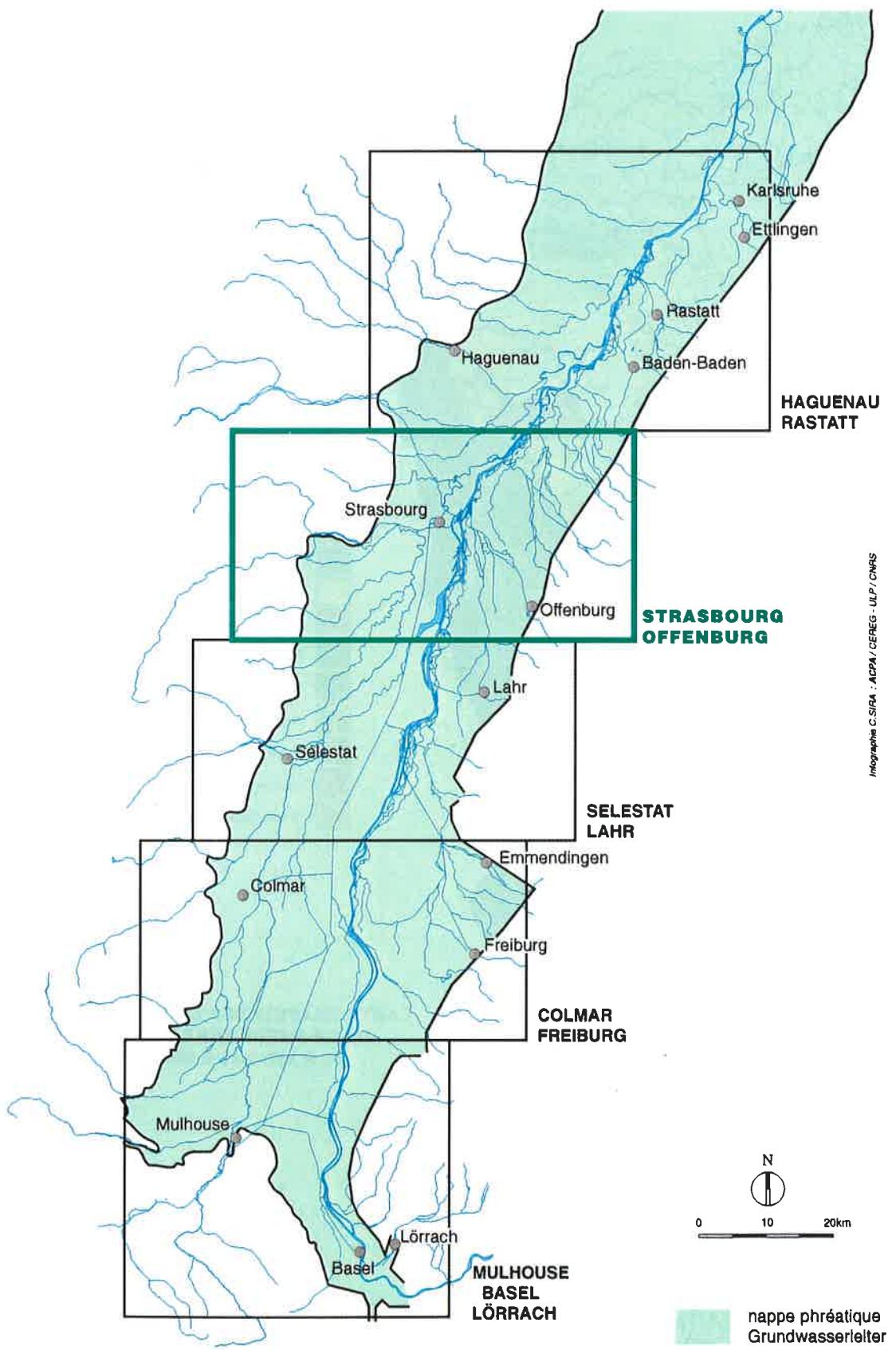
### LEGENDE:

### Grundwasserstrom

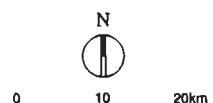
#### Schreibpfeil, Ganglinie mit EDV-Auswertung

