

# **Données pour la protection et la gestion de l'eau souterraine du canton de Berne**

## **Hydrogéologie du Vallon de St-Imier**

Direction: Office de l'économie hydraulique et énergétique  
du canton de Berne

Exécution: Bureau géologique Dr. H. Jäckli AG, Zurich  
OEHE/Géologie



**Office de l'économie hydraulique et énergétique  
du canton de Berne (OEHE)**

# **Données pour la protection et la gestion de l'eau souterraine du canton de Berne**

## **Hydrogéologie du Vallon de St-Imier**

Direction: Office de l'économie hydraulique et énergétique  
du canton de Berne

Exécution: Bureau géologique Dr. H. Jäckli AG, Zurich  
OEHE/Géologie



**Office de l'économie hydraulique et énergétique  
du canton de Berne (OEHE)**

Editeur:  
Office de l'économie hydraulique  
et énergétique du canton de Berne (OEHE)  
Direction: G. della Valle, dr ès sc. (OEHE)  
Exécution: Bureau géologique Dr. H. Jäckli AG, Zurich  
OEHE/Géologie  
Réalisation, cartographie: P. Eichwald, P. Kunz (OEHE)  
Collaboration cartographie: D. Hofstetter, Rossens  
Texte: Volume, annexes 1–2  
Diaset AG Fotosatz, Hinterkappelen/Berne  
Reprographie, impression, reliure: Aerni-Leuch AG, Berne  
Toute reproduction et utilisation ultérieure des cartes,  
même d'extraits de cartes, doit être autorisée par l'Office  
de l'économie hydraulique et énergétique du canton  
de Berne  
Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de la  
topographie du 1er août 1981  
Edition 1981  
Prix d'achat fr. 40.–

## T A B L E   D E S   M A T I E R E S

	page
1. INTRODUCTION (G. della Valle)	9
2. REGION ETUDIEE (G. della Valle)	11
2.1 Cadre topographique	11
2.2 Composition politique	11
2.3 Cadre géologique	12
2.4 Cadre hydrogéologique et hydrologique (P. Haldimann, Th. Kempf)	13
3. PRECIPITATIONS (P. Haldimann)	15
3.1 Le réseau des stations pluviométriques	15
3.1.1 Stations de l'ISM	15
3.1.2 Stations pluviographiques de l'OEHE	15
3.1.3 Totalisateurs mensuels de l'OEHE	16
3.2 Evaluation des stations	16
3.3 Répartition régionale des précipitations	17
3.3.1 Cartes des précipitations	17
3.3.2 L'interdépendance entre précipitations et altitude	18
3.3.3 Précipitations régionales	25
3.4 Répartition temporelle des précipitations	29
3.4.1 Données mises en valeur	29
3.4.2 Répartition mensuelle des précipitations	29
3.4.3 Répartition journalière des précipitations	30
4. ECOULEMENT (P. Haldimann, Th. Kempf)	31
4.1 Le réseau des emplacements de jaugeage	31
4.2 Mise en valeur des enregistrements limnigraphiques	31
4.3 Interprétation des données concernant l'écoulement	33
4.3.1 Le débit régional spécifique	33
4.3.2 Les variations dans l'écoulement	35
4.3.3 L'écoulement des sources karstiques de la Dou et de la Raisetete, Cormoret	36

	page
5. RELATIONS ENTRE PRECIPITATIONS ET ECOULEMENT (P. Haldimann, Th. Kempf)	44
6. EVAPORATION (P. Haldimann, Th. Kempf)	52
7. STRATIGRAPHIE ET TECTONIQUE (G. della Valle)	54
7.1 Série stratigraphique	54
7.2 Caractéristiques hydrologiques des roches	58
7.3 Tectonique régionale	59
7.3.1 Section Renan-Sonceboz	59
7.3.2 Section Sonceboz - Péry - Bürenberg	59
7.3.3 Description des profils sismiques	60
8. HYDROGEOLOGIE EN TERRAINS KARSTIQUES	61
8.1 Signification de la stratigraphie et de la tectonique pour l'hydrogéologie régionale (P. Haldimann)	61
8.2 Le bassin versant hydrogéologique du Vallon de St-Imier (P. Haldimann)	62
8.3 Le bassin versant hydrogéologique des sources karstiques de la Dou et de la Raisetette (P. Haldimann, Th. Kempf)	64
8.4 Les teneurs en radioisotopes de quelques sources du Vallon de St-Imier (G. della Valle)	65
9. HYDROGEOLOGIE EN TERRAINS MEUBLES	68
9.1 La Vallée de la Suze en amont de Sonceboz (G. della Valle)	68
9.1.1 Bref résumé des travaux de 1975	68
9.1.2 Essais de pompage dans la plaine Courtelary-Cortébert	68
9.1.3 Essais de traçage à Cortébert	78
9.2 La vallée de la Suze entre Sonceboz et Frinvillier (P. Kellerhals, Ch. Haefeli)	80
9.2.1 Introduction	80
9.2.2 Description de l'aquifère	80
9.2.3 Perméabilités	91

	page
9.2.4 Piézométrie	92
9.2.5 Débit des sources	96
9.2.6 Chimie	99
9.2.7 Conclusion	100
10. RECAPITULATION	102
11. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	104
11.1 Publications	104
11.2 Rapports, expertises	105
11.3 Cartes géologiques	108

## L I S T E   D E S   F I G U R E S

---

		page
Figure 1	Répartition annuelle des précipitations Années hydrologiques 1975/76-1978/79, 1:200'000	19/21
Figure 1a	Répartition des précipitations Période 1975-1979, 1:200'000	21
Figure 2	Influence de l'altitude sur les précipitations représentée en utilisant 4 stations de mensura- tions de l'Institut suisse de météorologie (ISM) et 3 pluviographes de l'OEHE	23
Figure 3	Courbes hypsographiques pour les bassins versants topographiques partiels A - E	27
Figure 4	Courbes de tarissement des sources la Dou et la Raissette	37
Figure 5	Précipitations régionales et écoulement dans le Vallon de St-Imier (Bassins versants topographiques partiels A - E)	45
Figure 6	Précipitations régionales et écoulement dans le Vallon de St-Imier (Bassins versants hydrogéologiques partiels A - E)	49
Figure 7	Coupe de forage; Coord. 580/226, Numéro d'ordre 13; 1:200 (CSD) Coupe de forage; Coord. 580/226, Numéro d'ordre 12; 1:100 (CSD)	69
Figure 8	Coupe de forage; Coord. 578/227, Numéro d'ordre 1 (Forage carotte 2), 2 (Forage carotte 1), 3 (Forage carotte 3); 1:200 (Verband schweiz. Konsumvereine)	71
Figure 9	Coupe de forage; Coord. 573/225, Numéro d'ordre 8; Coord. 573/225, Numéro d'ordre 11; 1:200	73
Figure 10	Coupe de forage; Coord. 574/226, Numéro d'ordre 15; 1:200	75
Figure 11	Profil hydrogéologique transversal de la vallée de la Suze à la hauteur de la STEP Tournedos L = 1:10'000/H = 1:1'000	81
Figure 12	Profil hydrogéologique transversal de la vallée de la Suze à l'est de la Métairie de Nidau L = 1:10'000/H = 1:1'000	83

	page
Figure 13 Profil hydrogéologique transversal de la vallée de la Suze à la hauteur de la Caroline L = 1:10'000/H = 1:1'000	85
Figure 14 Profil hydrogéologique transversal de la vallée de la Suze à la hauteur des citernes à huile de la cimenterie Vigier L = 1:10'000/H = 1:1'000	89
Figure 15 Fluctuations piézométriques d'après mesures de contrôle pour la route "T 6"	93

## L I S T E   D E S   T A B L E A U X

---

		page
Tableau 1	Les stations pluviométriques dans le Vallon de St-Imier	16
Tableau 2	Les précipitations par zones dans les bassins versants topographiques partiels A à E pour les années 1975/76 à 1978/79	26
Tableau 3	Précipitations régionales quantifiées dans les bassins versants topographiques partiels A à E pour les années 1975/76 à 1978/79	29
Tableau 4	Les stations limnigraphiques dans le Vallon de St-Imier	32
Tableau 5	L'écoulement régional annuel moyen dans les bassins versants topographiques partiels A à E pour les années 1976/77 à 1978/79	32
Tableau 6	L'écoulement régional spécifique dans les bassins versants topographiques partiels A à E pour les années 1976/77 à 1978/79	33
Tableau 7	Détermination du bassin versant de sources karstiques (Kessler 1972 et Ellenberger 1976)	43
Tableau 8	Précipitations régionales et écoulement dans les bassins versants topographiques partiels	44
Tableau 9	Précipitations régionales et écoulement dans les bassins versants hydrogéologiques	51
Tableau 10	Perméabilités	91
Tableau 11	Observations du service cantonal des ponts et chaussées pour la route "T 6" - Piézomètres - Sources	95 95
Tableau 12	Débit des sources du Dogger à Châtel (en l/min) 73 mesures, 1'826 l/min (écart-type 2'562 l/min)	97
Tableau 13	Débit des sources Barguer à Sonceboz (en l/min) 40 mesures, dont 2 en décembre 1971, moyenne de 88.6 l/min (écart-type de 99.2 l/min)	98
Tableau 14	Paramètres chimiques - Nappe alluviale	99

Tableau 15 Paramètres chimiques  
- Sources

100

L I S T E   D E S   A N N E X E S

Hydrogéologie du Vallon de St-Imier  
1:50'000

- annexe 1  
Carte hydrogéologique
- annexe 2  
Profils géologiques

## 1. INTRODUCTION

G. della Valle

Le domaine des eaux souterraines est un droit régalien de l'Etat (art. 1 de la loi cantonale sur l'utilisation des eaux, du 3 décembre 1950). L'art. 127a de la même loi impose à l'Etat l'obligation d'établir une carte hydrogéologique en vue d'assurer la gestion et la protection des eaux superficielles et souterraines. Dans le cadre de ce mandat, des recherches hydrogéologiques financées par l'Etat et subventionnées par la Confédération ont été entreprises dans les régions dont le sous-sol contient des ressources en eau potable, importantes actuellement ou pour l'avenir. De telles régions sont les vallées des grandes rivières (Aar, Emme, Birs, etc.).

Dans le vallon de St-Imier, une enquête auprès des communes, confirmée par la suite par un plan directeur, a montré que dans l'immédiat les besoins en eau sont couverts, mais qu'à moyen terme il faudrait disposer d'environ 500 l/min d'eau supplémentaires. Le présent programme a été conçu dans cette optique: les dépôts alluvionnaires ont été explorés pour savoir s'il était possible d'en tirer des ressources supplémentaires. Un bilan hydrique a été établi afin de mettre au clair quelle est la proportion des précipitations qui est évacuée en surface, et quelle quantité s'écoule par cheminement souterrain. Enfin, une première série de sondages sismiques a été effectuée: il s'agissait de reconnaître l'allure générale et les caractéristiques de la tectonique des couches jurassiques sous leur recouvrement de molasse. On sait maintenant que le flanc nord de l'anticlinorium du Chasseral chevauche par endroit la molasse du Vallon. Il importera de tenir compte de ce fait quand l'exploration détaillée du karst profond démarrera. Avant de placer les forages de grande profondeur, il faudra reprendre plus en détail l'examen sismique.

La sismique en détail et les forages profonds devront faire l'objet d'une deuxième étape d'études.

Les travaux de campagne ont été dirigés par la subdivision Géologie de l'Office de l'économie hydraulique et énergétique du canton de Berne (ingénieur en chef: M. R. Merki), à l'exception du tronçon Sonceboz-Frinvillier, dont s'est chargé le bureau géologique Kellerhals et Haefeli, Berne. La mise en valeur des résultats et le rapport sont dus principalement au bureau géologique Dr Jäckli, SA, Zurich. Quelques chapitres ont été rédigés par l'OEHE; le texte concernant l'hydrogéologie du tronçon Sonceboz-Frinvillier a été écrit par le bureau Kellerhals et Haefeli.

M. H. Thalmann (dr ès sc.) a largement contribué à organiser les travaux entre Courtelary et Cortébert. M. A. Schneider (dr ès sc.) a effectué les recherches sismiques. M. Ch. Haefeli (dr ès sc.), alors collaborateur de l'Ingenieur-Unternehmung Elektrowatt AG, Zurich, a mis sur pied le modèle mathématique pour l'aquifère de Courtelary. M. M. Riha, (ingénieur dipl.) de l'OEHE, a conçu et établi le réseau hydrométrique. Mme Lina Guinand (hydrologue), a compilé et dessiné la carte hydrogéologique, qui a été revue ensuite par MM. P. Haldimann et Th. Kempf. La cartographie, la mise en page, sont dus à MM. P. Eichwald et P. Kunz (OEHE).

Les travaux ont exigé la mise à contribution d'un crédit de fr. 195'000.--, dont la Confédération a supporté le 35 % à titre de subventionnement.

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à la réussite de cet ouvrage: d'abord MM. les Conseillers d'Etat H. Huber † et H. Sommer, l'ancien et l'actuel directeur des transports, de l'énergie et de l'économie hydraulique du canton de Berne, ainsi que M. R. Merki, qui par leur compréhension ont rendu possible le financement et l'exécution de ces recherches; ensuite MM. P. Haldimann (dr ès sc.) et Th. Kempf (dr ès sc.) du bureau Jäckli, et MM. Haefeli, Kellerhals, Schneider, Thalmann, ainsi que les collaborateurs de l'OEHE, Mme Guinand, MM. Riha, Eichwald et Kunz.

Nos remerciements vont également à l'Office fédéral de la protection de l'environnement pour son aide, en particulier à M. R. Pedroli, directeur et à MM. Schweizer, Niggli (drs ès sc.) et Zahner.

## 2. REGION ETUDIEE

### G. della Valle

#### 2.1 Cadre topographique

La région étudiée correspond au bassin versant topographique de la Suze. La superficie comprise dans ce programme est limitée

au nord

par les crêtes de la Montagne du Droit de Sonvilier, du Mont Soleil et du Mont Crosin et de la Montagne du Droit de Corgémont ainsi que du Montoz,

au sud

par les crêtes de la Montagne de Romont, du Chasseral ainsi que par la frontière Berne - Neuchâtel (hôtel du Chasseral jusqu'à la gare des Convers),

à l'ouest

par la frontière Berne - Neuchâtel et

à l'est

par la frontière Berne - Soleure (Unterer Bürenberg).

Ce périmètre embrasse une surface de 175.4 km<sup>2</sup>.

Le trait caractéristique de ce terrain est le vallon de St-Imier de la gare des Convers à Péry ainsi que le vallon du Terbez de Péry à l'Unterer Bürenberg.