✚ Schreibpegel, Ganglinie ohne EDV-Auswertung

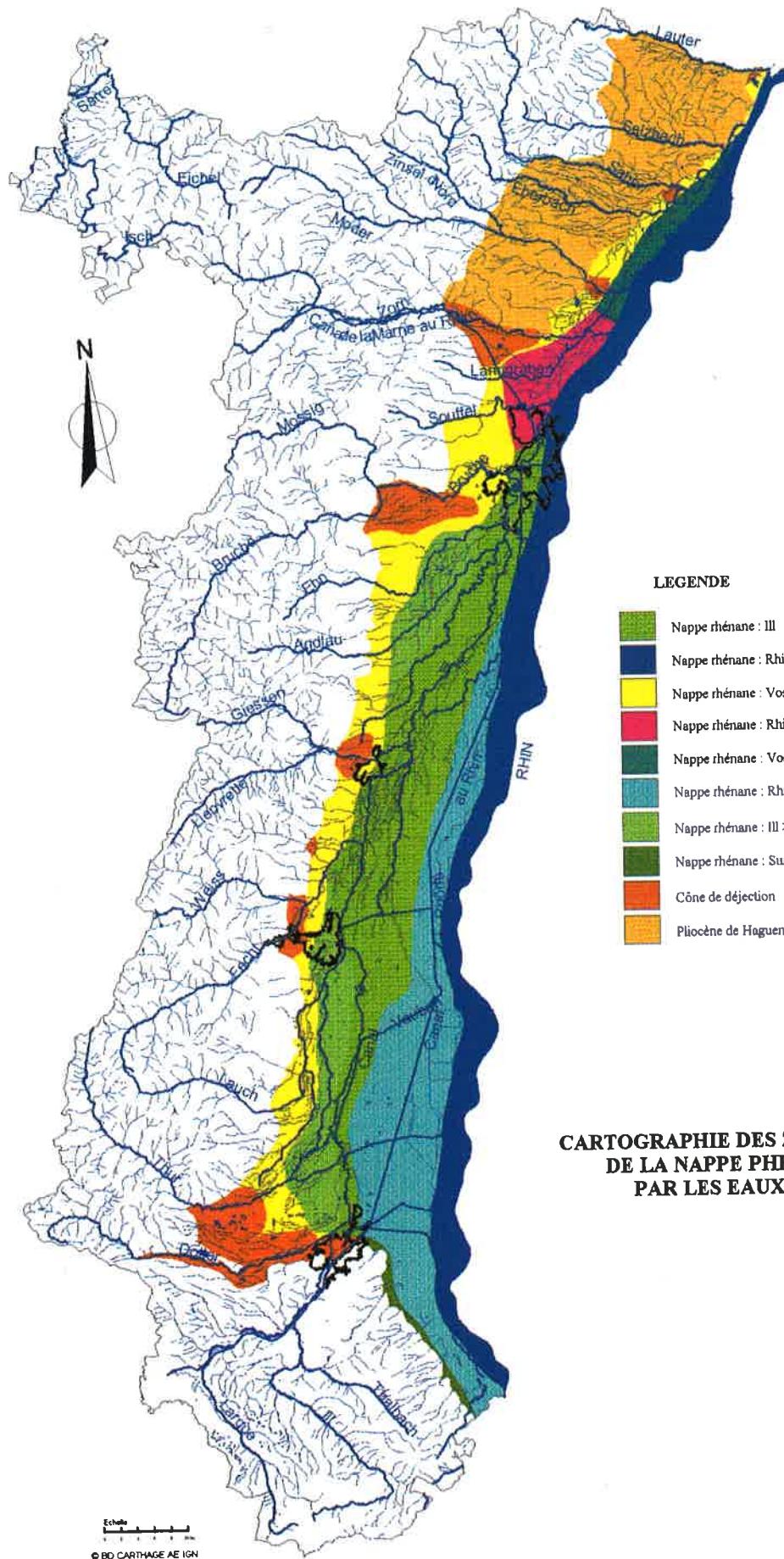
Reproduziert mit Bewilligung  
Landestopographie vom 17.1.1



Photographie C.SIRAF : ACPA / CEREG - ULP / CNRS



nappe phréatique  
Grundwasserleiter





 **Alsace**  
Conseil Régional



Agence de l'eau  
Rhin-Meuse



**BRGM**  
L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE



Basel-Stadt



Basel-Landschaft



Geologisches Landesamt  
Baden-Württemberg