#### 2.2 Composition politique

La région étudiée comprend les unités politiques suivantes:

- district de Courtelary (partiellement), 16 communes,
- district de Moutier (partie insignifiante)

District	OEHE No	Commune	ha	Habitants			
				1960	1970	1980	
Courtelary	848	Renan	1260	1'091	1'094	882	
	633	La Ferrière (part.)	540	507	445	424	
	909	1) Sonvilier	1680	1'595	1'497	1'202	
	882	1) St-Imier	1660	6'704	6'740	5'430	
	955	1) Villeret	1370	1'125	1'057	884	
	584	1) Cormoret	1250	633	641	516	
	595	1) Courtelary	1980	1'330	1'462	1'211	
	586	1) Cortébert	1450	767	776	634	
	583	1) Corgémont	1590	1'414	1'645	1'470	
	908	Sonceboz-Sombeval	1500	1'404	1'446	1'332	
	662	La Heutte	810	428	486	431	
	828	Péry	1570	1'304	1'486	1'449	
	825	Orvin	270	*	*	1'059	
	949	2) Vauffelin	40	*	*	348	
	830	Plagne (part.)	400	239	277	310	
	858	2) Romont	290	*	*	162	
	Moutier	924	2) Tavannes	240	*	*	3'336
		844	2) Reconvilier	90	*	*	2'410
		752	2) Malleray	100	*	*	1'908
535		2) Bévilard	90	*	*	1'707	
911		2) Sorvilier	100	*	*	299	
593		2) Court	20	*	*	1'480	
<b>Total</b>			<b>18'300</b>	<b>18'541</b>	<b>19'052</b>	<b>28'884</b>	

\* Nombre d'habitants insignifiant dans la région étudiée

- 1) Il ne manque qu'une partie insignifiante au S du territoire communal  
2) Partie insignifiante de la commune

### 2.3 Cadre géologique

#### Vallon de St-Imier entre les Convers et Sonceboz

Le vallon de St-Imier forme un synclinal dont l'axe plonge de la gare des Convers vers l'est et remonte à l'est de Sonceboz où le synclinal disparaît. Il est limité au nord par l'anticlinal du Mont Soleil et au sud par l'anticlinorium du Chasseral.

Les flancs nord et sud du synclinal sont formés par les calcaires du Malm. Emboîtés dans ces derniers se trouvent, dans la partie supérieure du vallon, des vestiges de roches crétacées. Dans la partie inférieure du vallon, c'est-à-dire entre St-Imier et Sonceboz, Rollier en signale tandis que les auteurs plus modernes (Epple et Ziegler) n'en portent point sur leur carte. Superposée aux terrains crétacés quand il y en a, ou alors au Malm, on trouve la molasse au fond du synclinal.

Comme dernière unité, on découvre les terrains quaternaires, soit formant le toit de la molasse, soit directement susjacent aux roches mésozoïques. Il s'agit de terrains morainiques, d'éboulis de pente et d'alluvions. Les alluvions entre Villeret et Cormoret et entre Courtelary et Cortébert sont en partie des graviers aquifères.

#### Vallée de la Suze entre Sonceboz et l'Unterer Bürenberg

La structure de cette section ressemble à celle du vallon de St-Imier en amont de Sonceboz. Nous avons de nouveau un synclinal limité au nord par l'anticlinal du Montoz et au sud par l'anticlinal du Chasseral et de la Montagne de Romont. Le synclinal de Péry plonge vers l'est et après Péry l'axe se relève et remonte en direction de l'Unterer Bürenberg (Vallon du Terbez). Le synclinal de Péry n'est donc tectoniquement pas relié au synclinal de St-Imier. Ces deux structures sont séparées par le plongement axial vers l'ouest de l'anticlinal du Montoz qui disparaît près de Sonceboz.

La composition stratigraphique du synclinal de Péry est la même que celle du synclinal de St-Imier à l'exception près que le crétacé n'apparaît qu'en un petit affleurement signalé par Thalmann à l'est de Frinvillier. Des alluvions graveleuses aquifères sont connues à La Heutte et à Péry.

### 2.4 Cadre hydrogéologique et hydrologique

P. Haldimann, Th. Kempf

Nous distinguons 3 aquifères principaux superposés: les calcaires du Dogger, en particulier le Hauptrogenstein inférieur et supérieur. Se superposant au Dogger et séparés de celui-ci par les terrains incompetents de l'Oxfordien inférieurs (argile à Renggeri, terrain à chailles, marnocalcaire de Birmensdorf, marnes d'Effingen) suivent les calcaires de l'Oxfordien supérieur, du Kimméridgien et du Portlandien. Enfin, emboîtée dans les synclinaux, la troisième unité aquifère: les graviers alluvionnaires, reposant soit sur les calcaires mésozoïques, soit sur la molasse, soit sur des terrains d'altération et moraines quaternaires.

L'OEHE a installé 4 limnigraphes le long de la Suze. L'Hydrologie nationale en possède un à Sonceboz. Ces cinq stations d'observation ont permis de diviser la région étudiée en cinq bassins versants partiels:

Bassin versant partiel A:	Bassin versant de la station Suze Sonvilier (OEHE)
Bassin versant partiel B:	Bassin versant de la station Suze Villeret (OEHE)
Bassin versant partiel C:	Bassin versant de la station Suze Courtelary (OEHE)
Bassin versant partiel D:	Bassin versant de la station Suze Sonceboz (Service hydrologique national)

Bassin versant partiel E:            Bassin versant de la station Suze Péry (OEHE)  
  Bassin versant total du Vallon de St-Imier

Logiquement, dans chaque bassin versant partiel sont intégrés les bassins versants situés en amont. Donc la surface calculée pour chaque bassin englobe également celle des bassins supérieurs.

Des stations de jaugeage supplémentaires ont été placées aux sources karstiques de la Dou et de la Raisetette à Cormoret ainsi qu'à trois tributaires de la Suze. Cela permet de distinguer d'autres bassins versants partiels à l'intérieur des bassins énumérés plus haut:

Bassin partiel C<sub>1</sub>:                    Bassin versant de la source La Dou  
Bassin partiel C<sub>2</sub>:                    Bassin versant de la source La Raisetette  
Bassin partiel D<sub>1</sub>:                    Bassin versant du ruisseau Le Grabe, Cortébert  
Bassin partiel D<sub>2</sub>:                    Bassin versant du ruisseau Le Bez, Corgémont  
Bassin partiel E<sub>1</sub>:                    Bassin versant du ruisseau Le Terbez, Péry

Ces petits bassins partiels n'ont fait l'objet de considérations que pour le traitement de problèmes spéciaux. Leur surface est englobée dans la surface du bassin partiel auquel ils sont subordonnés.

### 3. PRECIPITATIONS

P. Haldimann

#### 3.1 Le réseau des stations pluviométriques

Les stations pluviométriques de la zone étudiée telles qu'elles sont mises en valeur dans le présent rapport se divisent en trois groupes:

1. Stations de l'Institut suisse de météorologie (ISM)
2. Stations pluviographiques de l'Office de l'économie hydraulique et énergétique du canton de Berne (OEHE)
3. Totalisateurs mensuels de l'OEHE

Toutes les stations pluviométriques sont réunies dans le tableau 1 et dotées d'un numéro d'ordre. Numéros et stations figurent également sur le plan de situation au 1:50'000 (annexe 1).

##### 3.1.1 Stations de l'ISM

Dans le présent rapport, on a pu mettre en valeur les mesures des précipitations des stations météorologiques suivantes de l'ISM situées dans la zone d'études et dans ses environs immédiats: Bienne, La Chaux-de-Fonds, Mont-Soleil et Courtelary.

Les stations de Boudevilliers, Chaumont, Macolin et Bellelay de l'ISM situées également aux environs moins proches fournissent des valeurs de précipitations qui diffèrent fortement des stations mentionnées ci-dessus. Ces stations ne sont visiblement pas représentatives pour les conditions du Vallon de St-Imier; par conséquent, elles n'ont pas été utilisées.

##### 3.1.2 Stations pluviographiques de l'OEHE

Dans le cadre des présentes études, l'OEHE a installé en 1975 dans le Vallon de St-Imier les trois stations pluviographiques de Pré aux Boeufs à Sonvilier, Ferme Longines à St-Imier et Métairie de Nidau à Sonceboz. La surveillance technique des stations était assurée par l'OEHE et leur entretien était confié à des habitants du lieu. Monsieur O. Weber, dr ès sc., Sumiswald, a mis en valeur les enregistrements.

Tableau 1: Les stations pluviométriques dans le Vallon de St-Imier

Numéro d'ordre de l'ISM resp. de l'OEHE	Station	Installation	Coordonnées	Altitude du terrain m s. m.	Précipitations moyennes annuelles 1975 - 1979 (mm)
<u>Stations de l'ISM</u>					
6370	Bienne	Station météorolog.	586.450/219.400	434	1201
8560	La Chaux-de-Fonds	Station météorolog.	551.060/214.040	990	1424
6390	Mt. Soleil, St-Imier	Station météorolog.	566.260/223.170	1180	1530
6400	Courtelary	Pluviomètre ISM	572.340/225.550	692	1278
6330	Boudevilliers *	Pluviomètre ISM	558.210/208.580	755	1133
6350	Chaumont *	Station météorolog.	565.020/211.220	1141	1163
6380	Macolin *	Pluviomètre ISM	582.900/220.740	870	1530
1760	Bellelay *	Pluviomètre ISM	579.580/234.800	930	1452
<u>Pluviographes de l'OEHE dès 1975</u>					
562.219/5	Pré aux Boeufs, Sonvilier	Pluviographe OEHE	562.100/219.820	850	1147
567.222/4	Ferme Longines, St-Imier	Pluviographe OEHE	567.055/222.220	760	1139
581.226/6	Métairie de Nidau, Sonceboz	Pluviographe OEHE	581.935/226.045	660	1151
<u>Totalisateurs mensuels de l'OEHE 1975 - 1980</u>					
561.221/1	La Gibolette, La Ferrière	Totalisateur mensuel	561.060/221.230	1150	1182
563.219/3	Poste sous les Roches, Sonvilier	Totalisateur mensuel	563.225/219.240	1097	1158
568.220/1	Métairie les Plânes, Villeret **	Totalisateur mensuel	568.730/220.540	1290	1028
570.226/1	Croix du Ciel, Courtelary **	Totalisateur mensuel	570.515/226.335	1135	1404
571.227/1	Chalet Neuf, Courtelary **	Totalisateur mensuel	571.465/227.225	1240	1306
574.223/1	Le Pletz, Courtelary	Totalisateur mensuel	574.025/223.210	1252	1371
576.229/1	Chez Zingg, Corgémont	Totalisateur mensuel	576.730/229.440	1060	1249***
581.228/1	Chenevières, Tavannes	Totalisateur mensuel	581.395/228.715	830	1069
583.225/1	Saisselin du Haut, La Heutte (en activité seulement jusqu'en 1978)	Totalisateur mensuel	583.905/225.410	1077	1252****
592.229/1	Unt. Bürenberg, Romont	Totalisateur mensuel	592.090/229.025	955	1299
588.232/7	La Voirde, Bévillard (en activité seulement en 1977)	Totalisateur mensuel	588.190/232.070	720	1287*****

\* Station non représentative pour le Vallon de St-Imier données pluviométriques non utilisées ultérieurement  
 \*\* Données pluviométriques non utilisées ultérieurement à cause de fortes divergences

\*\*\* Seulement de 1976 à 1979  
 \*\*\*\* Seulement de 1975 à 1977  
 \*\*\*\*\* Seulement de 1976 à 1977

### 3.1.3 Totalisateurs mensuels de l'OEHE

En 1975, l'OEHE a installé, exclusivement dans le cadre des présentes études, 11 totalisateurs mensuels temporaires (voir tableau 1). Ces installations ont été démontées en 1980. Elles ont également été surveillées par l'OEHE et entretenues par du personnel local. Les feuilles de mensurations ont également été mises en valeur par Monsieur Weber.

### 3.2 Evaluation des stations

Il ne fait pas de doute que les stations de l'ISM surveillées en permanence fournissent les valeurs de précipitations les plus solides et aussi les plus représentatives pour autant que la station ne se trouve pas dans un endroit

topographiquement exposé. C'est pour cette raison que, pour déterminer dans quelle mesure les précipitations dépendent de l'altitude, on a considéré avant tout, pour la construction des droites de régression (figure 1), les valeurs de précipitations des stations Bienne, La Chaux-de-Fonds, Mont-Soleil et Courtelary de l'ISM. En revanche, les quatre stations ISM de Boudevilliers, Chaumont, Macolin et Bellelay ont livré des valeurs fortement divergentes et, en partie, contradictoires, si bien qu'elles n'ont pas été utilisées. Pour les stations de Boudevilliers et de Chaumont, il est possible que la station sous le vent à l'abri de la plus haute crête du Jura soit responsable du fait que les quantités de précipitations sont au-dessous de la moyenne. Pour les stations de Macolin et de Bellelay, les conditions topographiques locales ont pu jouer un rôle dans les précipitations qui sont plutôt au-dessus de la moyenne.

Les valeurs des précipitations telles qu'elles sont données par les trois pluviographes de l'OEHE du Vallon de St-Imier sont de 5 à 10 % inférieures à celles de la station de l'ISM de Courtelary qui présente une situation et une exposition topographique comparable. Ici, la cause des quantités de précipitations plutôt trop faibles doit probablement être recherchée dans la disposition de l'appareil (par exemple exposition au vent etc.). Pour la détermination de la dépendance existant entre précipitations et altitude (figure 2) on a malgré tout pris en considération ces trois stations de l'OEHE outre les stations ISM.

Les totalisateurs mensuels installés par l'OEHE en des endroits reculés ont fourni des valeurs très fortement dispersées et partiellement contradictoires qui, elles aussi, sont en partie nettement inférieures à celles comparables de l'ISM. L'importante dispersion des valeurs de précipitations données par les totalisateurs mensuels est due, à tout le moins partiellement, à des expositions différentes des stations, différences topographiques, boisement différent, position exposée au vent; mais il semble que d'autres sources d'erreurs telles que, éventuellement, déficience technique dans la surveillance des totalisateurs qui fournissent régulièrement des valeurs de précipitations trop basses puissent également avoir joué un rôle. Les stations 568.220/1 (pourtant située au vent) et 571.227/1 fournissent des valeurs inexplicablement basses alors que la station 570.226/1 fournit une valeur d'une hauteur peu réaliste.

Pour ces motifs, les valeurs de précipitations des totalisateurs mensuels n'ont pas été prises en considération pour la construction des droites de régression (figure 1). En revanche, et à l'exception des trois stations susmentionnées, les moins dignes de foi, on a tenu compte de ces valeurs pour la construction des cartes de précipitations (figure 1). Naturellement, ces cartes souffrent d'une imprécision correspondante et elles donnent des images de précipitations qui sont plutôt trop basses.

### 3.3 Répartition régionale des précipitations

#### 3.3.1 Cartes des précipitations

Sous forme de cartes des précipitations, on a représenté la répartition des

précipitations dans le Vallon de St-Imier pour les années hydrologiques entre 1975 et 1980 (voir figures 1 et 1a). Dans la carte des précipitations au 1:50'000 (annexe 4) apparaissent les précipitations moyennes annuelles de la période 1975 -1979. Nous l'avons mentionné au chapitre précédent: pour la construction des cartes des isohyètes, quelques stations pluviométriques n'ont pas pu être prises en considération à cause des valeurs trop divergentes.

De par la nature même des choses, dans les cartes des isohyètes la topographie de la région étudiée apparaît en ce que les isohyètes suivent à peu près les courbes de niveau. Ce sont les crêtes de la chaîne de Chasseral et de Mont-Soleil qui reçoivent les quantités de précipitations les plus hautes tandis que les plus basses tombent au fond de la vallée entre Corgémont et La Heutte où la position "sous le vent" par rapport aux courants d'ouest dominants et à l'abri de la Montagne du Droit, détermine la faible quantité des précipitations.

Il convient de remarquer que les valeurs des précipitations reportées sur les cartes sont de 5 à 10 % trop basses, ainsi que cela a déjà été dit.

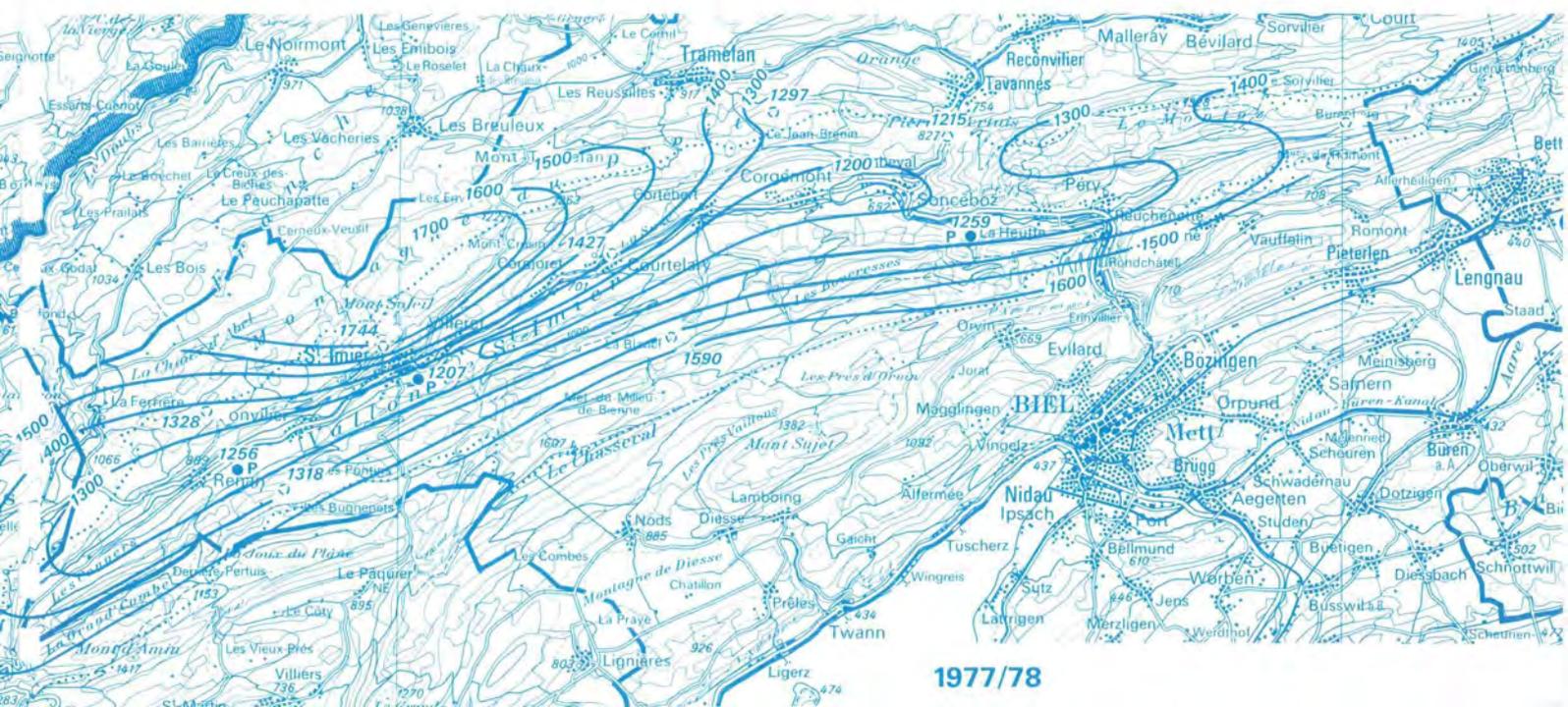
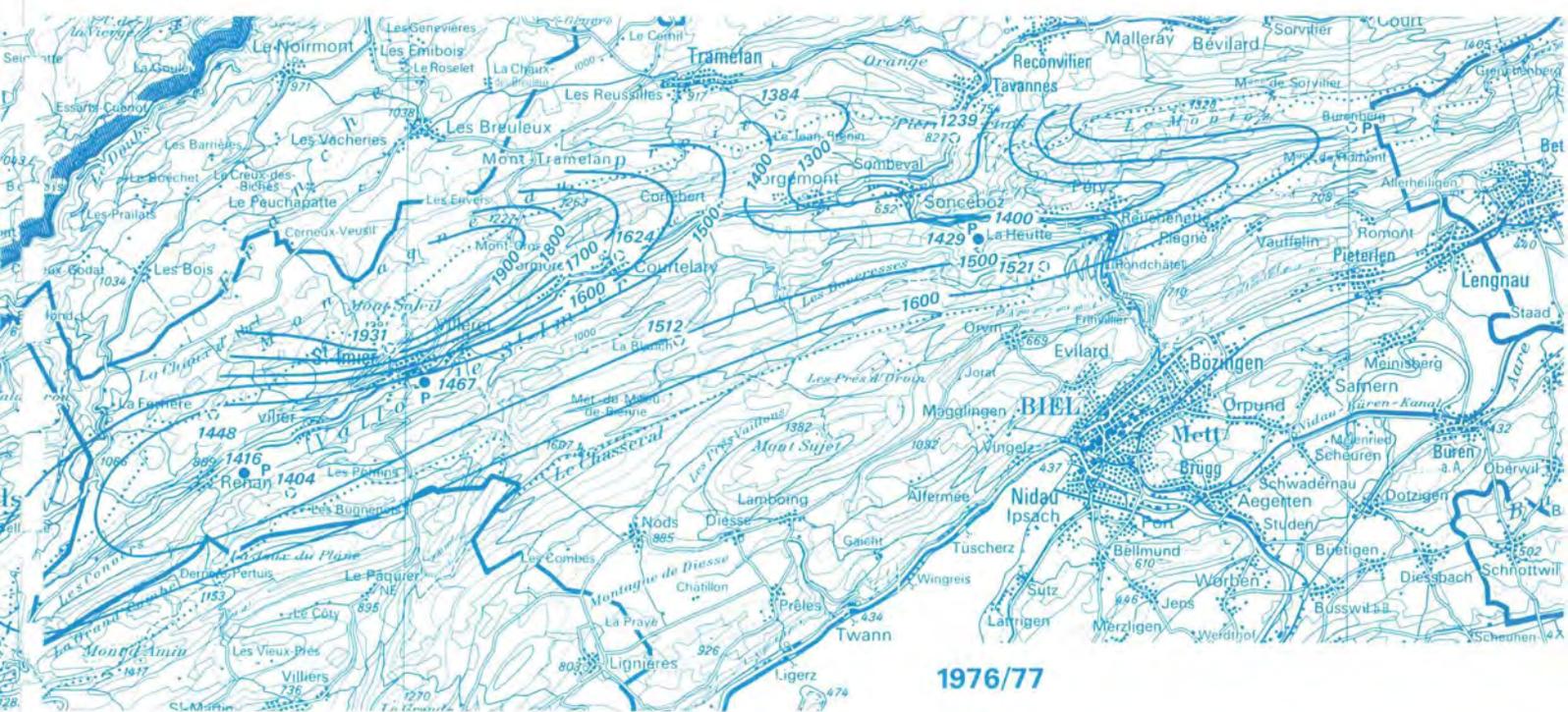
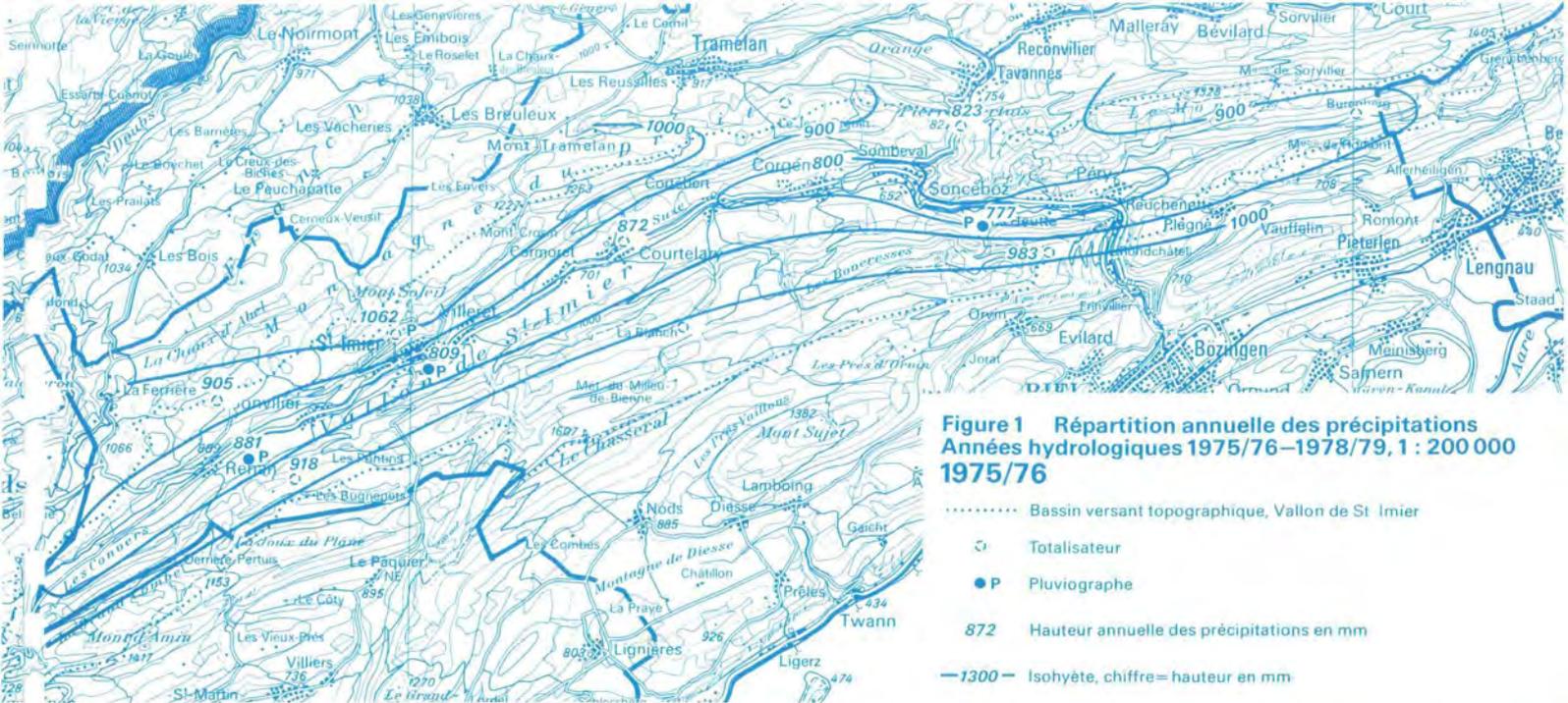
A comparer les quatre cartes des précipitations pour les années hydrologiques de 1975 à 1979, on constate que, dans l'année hydrologiques sèche 1975/76, la répartition des précipitations est remarquablement plus plate que durant l'année humide 1976/77. Cela montre que le relief topographique se marque de manière plus significative sur les précipitations régionales lors des précipitations importantes que lors des périodes moins humides, c'est-à-dire que l'interdépendance entre précipitations et altitude est plus significative avec l'augmentation des précipitations annuelles (voir chapitre suivant).

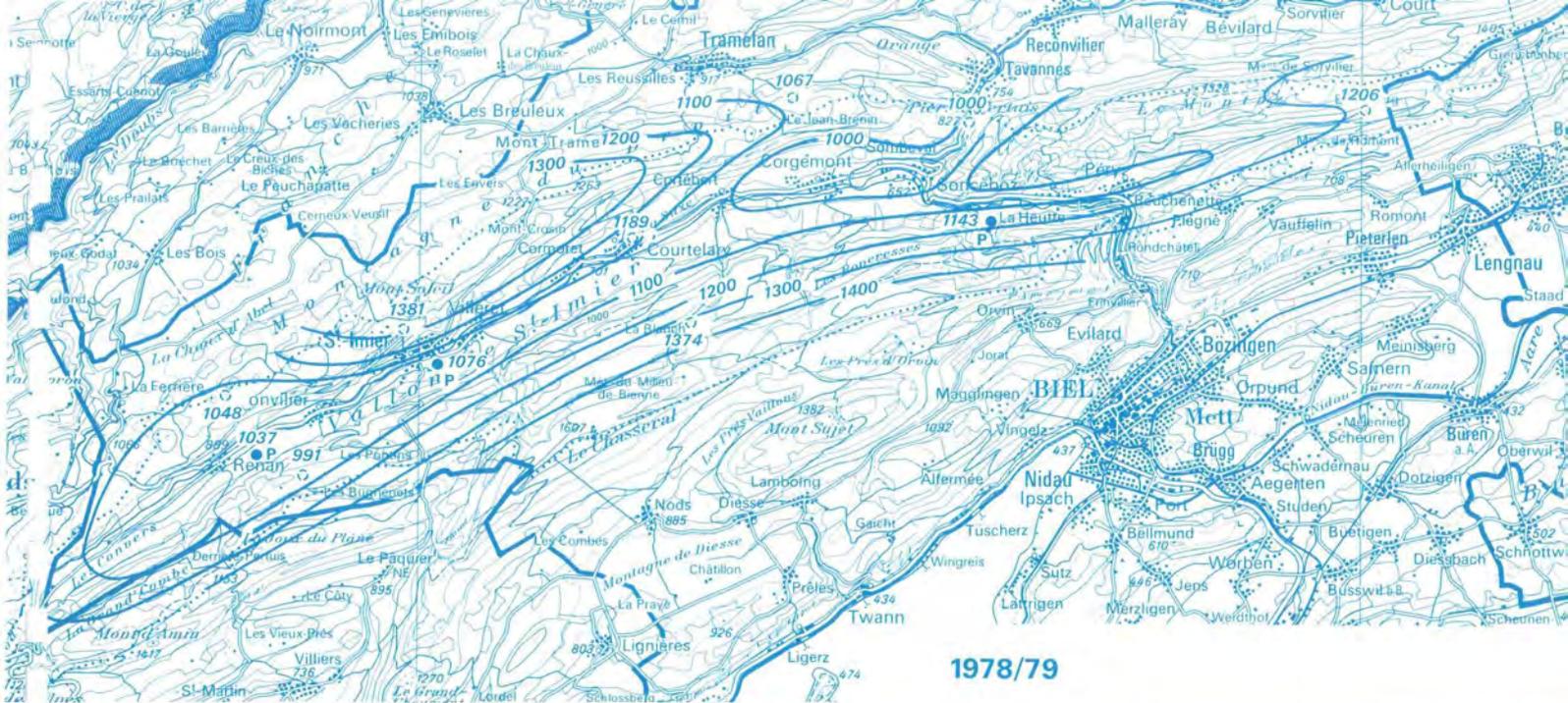
### 3.3.2 L'interdépendance entre précipitations et altitude

Dans la figure 2, on a tenté de faire apparaître graphiquement la mesure dans laquelle les précipitations dépendent de l'altitude, et cela pour les quatre années hydrologiques étudiées. Pour la détermination arithmétique de chaque droite de régression on n'a néanmoins utilisé que les valeurs de précipitations des stations ISM de Bienne, La Chaux-de-Fonds, Mont-Soleil et Courte-lary ainsi que les stations pluviographiques OEHE Sonvilier, St-Imier et Sonceboz, étant donné que les autres valeurs présentaient une trop grande dispersion et qu'elles étaient généralement trop basses.

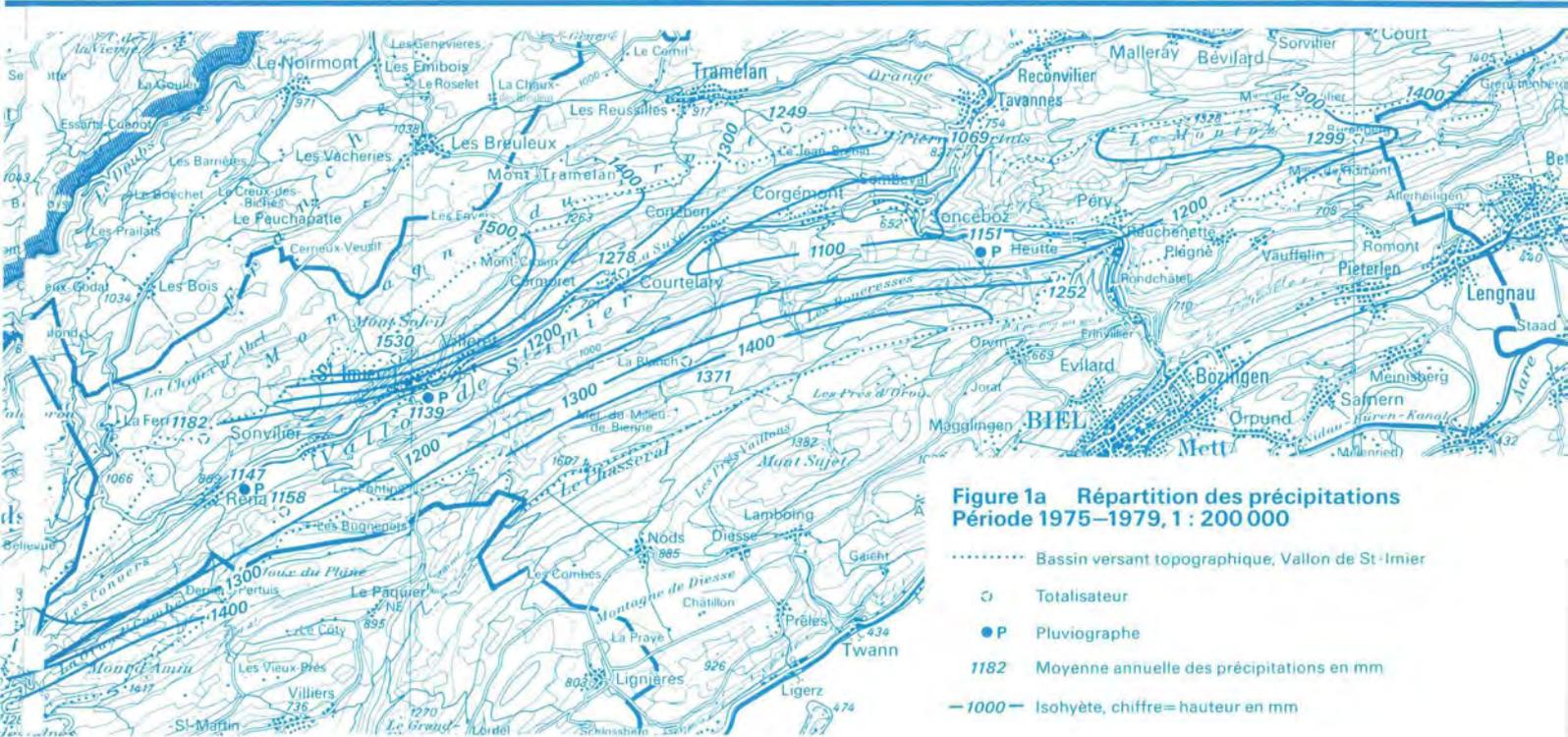
En résumé, la figure 2 permet de trouver les interdépendances suivantes:

Année extrêmement sèche 1975/76	$N = 606 + 0.35 H (r^2 = 0.74)$
(en utilisant également les valeurs de précipitations des totalisateurs mensuels)	$N = 672 + 0.25 H (r^2 = 0.33)$
Année très humide 1976/77	$N = 1085 + 0.62 H (r^2 = 0.61)$
Année plutôt humide 1977/78	$N = 958 + 0.59 H (r^2 = 0.44)$
Année normale 1978/79	$N = 895 + 0.37 H (r^2 = 0.45)$





1978/79

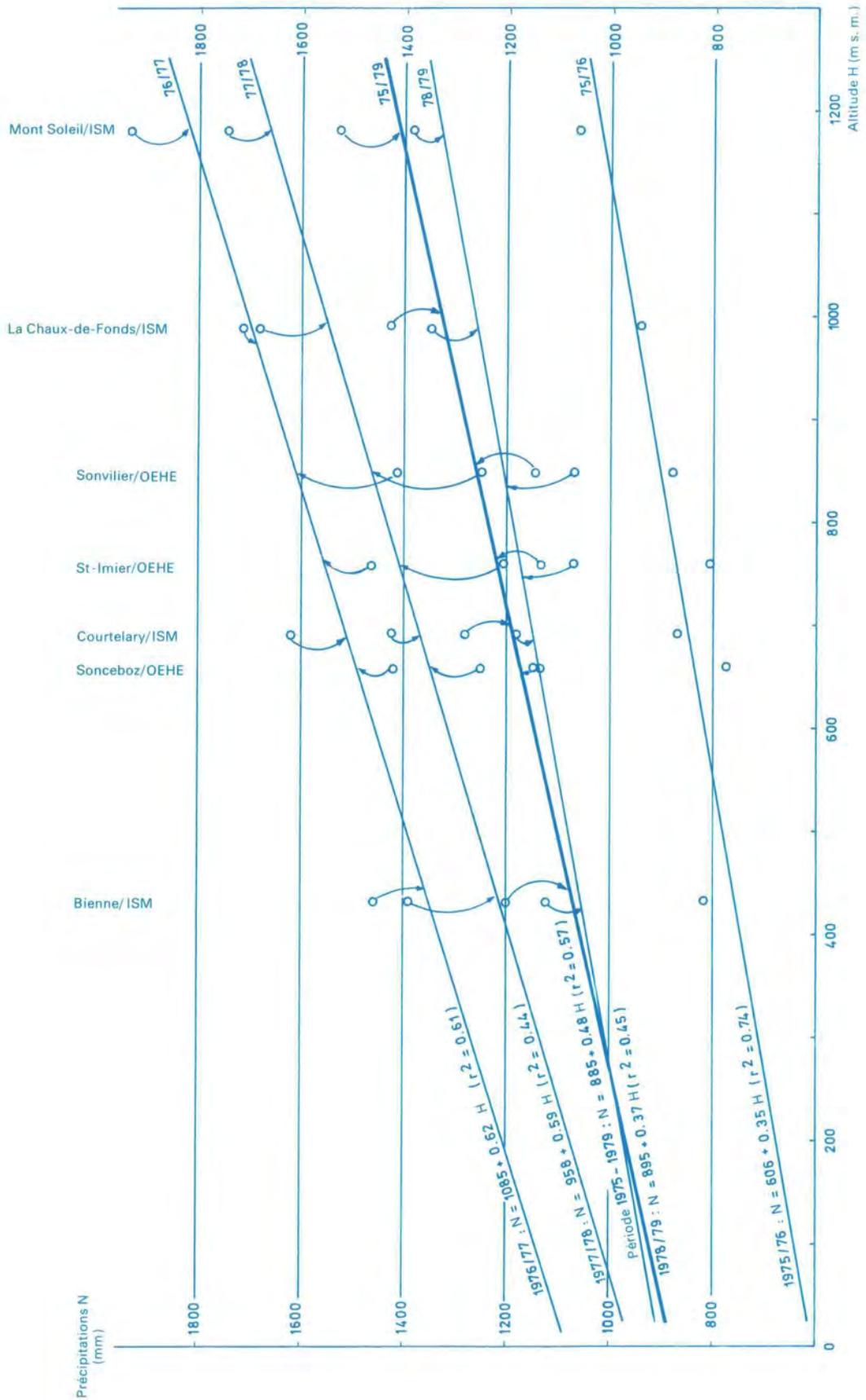


**Figure 1a Répartition des précipitations  
Période 1975-1979, 1 : 200 000**

- ..... Bassin versant topographique, Vallon de St-Imier
- ⊙ Totalisateur
- Pluviographe
- 1182 Moyenne annuelle des précipitations en mm
- 1000- Isohyète, chiffre= hauteur en mm

## Figure 2 Influence de l'altitude sur les précipitations

(représentée en utilisant 4 stations de mensurations de l'Institut suisse de météorologie (ISM) et 3 pluviographes de l'OEHE)



Moyenne de la période 1975 - 1979

$$N = 885 + 0.48 H \quad (r^2 = 0.57)$$

N: Précipitations en mm

h: Altitude en m s. m.

r<sup>2</sup>: Valeur de qualité des droites de régression

Il ressort clairement de la figure 2 que, durant les années humides, la droite de régression monte plus rapidement que durant les années sèches, c'est-à-dire que l'interdépendance entre l'altitude et les précipitations apparaît plus caractéristique durant les années humides.

Le gradient moyen des droites de régression pour la période 1975 à 1979 est de 0.48. Il montre que, dans le Vallon de St-Imier, avec chaque augmentation d'altitude de 100 m on peut compter en moyenne avec une augmentation des précipitations de 48 mm. Ce gradient est dans une certaine mesure comparable à celui trouvé par Lüscher 1977 pour la vallée de la Dünnern (35 mm/100 m), mais il est sensiblement plus bas que les gradients correspondants pour la région de la Langeten (100 mm/100 m, Binggeli 1974) ou pour l'Emmental supérieur (80 mm/100 m, Weber 1974).

### 3.3.3 Précipitations régionales

Pour l'étude de l'économie hydraulique d'une région déterminée, la moyenne régionale des précipitations (précipitations régionales  $N_G$ ) est une grandeur de calcul importante. Pour déterminer les précipitations régionales pour chacune des années hydrologiques étudiées, on a utilisé deux méthodes différentes, soit:

- une mise en valeur planimétrique des cartes isohyètes (cartes des précipitations, figure 1)
- la détermination de  $N_G$  à partir de l'altitude moyenne de la région déterminée (courbes hypsographiques, figure 3) avec l'aide des droites de régression de l'interdépendance entre l'altitude et les précipitations (figure 2).

Les valeurs pour les précipitations régionales calculées par ces deux méthodes pour les bassins versants partiels et pour l'ensemble du bassin versant sont rassemblées sur le tableau 2 pour les 4 années hydrologiques étudiées.

Un examen plus approfondi du tableau 2 montre que la mise en valeur planimétrique des cartes isohyètes donne des valeurs de précipitations régionales qui sont presque toutes de 5 à 25 % environ plus basses que celles fournies par le calcul selon les altitudes moyennes et l'interdépendance entre l'altitude et les précipitations. Cela est dû au fait que, pour la construction des cartes des isohyètes, ce sont surtout les valeurs de précipitations des totalisateurs mensuels qui ont été utilisées et celles-ci se trouvent, on le sait, être trop basses.

Tableau 2: Les précipitations par zones dans les bassins versants topographiques partiels A - E pour les années 1975/76 à 1978/79

Bassin versant partiel			Précipitations régionales en mm									
Dénomination	Surface km <sup>2</sup>	Altitude moyenne m s. m.	1975/76		1976/77		1977/78		1978/79		Période 1975/79	
			*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
A La Suze, Sonvilier	30.9	1085	928	990	1517	1760	1369	1605	1102	1295	-	1370
B La Suze, Villeret	51.3	1055	933	975	1534	1740	1386	1590	1121	1285	-	1355
C La Suze, Courtelary	85.5	1045	945	970	1574	1730	1425	1580	1168	1280	-	1350
D La Suze, Sonceboz	126.2	1030	939	965	1544	1720	1412	1570	1170	1275	-	1340
E La Suze, Péry	175.4	1020	918	960	1531	1715	1398	1565	1172	1270	-	1335
E 1 Le Terbez, Péry	21.4	1032	-	965	-	1725	-	1575	-	1275	-	1345
C 1 La Dou, Cormoret	4.8	1080	1018	990	1855	1760	1675	1605	1328	1295	-	1365
C 2 La Raisetette, Cormoret	3.3	1044	1010	970	1805	1730	1644	1580	1332	1280	-	1350

\* après mise en valeur des cartes des isohyètes  
 \*\* d'après l'altitude moyenne selon l'interdépendance entre les précipitations et l'altitude (voir figures 1 et 2)

En comparaison, le calcul des précipitations régionales effectué avec l'interdépendance entre l'altitude et les précipitations fournit certainement des valeurs auxquelles on peut mieux se fier. Partant de celles-ci, les précipitations régionales données au tableau 2 en colonne \*\*) permettent de calculer les quantités de précipitations pour chacun des bassins versants partiels telles qu'elles figurent au tableau 3 et telles qu'elles seront utilisées pour la comparaison des précipitations régionales et de l'écoulement régional traités au chapitre 4.

Les précipitations régionales déterminées de la sorte représentent pour le Vallon de St-Imier l'apport le plus important pour la réalimentation de l'eau souterraine. La fraction des précipitations infiltrée ou l'infiltration efficace des précipitations est tributaire de la répartition temporelle des précipitations (chapitre 3.4) et de l'évapotranspiration, celle-ci étant variable selon les saisons (chapitre 6).

Figure 3 Courbes hypsographiques pour les bassins versants topographiques partiels A-E

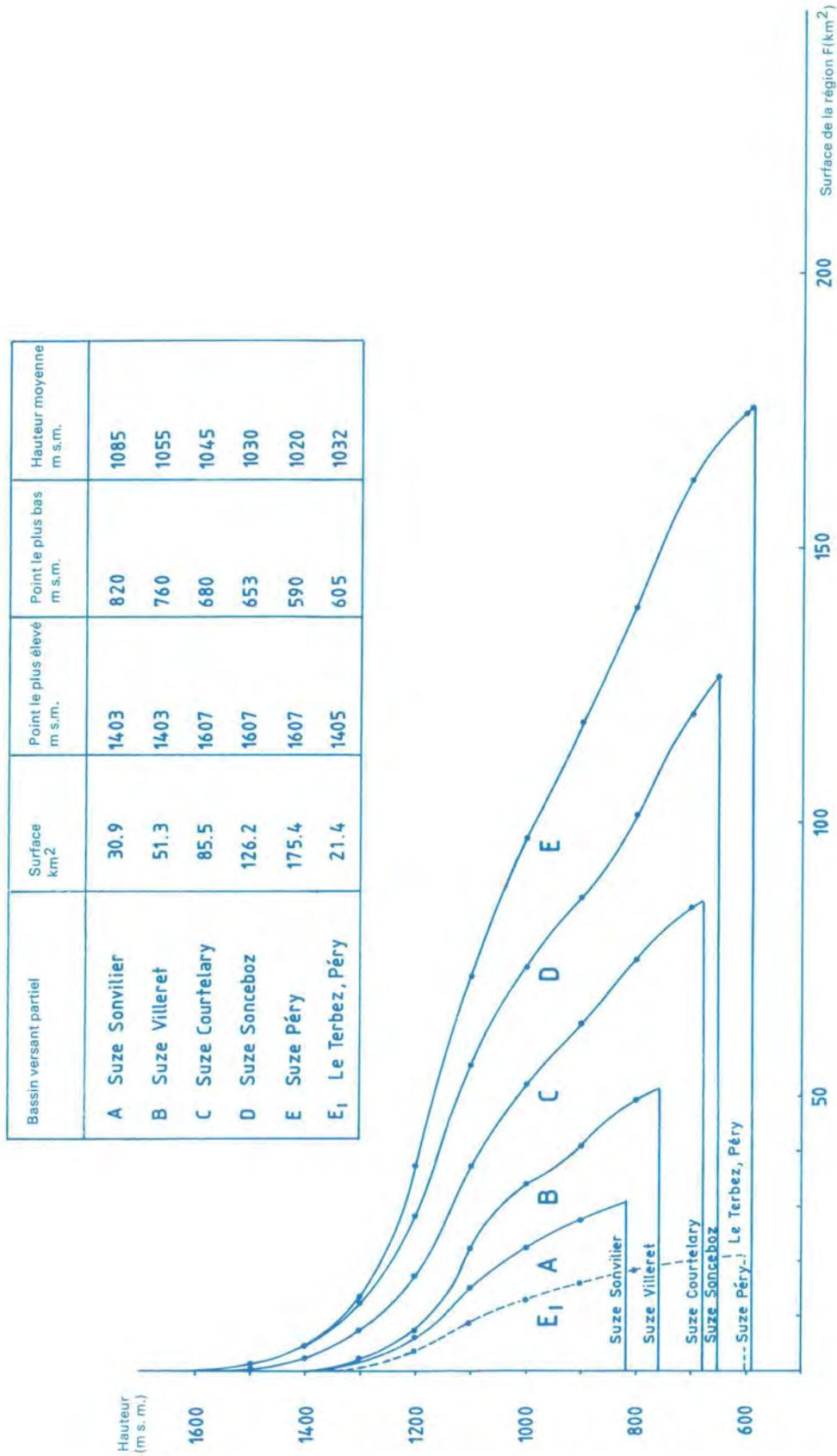


Tableau 3: Précipitations régionales quantifiées dans les bassins versants topographiques partiels A - E pour les années 1975/76 à 1978/79

Bassin versant partiel	Précipitations régionales *									
	1975/76 mio m <sup>3</sup> /a m <sup>3</sup> /s		1976/77 mio m <sup>3</sup> /a m <sup>3</sup> /s		1977/78 mio m <sup>3</sup> /a m <sup>3</sup> /s		1978/79 mio m <sup>3</sup> /a m <sup>3</sup> /s		Période 1975/79 mio m <sup>3</sup> /a m <sup>3</sup> /s	
A La Suze, Sonvillier	30.60	0.97	54.40	1.73	49.60	1.60	40.00	1.27	42.30	1.34
B La Suze, Villeret	50.00	1.60	89.30	2.83	81.60	2.60	65.90	2.08	69.50	2.20
C La Suze, Courtelary	82.90	2.63	147.90	4.70	135.10	4.28	109.40	3.47	115.40	3.66
D La Suze, Sonceboz	121.80	3.86	217.10	6.88	198.10	6.28	160.90	5.10	169.10	5.36
E La Suze, Péry	168.40	5.34	300.80	9.54	274.50	8.70	222.80	7.06	234.20	7.43
E 1 Le Terbez, Péry	20.60	0.65	36.90	1.17	33.70	1.07	27.30	0.87	28.80	0.91
C 1 La Dou, Cormoret	4.75	0.15	8.45	0.27	7.70	0.24	6.20	0.20	6.50	0.21
C 2 La Raissette, Cormoret	3.20	0.10	5.71	0.18	5.21	0.16	4.20	0.13	4.50	0.14

\* calculé d'après le tableau 2, colonne \*\*

### 3.4 Répartition temporelle des précipitations

#### 3.4.1 Données mises en valeur

Pour la détermination de la répartition temporelle des précipitations, on a utilisé les résultats des stations suivantes:

Valeurs journalières des pluviographes Sonvillier, St-Imier et Sonceboz de l'OEHE

Totaux mensuels de toutes les autres stations.

Les valeurs journalières des stations Bienne, La Chaux-de-Fonds, Mont-Soleil et Courtelary de l'ISM seraient également à disposition, mais elles n'ont pas été spécialement mises en valeur dans le cadre des présentes études.

Les valeurs des précipitations mises en valeur sont représentées aussi bien numériquement que graphiquement dans l'appendice.

#### 3.4.2 Répartition mensuelle des précipitations

Dans la station de Courtelary de l'ISM située au centre, et durant la période d'études 1975-1979, les précipitations les plus fortes sont tombées pendant les mois suivants:

1975/76: novembre  
 1976/77: juillet  
 1977/78: mars  
 1978/79: décembre

Les précipitations les plus faibles sont tombées pendant les mois de:

1975/76: décembre  
1976/77: septembre  
1977/78: juin  
1978/79: novembre

Ici non plus aucune règle ne se dessine, peut-être parce que l'année hydrologique anormale 1975/76 tombe dans la période d'études. En général, les mois de juin, juillet et août s'avèrent cependant les plus riches en précipitations tandis que les mois de septembre et d'octobre apparaissent comme étant les plus secs.

### 3.4.3. Répartition journalière des précipitations

L'examen des représentations numériques et graphiques réunies en annexe et qui concernent les quantités de précipitations mesurées aux pluviographes de l'OEHE Sonvilier, St-Imier et Sonceboz permet de constater que, durant la période étudiée, (1975-1979) les pointes de précipitations ont eu lieu aux jours suivants

1975/76: 17./18.7. et 9.9.  
1976/77: 31.7. et 17.8.  
1977/78: 7.7.  
1978/79: 30.12. et 27.1.

## 4. ECOULEMENT

P. Haldimann, Th. Kempf

### 4.1 Le réseau des emplacements de jaugeage

En 1976, l'OEHE a installé dix stations limnigraphiques dans le Vallon de St-Imier. En outre, depuis 1960 il existe sur la Suze, à Sonceboz, une station limnigraphique de l'Hydrologie nationale et ses données ont pu être utilisées également dans le présent rapport.

L'emplacement exact de toutes les stations de jaugeage est donné dans le plan de situation, annexe 1; les principales données techniques en sont rassemblées dans le tableau 4 ci-après.

### 4.2 Mise en valeur des enregistrements limnigraphiques

La mise en valeur des enregistrements des stations limnigraphiques cantonales a été faite par l'ordinateur du bureau géologique Dr. H. Jäckli SA: En cela, les niveaux d'eau indiqués sur les enregistrements limnigraphiques ont été portés en continu sur la table des coordonnées; ils ont été digitalisés et les valeurs journalières moyennes ainsi que les valeurs de pointe ont été enregistrées sur "disquettes".

Grâce aux diverses mesures au moulinet effectuées par l'OEHE, il a été possible de construire une relation mathématique P/Q optimale à l'aide de l'ordinateur (voir courbes P/Q en annexe).

A l'aide des courbes de tarage individuelles, les niveaux d'eau ont été convertis en débits et portés aussi bien numériquement que graphiquement sur des feuilles dites "feuilles hydrographiques annuelles" (voir les annexes). Sur ces feuilles annuelles, les débits régionaux annuels moyens ont été donnés en  $m^3/s$ . Par contre, on a renoncé à la représentation du débit régional spécifique sur les feuilles annuelles étant donné qu'au moment de leur établissement le bassin versant exact n'était pas encore connu et qu'il n'a pu être déterminé qu'après la mise en valeur hydrologique complète des débits enregistrés.

Tableau 4: Les stations limnigraphiques dans le Vallon de St-Imier

Numéro d'ordre de l'OEHE	Station (limnigraphe)	Coordonnées	Altitude du terrain m s. m.	Bassin versant partiel
662.220/11	La Suze, Sonvilier	562.715/220.420	env. 820	A
568.222/2	La Suze, Villeret	568.040/222.840	env. 760	B
573.225/9	La Suze, Courtelary	573.230/225.900	env. 680	C
*)	La Suze, Sonceboz	579.810/227.350	env. 642	D
585.225/2	La Suze, Péry	585.520/225.700	env. 596	E
570.224/5	La Dou, Cormoret	569.930/224.040	env. 718	C 1
570.224/6	La Dou Turbine	569.985/224.065	env. 718	C 1
570.224/4	La Raissette, Cormoret	570.740/224.810	env. 703	C 2
574.226/15	Le Grabe, Cortébert	574.770/226.510	env. 675	D 1
577.226/2	Le Bez, Corgémont	577.235/226.655	env. 662	D 2
585.226/12	Le Terbez, Péry	585.805/226.680	env. 609	E 1

\*) Station limnigraphique du Service hydrologique national

Tableau 5: L'écoulement régional annuel moyen dans les bassins versants topographiques partiels A - E pour les années 1976/77 à 1978/79

Bassin versant partiel resp. station de jaugeage m <sup>3</sup> /a	Surface km <sup>2</sup>	Ecoulement régional annuel moyen					
		1976/77 m <sup>3</sup> /s mio m <sup>3</sup> /a		1977/78 m <sup>3</sup> /s mio m <sup>3</sup> /a		1978/79 m <sup>3</sup> /s mio m <sup>3</sup> /a	
A La Suze, Sonvilier	30,9	0,28	8,8	0,26	8,2	0,19	6,0
B La Suze, Villeret	51,3	0,83	26,2	0,75	23,7	0,71	22,4
C La Suze, Courtelary	85,5	4,69	147,9	3,93	123,9	2,60	82,0
D La Suze, Sonceboz	126,2	5,71	180,1	5,13	161,8	3,80	119,8
E La Suze, Péry	175,4	7,65	241,3	6,46	203,7	5,19	163,7
La Dou, Cormoret	-	1,95	61,5	2,58	81,4	1,77	55,8
La Dou Turbine	-	0,21	6,6	0,23	7,3	0,19	6,0
C 1 La Dou total	4,8	2,16	68,1	2,81	88,7	1,96	61,8
C 2 La Raissette, Cormoret	3,3	0,44	13,9	0,46	14,5	0,29	9,1
E 1 Le Terbez, Péry	21,4	0,08	2,5	0,09	2,8	0,05	1,6

Tableau 6: L'écoulement régional spécifique dans les bassins versants topographiques partiels A - E pour les années 1976/77 à 1978/79

Bassin versant partiel resp. station de jaugeage	Surface km <sup>2</sup>	écoulement régional spécifique					
		1976/77 mm 1/s.km <sup>2</sup>		1977/78 mm 1/s.km <sup>2</sup>		1976/77 mm 1/s.km <sup>2</sup>	
A La Suze, Sonvilier	30.9	284	9.1	265	8.4	194	6.1
B La Suze, Villeret	51.3	511	16.2	462	14.6	437	13.8
C La Suze, Courtelary	85.5	1'730	54.8	1'449	46.0	959	30.4
D La Suze, Sonceboz	126.2	1'427	45.2	1'282	40.6	949	30.1
E La Suze, Péry	175.4	1'376	43.6	1'161	36.8	933	29.6
La Dou, Cormoret	-	-	-	-	-	-	-
La Dou Turbine	-	-	-	-	-	-	-
C 1 La Dou total	4.8	14'188	450.0	18'479	585.4	12'875	408.3
C 2 La Raisetette, Cormoret	3.3	4'212	133.3	4'394	139.4	2'758	87.9
E 1 Le Terbez, Péry	21.4	117	3.7	131	4.2	75	2.3

#### 4.3. Interprétation des données concernant l'écoulement

Les valeurs tirées des feuilles annuelles de l'annexe pour le débit annuel moyen de chaque station de jaugeage de l'écoulement sont mises en liste sur le tableau 5. Le tableau 6 donne les valeurs pour le débit régional spécifique relatif aux bassins versants partiels en mm et en l/s/km<sup>2</sup>. Les données des deux stations de jaugeage 574.226/15 (Le Grabe, Cortébert), 577.226/2 (Le Bez, Corgémont) n'ont pas été utilisées davantage étant donné qu'elles ne sont pas déterminantes pour les considérations hydrogéologiques ci-après.

Les écoulements régionaux de chaque bassin versant topographique partiel sont reproduits graphiquement dans la figure 3 avec les précipitations régionales correspondantes.

##### 4.3.1 Le débit régional spécifique

Bassins versants partiels topographiques A et B

A l'examen du tableau 6, il apparaît clairement que le débit spécifique régional des deux bassins versants partiels A et B situés à l'altitude la plus haute (Suze Sonvilier et Suze Villeret) présente un déficit très important comparativement aux valeurs reconnues comme "normales". Cela peut être interprété dans le sens que, ou bien le calcul du débit régional spécifique est basé sur une surface du bassin versant topographique beaucoup trop grande, ou bien alors l'évacuation des eaux de ces deux bassins versants partiels se fait souterrainement et cet écoulement souterrain n'est pas appréhendé par les deux stations de jaugeage Sonvilier et Villeret.

En considérant de plus près la géologie et l'hydrologie de ces deux bassins versants partiels (voir chapitres 7 et 8), on ne trouve aucun point d'accrochage pour la première interprétation mais, en revanche des arguments probants pour la seconde.

### Bassin versant topographique partiel C

Contrairement au débit régional spécifique des régions A et B, le débit régional spécifique du bassin versant partiel C (Suze Courtelary) est plus considérable qu'un débit "normal". Cela indique que la surface du bassin versant topographique en question est trop restreinte et que le bassin véritable doit être plus grand.

Ici, il convient de considérer qu'entre les stations de jaugeage Villeret et Courtelary jaillissent les deux sources karstiques très abondantes de La Dou et de la Raisetette qui alimentent la Suze. Le gros apport de ces sources contribue de manière déterminante à l'écoulement spécifique élevé à la station de jaugeage Suze Courtelary.

### Bassins versants topographiques partiels D et E, bassin versant global

Le débit régional spécifique dans ces deux bassins versants est également sensiblement plus élevé que dans d'autres régions comparables du Jura ou du Plateau suisse. Cela tendrait de nouveau à faire penser que la surface prise en considération pour le bassin versant topographique jusqu'à la station Suze Péry, c'est-à-dire pour le bassin versant de tout le Vallon de St-Imier, est trop petite avec ses 175.4 km<sup>2</sup> et qu'en réalité, elle doit être plus grande.

### Bassins versants topographiques partiels C1 et C2 (Sources de La Dou et de la Raisetette)

Les débits spécifiques fournis de manière purement théorique, qui sont invraisemblablement hauts pour ces deux bassins partiels, montrent au premier coup d'oeil que le bassin effectif de ces grandes sources karstiques doit être sensiblement plus grand que leur bassin topographique.

### Bassin versant topographique partiel E1 (Le Terbez, Péry)

Le débit spécifique régional (écoulement superficiel) très faible du bassin versant partiel E1 permet d'inférer que la région est drainée largement par voie souterraine. Sur la base de déductions géologiques (voir chapitre 8) on peut attendre un déversement karstique en direction de l'ouest et un passage de l'eau karstique dans la Suze au fond de la vallée près de Péry.

### Résumé

En résumé, on peut constater que le débit régional spécifique donné sur la base des bassins versants topographiques dans les bassins partiels A et B présente un déficit marqué qui est cependant compensé jusqu'à la station de jaugeage Courtelary à cause des sources karstiques abondantes de la Dou et de la Raisetette.

Dans les bassins versants partiels D et également dans le bassin global E, le débit régional spécifique est plutôt trop élevé comparativement aux zones comparables connues par la littérature, c'est-à-dire que le bassin versant effectif du Vallon de St-Imier devrait être plutôt plus grand que son bassin versant topographique. Cette supposition sera à vérifier au chapitre 8 lors de la définition des bassins versants probables donnée par les considérations hydrogéologiques.

#### 4.3.2 Les variations dans l'écoulement

A la station Suze Péry, à la sortie du Vallon de St-Imier, on constate les variations suivantes de l'écoulement:

##### Moyennes journalières extrêmes du débit

	<u>maximum (m<sup>3</sup>/s)</u> (entre parenthèses: pointe journalière)	<u>minimum (m<sup>3</sup>/s)</u>	<u>quotient d'écoulement K*</u>
1976/77	37.70 (43.0)	2.20	17.1
1977/78	38.28 (43.3)	1.91	20.0
1978/79	25.70 (33.5)	1.67	15.4

##### Moyennes mensuelles extrêmes du débit

	<u>maximum (m<sup>3</sup>/s)</u>	<u>minimum (m<sup>3</sup>/s)</u>	<u>quotient d'écoulement K*</u>
1976/77	17.10	3.13	5.5
1977/78	12.84	2.36	5.4
1978/79	13.49	1.89	7.1

$$K^* = \frac{\text{moyenne maximale}}{\text{moyenne minimale}}$$

Contrairement aux ruisseaux et rivières de la zone molassique du Plateau suisse, la Suze ne connaît pas de débits de pointe extrêmes; son écoulement a une allure relativement tranquille et égale. Par conséquent, les quotients d'écoulement obtenus sont faibles.

Les débits les plus importants sont généralement constatés en février, les plus faibles se produisent durant les mois d'automne, septembre et octobre. Il peut se produire également des pointes élevées durant les mois de juillet et d'août à la suite d'orages.

### 4.3.3 L'écoulement des sources karstiques de la Dou et de la Raisetete, Cormoret

#### Variations dans l'écoulement

Pour l'époque d'analyse, on a constaté les valeurs extrêmes suivantes pour l'écoulement journalier moyen:

#### La Dou total

	<u>maximum (m<sup>3</sup>/s)</u> (entre parenthèses: pointe journalière)	<u>minimum (m<sup>3</sup>/s)</u>	<u>quotient d'écoulement K*</u>
1976/77	9.22 (11.1)	0.68	13.5
1977/78	9.71 (12.0)	0.77	12.6
1978/79	8.55 (09.0)	0.66	12.9

#### La Raisetete

1976/77	2.34 (2.5)	0.11	21.3
1977/78	2.27 (2.5)	0.11	20.6
1978/79	2.18 (2.6)	0.08	27.2

$$K^* = \frac{\text{moyenne maximale}}{\text{moyenne minimale}}$$

Les valeurs extrêmes du débit mensuel moyen sont les suivantes:

#### La Dou total

	<u>maximum (m<sup>3</sup>/s)</u>	<u>minimum (m<sup>3</sup>/s)</u>	<u>quotient d'écoulement K*</u>
1976/77	4.30	1.05	4.1
1977/78	6.20	0.88	7.0
1978/79	4.55	0.76	6.0

#### La Raisetete

1976/77	1.00	0.17	5.9
1977/78	0.93	0.13	7.1
1978/79	0.68	0.10	6.8

$$K^* = \frac{\text{moyenne maximale}}{\text{moyenne minimale}}$$



Pour la source de la Raisetete, surtout les valeurs extrêmes du débit journalier moyen présentent des variations relativement grandes avec un quotient d'écoulement élevé typique des sources karstiques. Pour la source de la Dou, en revanche, on obtient une image étonnamment équilibrée, si bien que cette source karstique présente presque le caractère d'une source de débordement. Les valeurs extrêmes du débit mensuel moyen présentent des variations faibles et un quotient d'écoulement atypique qui se situe entre 4 et 7 pour les deux sources.

#### Courbe de tarissement

Partant des données d'écoulement des sources karstiques de la Dou et de la Raisetete, on a construit ce qu'on appelle la courbe de tarissement pour deux périodes très pauvres en précipitations, à savoir la période du 14.5.1977 au 31.5.1977 (été) et la période du 29.12.1977 au 22.1.1978 (hiver). Lorsqu'il ne tombe pas de précipitations dans le bassin versant, les débits des sources en diminution représentées par la courbe de tarissement suivent théoriquement la formule de BOUSSINESQ (1977):

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-\alpha \Delta t}$$

$\alpha$  : coefficient de rétention  
(jours<sup>-1</sup>)

$Q_0$  : débit au temps 0

$Q_1$  : débit au temps 1

$\Delta t$  : période de la courbe de tarissement

On peut en tirer ce qu'on appelle le coefficient de rétention d'une source:

$$\alpha = \frac{\ln Q_0 - \ln Q_1}{\Delta t}$$

Les lignes d'étiage correspondantes sont reportées sur la figure 3. Celles-ci montrent une bimodalité plus ou moins significative: chaque fois, après 10 à 14 jours, il apparaît un ralentissement marquant de la diminution d'apport d'où résulte un abaissement correspondant du coefficient de rétention.

Par le coefficient de rétention  $\alpha$  on peut déterminer le temps théorique de séjour dans le sol de l'eau souterraine selon le rapport

$$\tau = 1/\alpha$$

Dans le tableau ci-dessous, on rassemblé les valeurs de  $\alpha$  et de  $\tau$  pour les deux périodes étudiées:

	coefficient de rétention $\alpha$ (jours <sup>-1</sup> )	temps de séjour théorique $\tau$
<u>La Dou</u>		
14.5.1977 - 31.5.1977		
2e - 10e jour	0.1066	9.4
10e - 18e jour	0.0512	19.5
29.12.1977 - 22.1.1978		
2e - 13e jour	0.0919	10.9
13e - 25e jour	0.0333	30.0
<u>La Raisetete</u>		
14.5.1977 - 31.5.1977		
2e - 12e jour	0.1020	9.8
12e - 18e jour	0.043	23.2
29.12.1977 - 22.1.1978		
2e - 14e jour	0.0833	12.0
14e - 25e jour	0.43	23.4

Comparativement à d'autres sources karstiques du Jura, les valeurs déterminées pour les coefficients de rétention  $\alpha$  sont plutôt hautes: Tripet (1973) a déterminé une valeur journalière de 0.026 pour la source de l'Areuse et Hoehn (1979) a déterminé des valeurs de 0.05 à 0.005 par jour pour des sources karstiques dans le Jura tabulaire argovien.

Logiquement les valeurs de durée théorique de séjour de l'eau karstique dans le sol sont basses. On peut en déduire que dans le bassin versant des sources l'aquifère karstique présente une bonne perméabilité et que la vitesse d'écoulement est forte.

La bimodalité de la courbe de tarissement s'explique de la façon suivante: le premier tronçon de la courbe est plus incliné; avec son coefficient de rétention de 0.08 à 0.11 il indique la vidange rapide des grands canaux très perméables du karst (composante de "l'écoulement direct"). La deuxième section de la courbe, moins inclinée, représente la vidange lente des zones fissurées moins perméables formant les blocs entre les canaux principaux. Il s'agirait de la composante "flot de base".

Mueller et Zoetl (1980) caractérisèrent de façon analogue l'allure de l'écoulement de la source de l'Areuse.

En même temps, la bimodalité de la courbe de tarissement pourrait être caractéristique pour des sources karstiques de débordement, provenant d'un aquifère en forme de bassin. Le tronçon incliné de la courbe représenterait l'écoulement rapide du volume "disponible", dont le niveau piézométrique est situé à une cote largement supérieure à celle du seuil de débordement.

Le tronçon moins incliné témoignerait de l'écoulement du volume "moins disponible", dont le niveau piézométrique est à peine plus élevé que le seuil de débordement.

#### Retardement de l'écoulement sur les précipitations

Les feuilles annuelles de l'annexe permettent de comparer quelques valeurs journalières des précipitations, par exemple à la station 567.222/4 (ferme Longines, St-Imier), avec les valeurs d'écoulement du jour correspondant à la source de la Dou. Cette comparaison montre clairement que l'écoulement de pointe à la source apparaît encore le même jour, et au plus tard le jour qui suit des précipitations importantes, et qu'ensuite il baisse rapidement. Le retard de l'apparition de la pointe de débit est très faible et indique lui aussi une forte vitesse d'écoulement dans le karst.

#### Conclusions à tirer pour les bassins versants des sources

Sur la base de séries de mesures effectuées durant 25 ans dans la région karstique hongroise, Kessler a établi (1972) que les précipitations tombées durant les mois de janvier à avril représentent les fournisseurs principaux de l'eau de source jaillissant ultérieurement des sources karstiques, en quoi les précipitations de septembre à décembre de l'année précédente exercent une influence préparatoire sur les conditions d'infiltration de l'année à venir. Connaissant ces circonstances, il est possible d'estimer la grandeur du bassin versant d'une source karstique, et cela selon une méthode de calcul particulière. La méthode est décrite en détail par Ellenberger (1976) et peut être utilisée ici pour déterminer le bassin versant probable des sources karstiques de la Dou et de la Raisetette. Selon Ellenberger il convient de procéder comme suit (voir tableau 7):

- Déterminer d'abord les précipitations annuelles (ligne 01) ainsi que le total des précipitations de janvier à avril (ligne 02).
- La valeur des précipitations de janvier à avril exprimée en pour cent des précipitations annuelles est désignée comme étant la part des précipitations déterminante (ligne 03).
- Ensuite il s'agit de déterminer la différence entre la quantité de précipitations de septembre à décembre de l'année précédente (ligne 04) et la moyenne de plusieurs années de la même période d'observations (ligne 05).
- Cette différence est donnée en pour cent de la moyenne de plusieurs années et désignée sous le terme de pourcentage de correction (ligne 06).

Du tableau ci-dessous déterminé empiriquement, on peut tirer les constantes de correction pour les pourcentages de correction correspondants. Lorsqu'un pourcentage de correction est négatif, la valeur des constantes correspondantes est également négative (ligne 07).

<u>Pourcentage de correction</u>	<u>Constante de correction</u>
0 - 5	0
6 - 15	1
16 - 25	2
26 - 35	3
36 - 45	4
46 - 55	5
56 - 60	7
61 - 65	10
66 - 70	13
70 et plus	15

- La fraction des précipitations calculée à la ligne 03 est corrigée de la valeur des constantes de correction (ligne 08).
- Du tableau ci-dessous, établi également de manière empirique, ressort la fraction infiltrée de la fraction des précipitations (ligne 09) et, par là, les précipitations annuelles infiltrées ou l'infiltration efficace annuelle (ligne 10).

<u>Fraction des précipitations en %</u>	<u>Fraction infiltrée en %</u>
10	18
20	30
30	41
40	52
50	61
60	71

Connaissant la fraction infiltrée du total des précipitations d'une part et le débit des sources d'autre part, on peut calculer la surface probable du bassin versant.

On représente dans le tableau 7 la manière dont les bassins versants des deux sources karstiques de la Dou et de la Raisetette doivent être calculés selon cette méthode: le débit de ces deux sources exigerait donc un bassin versant d'un ordre de grandeur allant de 100 à 120 km<sup>2</sup>.

Tableau 7: Détermination du bassin versant de sources karstiques (Kessler 1972 et Ellenberger 1976)

Ligne		Unité	Année civile	
			1977	1978
01	Précipitations annuelles (station ISM La Chaux-de-Fonds)	mm	1785	1501
02	Précipitations janvier - avril	mm	671	614
03	Fraction significative des précipitations (02 en % de 01)	%	37.6	40.9
04	Précipitations septembre - décembre de l'année précédente	mm	451	435
05	Différence vis-à-vis de la moyenne sur 4 ans	mm	+ 52	+ 36
06	Pourcentage de correction (05 en % de 04)	%	+ 11.5	+ 8.3
07	Constante de correction empirique	-	+ 1	+ 1
08	Fraction significative corrigée des précipitations (03 + 07)	%	39	42
09	Fraction des précipitations qui s'infilte (empirique de 08)	%	50	52
10	Précipitations annuelles infiltrées, ou infiltration efficace annuelle (09 de 01)	mm	892	780
11	Débit des sources La Dou et La Raissette	m <sup>3</sup> /s	2.83	3.01
12	Débit des sources La Dou et La Raissette	mio m <sup>3</sup> /s	89	95
13	Bassin versant (12 : 10)	km <sup>2</sup>	100 ===	121 ===

## 5. RELATIONS ENTRE PRECIPITATIONS ET ECOULEMENT

P. Haldimann, Th. Kempf

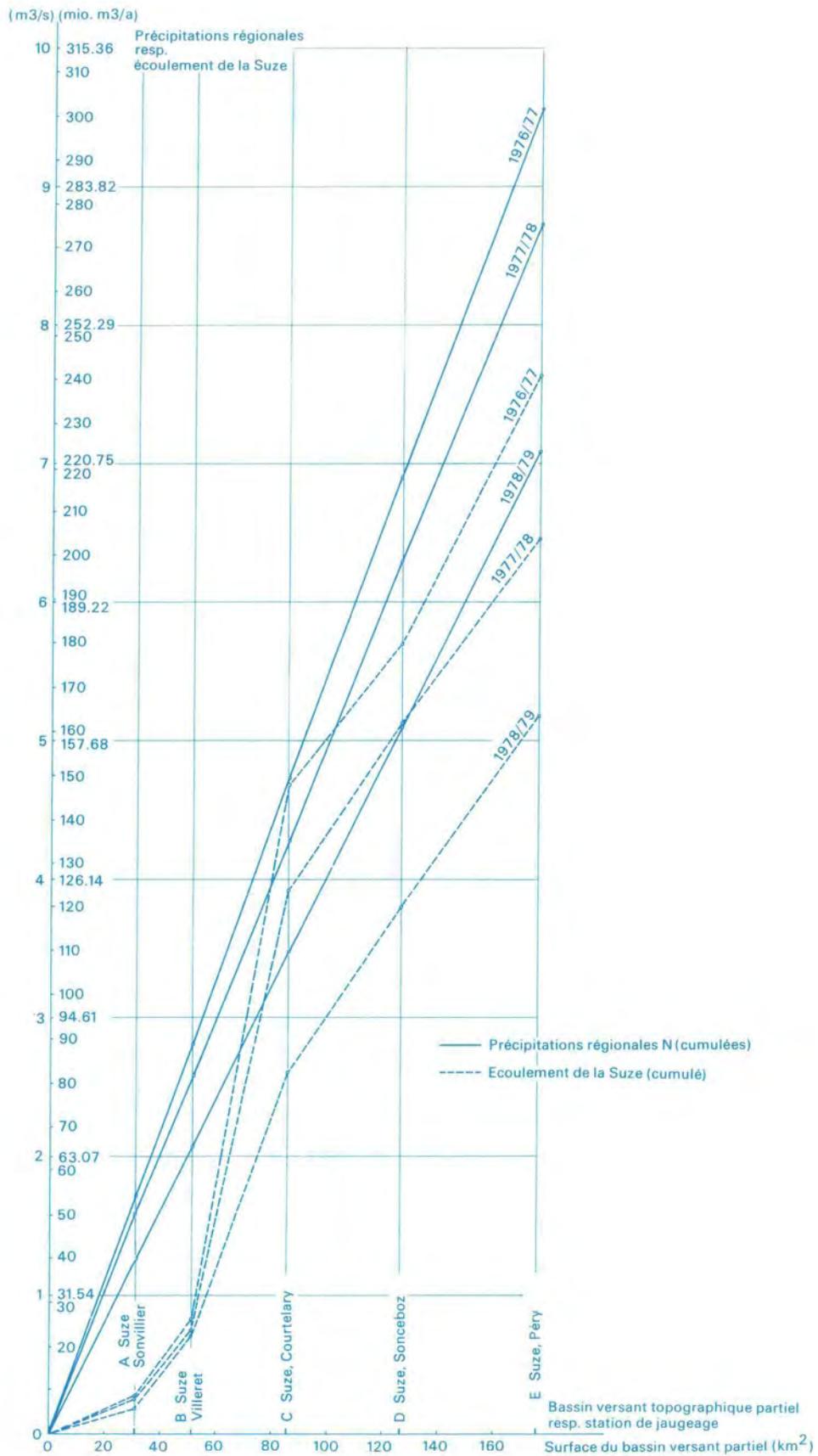
Pour déterminer une relation entre les précipitations régionales et l'écoulement dans la Suze, ces deux éléments ont été portés sur un tableau et comparés entre eux. Le tableau 8 montre la comparaison entre les précipitations régionales dans les bassins topographiques partiels et l'écoulement de la Suze. Le tableau 9 présente une comparaison entre les précipitations régionales dans les bassins versants hydrogéologiques partiels (voir chapitre 8.2) et les débits correspondants.

De plus, les données des tableaux 8 et 9 ont été représentées graphiquement dans les figures 5 et 6. Dans ces deux figures, on a porté en ordonnée respectivement les précipitations régionales cumulées et le débit de la Suze en  $m^3/s$  et en millions de  $m^3/an$  et, en abscisse, l'étendue des bassins versants partiels en  $km^2$ .

Tableau 8: Précipitations régionales et écoulement dans les bassins versants topographiques partiels (voir figure 5)

Bassin versant partiel resp. station de jaugeage	Surface km <sup>2</sup>	Altitude moyenne m s. m.	Année hydro- logique	Précipitations régionales N (comp. tableaux 2 et 3)		Ecoulement A (comp. tableaux 5 et 6)		N - A (≈ évaporation) mm
				m <sup>3</sup> /s	mm	m <sup>3</sup> /s	mm	
A La Suze, Sonvilier	30.9	1085	1976/77	1.73	1760	0.28	284	calcul non représentatif
			1977/78	1.60	1605	0.26	265	
			1978/79	1.27	1295	0.19	194	
			Période 75/79	1.34	1370	-	-	
B La Suze, Villeret	51.3	1055	1976/77	2.83	1740	0.83	511	calcul non représentatif
			1977/78	2.60	1590	0.75	462	
			1978/79	2.08	1285	0.71	437	
			Période 75/79	2.20	1355	-	-	
C La Suze, Courtelary	85.5	1045	1976/77	4.70	1730	4.69	1730	0 131 321
			1977/78	4.28	1580	3.93	1449	
			1978/79	3.47	1280	2.60	959	
			Période 75/79	3.66	1350	-	-	
D La Suze, Sonceboz	126.2	1030	1976/77	6.88	1720	5.71	1427	293 288 326
			1977/78	6.28	1570	5.13	1282	
			1978/79	5.10	1275	3.80	949	
			Période 75/79	5.36	1340	-	-	
E La Suze, Péry	175.4	1020	1976/77	9.54	1715	7.65	1376	339 404 337
			1977/78	8.70	1565	6.46	1161	
			1978/79	7.06	1270	5.19	933	
			Période 75/79	7.43	1335	-	-	

**Figure 5 Précipitations régionales et écoulement dans le Vallon de St-Imier**  
 (Bassins versants topographiques partiels A-E)



Considération du bassin versant topographique (voir tableau 8 et figure 5)

A considérer seulement le bassin versant topographique, il apparaît clairement que dans le bassin versant supérieur A (Suze Sonvilier) et de manière un peu moins marquée dans le bassin versant B (Suze Villeret), il y a une grosse divergence entre les précipitations régionales et le débit dans la Suze, et cela pour les trois années analysées. Ainsi que cela a été remarqué dans le chapitre 4.3.1, cela peut indiquer que:

- ou bien le bassin versant effectif est sensiblement plus petit que le bassin versant topographique;
- ou bien une quantité importante des précipitations s'infiltré et by-passe les stations de jaugeage Suze Sonvilier et Suze Villeret en sous-écoulement sous forme d'eau karstique.

Ainsi que cela sera expliqué au chapitre 8, de nombreux indices géologiques et hydrogéologiques militent en faveur de cette dernière supposition.

A l'intérieur du bassin versant partiel C (Suze Courtelary), cette divergence s'aplanit, en quoi durant les années 1976/77 le débit de la Suze près de Courtelary était même aussi haut que les précipitations tombées dans le bassin versant topographique. Or, bien sûr, cela n'est pas possible puisqu'il faut tenir compte de l'évaporation. On doit en déduire que le bassin effectif est plus grand que le bassin topographique.

Aux stations Suze Sonceboz et Suze Péry, le rapport entre le débit A et les précipitations régionales N apparaît un peu plus équilibré:

	<u>A:N</u>
1976/77	0.80
1977/78	0.74
1978/79	0.74

Cependant, la différence entre précipitations et débit, qui est de quelque 300 mm à Sonceboz et de 360 mm à Péry, est encore sensiblement plus faible que l'évaporation supposée dans le bassin versant. Il s'ensuit de nouveau que le bassin versant effectif de la station Suze Péry à la sortie du Vallon de St-Imier doit être plus grand que le bassin versant topographique établi sur la base du calcul.

Considération du bassin versant hydrogéologique (voir tableau 9 et figure 6)

Il ressort des considérations ci-dessus que les bassins versants partiels effectifs et que le bassin versant total du Vallon de St-Imier doivent toujours être plus grands que les bassins versants topographiques. Pour cette raison, on a tenté de délimiter chaque bassin partiel et le bassin total sur la base de critères hydrogéologiques. La manière de procéder et la délimitation probable des bassins hydrogéologiques partiels sont décrits au chapitre 8. Ce sont ces résultats qui sont anticipés pour les réflexions qui suivent.

De fait, si on remplace les surfaces des bassins topographiques partiels données dans le tableau 8 et à la figure 5 par celles des bassins hydrogéologiques, on obtient dans le tableau 9 et la figure 6 des relations sensiblement plus réalistes entre les précipitations régionales et le débit de la Suze.

Avec cette manière de considérer les choses, la divergence entre précipitations régionales et débit dans les deux bassins versants partiels A (Suze Sonvilier) et B (Suze Villeret) est encore plus marquée. En aval de la station de jaugeage Suze Courtelary et plus particulièrement en aval des sources karstiques de la Dou et de la Raisetete en revanche, la divergence est pratiquement complètement annulée et le rapport entre l'écoulement A et les précipitations N reste relativement constant. A la station Suze Péry à la sortie du Vallon de St-Imier, il donne l'image suivante:

	<u>A:N</u>
1976/77	0.71
1977/78	0.66
1978/79	0.65

La différence entre précipitations régionales N et écoulement A à la station Suze Péry, qui est de 487 mm en moyenne pour les trois ans d'analyses, peut être considérée comme mesure de l'évaporation dans le bassin versant et, ainsi qu'on le montre dans le chapitre suivant, elle représente une valeur tout à fait réaliste.

**Figure 6 Précipitations régionales et écoulement dans le Vallon de St-Imier**  
 (Bassins versants hydrogéologiques partiels A-E')

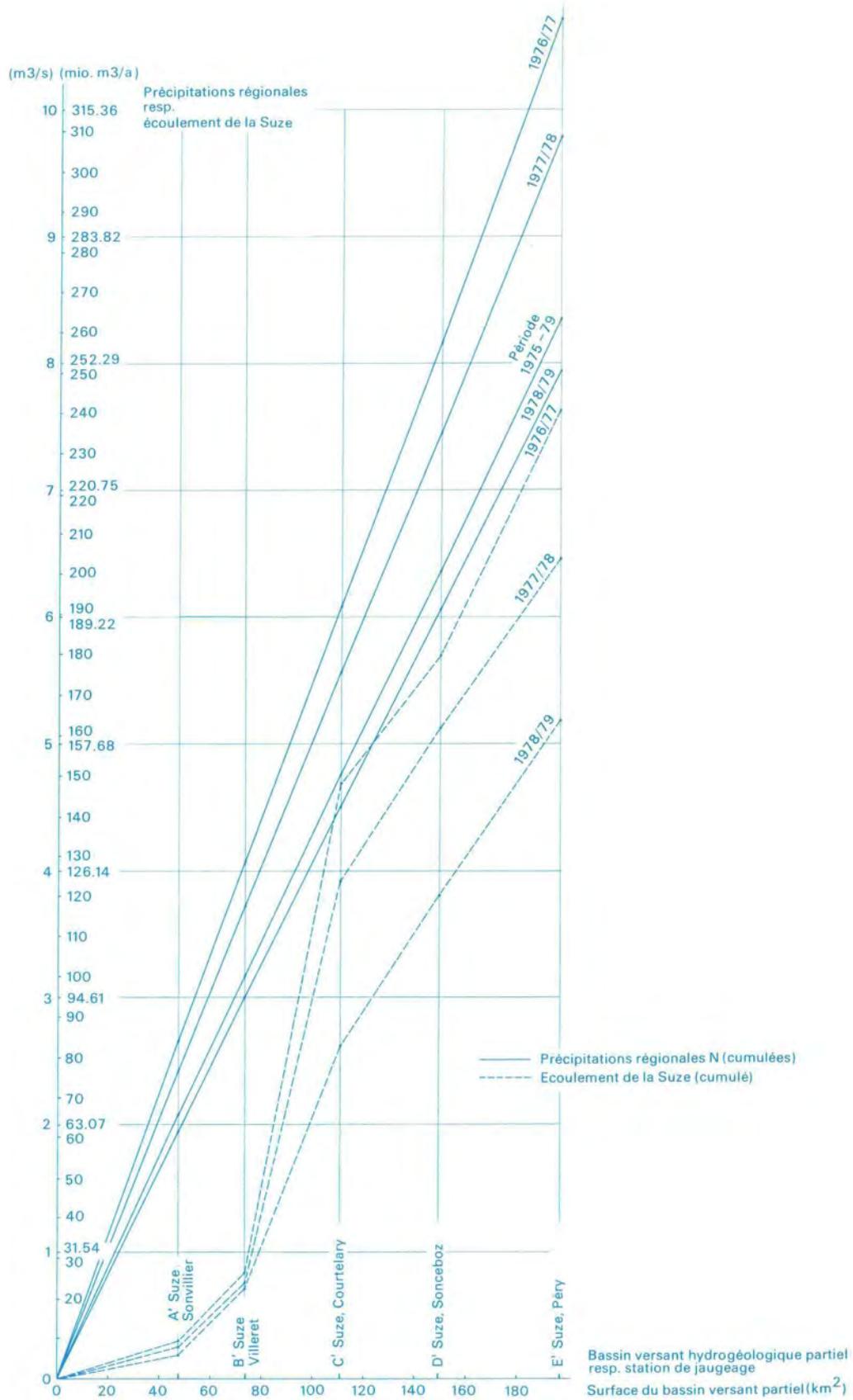


Tableau 9: Précipitations régionales et écoulement dans les bassins versants hydrogéologiques (voir figure 6)

Bassin versant partiel resp. station de jaugeage	Surface km <sup>2</sup>	Altitude moyenne m s. m.	Année hydro- logique	Précipitations régionales N		Ecoulement A		N - A ( $\approx$ évaporation) mm
				m <sup>3</sup> /s	mm	m <sup>3</sup> /s	mm	
A <sup>1</sup> La Suze, Sonvilier	47.6	1085	1976/77	2.66	1760	0.28	185	calcul non représentatif
			1977/78	2.42	1605	0.26	172	
			1978/79	1.95	1295	0.19	126	
			Période 75/79	2.07	1370	-	-	
B <sup>1</sup> La Suze, Villeret	73.8	1055	1976/77	4.07	1740	0.83	354	calcul non représentatif
			1977/78	3.72	1590	0.75	320	
			1978/79	3.00	1285	0.71	303	
			Période 75/79	3.17	1355	-	-	
C <sup>1</sup> La Suze, Courtelary	110.9	1045	1976/77	6.08	1730	4.69	1333	397
			1977/78	5.56	1580	3.93	1117	463
			1978/79	4.50	1280	2.60	739	541
			Période 75/79	4.75	1350	-	-	
D <sup>1</sup> La Suze, Sonceboz	149.7	1030	1976/77	8.16	1720	5.71	1203	517
			1977/78	7.45	1570	5.13	1081	489
			1978/79	6.05	1275	3.80	801	474
			Période 75/79	6.36	1340	-	-	
E <sup>1</sup> La Suze, Péry	197.0	1020	1976/77	10.71	1715	7.65	1225	490
			1977/78	9.78	1565	6.46	1034	531
			1978/79	7.93	1270	5.19	831	439
			Période 75/79	8.34	1335	-	-	

## 6. EVAPORATION

P. Haldimann, Th. Kempf

Selon la formule de Koehl (1971), l'évaporation dépend directement de l'altitude au-dessus du niveau de la mer et, sur la base des valeurs empiriques, elle s'établit comme suit dans le bassin du Rhin en Suisse:

$$V = 665 - 0.185 \cdot h_m$$

V : évaporation en mm/a

$h_m$ : altitude moyenne de la région

Pour le Vallon de St-Imier, avec une altitude moyenne régionale de 1020 m s. m., on aurait ainsi une évaporation moyenne annuelle de

$$\underline{476 \text{ mm}}$$

Selon Binggeli (1974) la relation entre évaporation et altitude s'établit comme suit sur la base des données de 22 bassins de rivières suisses:

$$V = 496.5 - 0.0884 \cdot h_m$$

Ainsi, l'évaporation moyenne annuelle pour le Vallon de St-Imier s'élèverait à

$$\underline{406 \text{ mm}}$$

Selon la formule de Turc (dans Richter et Lillich, 1975), l'évaporation de précipitations annuelles dépend des températures annuelles moyennes de l'air,

selon la fonction

$$V = \frac{N}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{N}{I_t}\right)^2}}$$

N : précipitations annuelles (mm)

$$I_t: 300 + 25 t + 0.05 t^3$$

t : température moyenne de l'air (°C)

En admettant une température moyenne annuelle de 8° C ou 6° C, on peut calculer les valeurs suivantes pour l'évaporation moyenne annuelle dans le Vallon de St-Imier:

	<u>1976/77</u>	<u>1977/78</u>	<u>1978/79</u>	<u>période 75/79</u>
Précipitations N	1715 mm	1565 mm	1270 mm	1335 mm
Evaporation V (admis: t = 8° C)	505 mm	501 mm	489 mm	<u>492 mm</u>
Evaporation V (admis: t = 6° C)	446 mm	444 mm	435 mm	<u>438 mm</u>

Dans toutes les méthodes de calcul ci-dessus, l'influence de la végétation n'est pas prise en considération et les valeurs données doivent être interprétées avec la réserve habituelle.

De la différence entre les précipitations dans le bassin versant hydrogéologique présumé du Vallon de St-Imier et l'écoulement de la Suze à la station de Péry, on a calculé dans le chapitre précédent 5 valeurs qui se tiennent entre 439 mm et 531 mm, ce qui représente l'évaporation théorique.

En tenant compte des nombreux facteurs d'insécurité auxquels est liée la détermination de l'évaporation par le calcul, on constate que toutes les valeurs calculées pour l'évaporation moyenne annuelle se trouvent dans le même ordre de grandeur. Cela peut servir à démontrer que la surface totale du bassin versant hydrogéologique du Vallon de St-Imier, telle qu'elle est donnée dans les calculs du chapitre 5, est tout à fait réaliste.

## 7. STRATIGRAPHIE ET TECTONIQUE

### G. della Valle

#### 7.1 Série stratigraphique (voir annexe 2)

La série stratigraphique commence dans le Vallon de St-Imier par l'apparition du Dogger moyen en tant que couche la plus profonde et elle se termine par les grès molassiques du Miocène en tant que couches les plus récentes. Dans le fond de la vallée se développent des dépôts quaternaires sous forme de moraines rissiennes et de formations würmiennes.

La description lithostratigraphique ci-après des diverses couches est basée avant tout sur des données fournies par la littérature, étant donné que, dans le cadre des études faites ici, on n'a procédé à aucun sondage ni à des analyses détaillées des terrains. On a consulté en particulier les travaux de Epple (1947), Lüthi (1954), Schürer (1928), Suter (1936) et Ziegler (1956).

### J U R A S S I Q U E

#### DOGGER

##### Bajocien:

Couches à Blagdeni:	25 m	Marnocalcaires sableux, oolithiques très fins, gris clair, intercalations de bandes marneuses minces. Partie supérieure: calcaires oolithiques fins
Oolithe inférieure:	40 m	Calcaires clairs, jaune-gris, alternance de calcaires spathiques fins et oolithiques. Partie inférieure: bancs marneux

##### Bathonien:

Marnes à Homomya: (horizon à acuminata)	10 m	Marnes grises, altération couleur rouille, calcaires oolithiques et spathiques (Ostrea acuminata)
Grande Oolithe:	3 m	Calcaire à Echinodermes jaune-brun avec de minces bandes marneuses
	18 m	Calcaires en bancs compacts spathiques, en partie oolithiques
	8 m	Marnes gris-bleu, marnocalcaires compacts, clairs
	20 m	Calcaires oolithiques fins, en partie marneux

55 m Calcaires clairs compacts avec amas oolithiques, pisolithes rougeâtres de grande taille

### Callovien:

Calcaire roux sableux: 20 m Calcaires spathiques, durs, sableux, en partie oolithiques, limonitiques

Argiles du Callovien: 8-10 m Argiles grises, stériles, marnes sableuses riches en oolithes ferrugineuses. Coraux, Lamellibranches, Terebratula, Rhynchonella, rares Ammonites

Dalle nacrée: 12-14 m Brèche à Echinodermes, structure spathique fine à grossière avec des Bryozoaires et des restes de Crinoïdes

### MALM

#### "Oxfordien":

Argiles à renggeri: 0.3 m Argiles gris-noir, grasses, avec fragments de Bélemnites

Terrains à chailles: 0.3 m Marnes grises, à chailles

#### "Argovien":

Couches de Birmenstorf: 30 m Lits marneux intercalés de bancs calcaires bien stratifiés, compacts; en partie marnocalcaires, grains de pyrite, stylolithes

Couches d'Effingen: 40-130 m Marnes plastiques

#### "Séquanien" inférieur:

Banc coralligène: 6-10 m Horizon-repère, calcaires bigarrés, coralligènes; marnocalcaires riches en piquants d'Oursins et en débris de coquilles

Marnes à Natica: 24-30 m

"Séquanien" moyen:

Oolithe nuciforme (Mumienbank) 6 m Calcaires durs, compacts, avec plusieurs couches à pisolithes de forme irrégulière, de diamètre variant de 5 à 20 mm, matrice gris-brun, avec débris de coraux et de coquilles

"Séquanien" supérieur:

Oolithe de St-Vérène: 20-25 m Calcaires gris, à bancs compacts  
2-6 m Calcaires blancs crayeux, oolithes fines ou grossières

Kimméridgien:

Formation de Reuchenette: (Thalmann 1966) 80-150 m Série monotone de calcaires clairs, compacts: couches marneuses isolées avec empreintes de Lamellibranches et de Brachiopodes. Oolithes rares, rassemblées en amas. Altération polyédrique, gris-bleuâtre, taches limonitiques brunes.

Banc à Nérinées: (Grenznerineenbank, Frei 1925) 1 m Calcaire blanc, friable, avec de nombreuses Nérinées

"Portlandien":

Formation de Twannbach (Haefeli 1966) 70 m Marnes à praevirgula (1.0 m)  
Calcaire compact, stratification variable, beige, parfois taches brun-rouille

TERTIAIRE

Eocène:

Sidérolithique: Bolus, argiles légèrement sableuses, sables sidérolithiques plus ou moins consolidés

Oligocène:

Molasse alsacienne: Grès dur, intercalations marneuses

Delémontien: Alternance marnes - calcaire d'eau douce, grès peu consolidés

Miocène:

Burdigalien - Tortonien: Molasses grises et grès coquillers, grès de Péry

Les différences suivantes entre les parties est et ouest du Vallon sont dignes de mention:

Callovien supérieur: L'épaisseur de la Dalle nacrée va de 12 - 14 m à l'est, à environ 30 m à l'ouest.

"Argovien": D'après Ziegler, les couches de Birmenstorf atteignent, dans la région traitée, environ 50 m. Les marnes d'Effingen auraient, d'après le même auteur, une épaisseur de 60 m.

"Séquanien" inférieur: Ziegler et Suter ne mentionnent pas les marnes à Natica. Le "Séquanien" inférieur, d'une épaisseur de 80 - 85 m, se compose de calcaires coralligènes intercalés de calcarénites, de marnes, de marnocalcaires et de calcaires fins.

"Séquanien" moyen: Toujours d'après les deux auteurs susmentionnés, le Séquanien moyen, d'une épaisseur de 30 à 50 m, présente la série suivante:  
Mumienbank (Oolithe nuciforme) (à la base)  
Oolithe rousse  
Calcaires et marnes de la zone à Humeralis

Le reste de la série jurassique est très analogue à l'est et à l'ouest du Vallon. En revanche, selon Jenny (1924) et Suter (1936), on retrouve dans la partie ouest du Vallon une série appartenant au crétacé inférieur et qui manque à l'est: ces sédiments se trouveraient à l'ouest d'une ligne correspondant à peu près à la frontière communale entre Villeret et Cormoret:

Valanginien supérieur  
Hauterivien inférieur                      marnes

Hauterivien supérieur                      "Pierre jaune" (calcaire jaune)

Nous n'avons pas trouvé d'indication sur l'épaisseur du crétacé.

## 7.2 Caractéristiques hydrologiques des roches

**Dogger:** La grande oolithe (inférieure et supérieure) forme un ensemble de calcaires d'une centaine de mètres d'épaisseur qui peut être considéré comme un aquifère relativement important. Il est peu probable que les marnes à Homomya séparent hydrauliquement l'oolithe supérieure de celle inférieure: en effet ce niveau ne contient de marnes que dans sa partie supérieure, sa partie inférieure étant constituée de calcaires oolithiques. De par son épaisseur et ses surfaces réceptrices, le Dogger se place donc en deuxième ordre comme aquifère de la région.

**"Oxfordien"- "Argovien":** Dans la région étudiée, les argiles à Renggeri et les terrains à chailles ne jouent qu'un rôle subordonné, vu leur épaisseur extrêmement réduite. Par contre, les calcaires de Birmenstorf peuvent avoir une certaine importance, là où ils sont bien développés, ce qui est le cas à l'extrémité est de la chaîne du Chasseral. En effet, d'après Rutsch (1968), ce sont eux qui alimentent les sources de Rondchâtel.

Les couches d'Effingen représentent, avec leur 40 à 130 m, un aquiclude dans notre système d'aquifères emboîtés l'un dans l'autre. C'est certainement cette série qui fonctionne comme couche étanche pour l'aquifère du Malm supérieur.

**Malm supérieur:** La série du Malm supérieur ("Séquanien-Portlandien") représente l'aquifère le plus important de la région. En effet, il s'agit d'une épaisseur de quelque 400 m de calcaire, dont les intercalations marneuses (par exemple les couches à Virgula) sont trop insignifiantes pour jouer un rôle effectif d'aquiclude, car les joints les traversent aisément.

La karstification doit être assez intense, assurant une circulation rapide. D'autre part, le Malm dispose de vastes surfaces réceptrices; cela contribue également à en faire l'aquifère le plus intéressant du Vallon.

**Crétacé:** Les terrains crétacés du Vallon sont peu connus; nous ne possédons guère d'indications quant à leur épaisseur et à leur degré de karstification. Ce dernier devrait être assez important s'il correspond à ce qu'on observe dans le canton de Neuchâtel. Cependant, il est douteux qu'il s'agisse d'un aquifère intéressant, car les couches crétacées n'ont pas de grandes surfaces réceptrices.

Tertiaire: Les roches détritiques tertiaires doivent être considérées globalement comme pratiquement imperméables. Seul le Delémontien présente quelques couches de calcaire d'eau douce alternant avec des marnes. Le forage profond de Pontenet (Vallée de la Birse) a rencontré dans la molasse quelques filons d'eau de faible importance et de qualité médiocre.

### 7.3 Tectonique régionale

La tectonique de la région examinée est assez complexe. Cependant, nous nous contenterons de résumer très brièvement les explications des auteurs ayant travaillé dans le Vallon.

#### 7.3.1 Section Renan-Sonceboz

Le Vallon de St-Imier forme un synclinal dont l'axe se situe, d'après Suter et Ziegler, sur la rive droite de la Suze. Le flanc nord du synclinal forme le flanc sud de l'anticlinal Montagne du Droit (Renan-Sonvilier) - Mont-Soleil - Montagne du Droit. Entre Corgémont et Sonvilier ce flanc nord du Vallon est régulier, tandis qu'à partir de Renan vers l'ouest, le fond de la vallée est limité de part et d'autre par des accidents longitudinaux. L'accident méridional s'estompe à la hauteur de l'Erguel.

L'anticlinal Montagne du Droit (Renan-Sonvilier) - Mont-Soleil - Montagne du Droit est très régulier et n'est affecté par aucun accident longitudinal majeur, d'après les deux auteurs Suter et Ziegler. La chaîne du Chasseral, qui forme le flanc sud du synclinal de St-Imier, est d'un caractère plus complexe.

L'anticlinal du Chasseral est la structure dominante de la chaîne. Vers le sud-ouest son axe s'éloigne du synclinal de St-Imier, et c'est l'anticlinal de la zone du Plâne qui suit le synclinal jusqu'au Convers. Ces deux anticlinaux principaux sont flanqués au nord par un anticlinal secondaire, l'anticlinal de Sous-les-Roches - Les Pontins, qu'on peut suivre assez loin vers l'est.

#### 7.3.2 Section Sonceboz - Péry - Bürenberg

L'anticlinal de la Montagne du droit plonge axialement vers l'est. Pierre-Pertuis forme un ensellement axial. Ensuite c'est un triple anticlinal qui remonte à partir de Sonceboz en direction est (voir Kellerhals 1980). Le flanc sud du plus méridional de ces plis est entamé par la Suze; l'axe du synclinal de Péry à la hauteur de Tournedos ne se trouve pas dans le thalweg, mais à proximité de la ferme Vignerolle.

L'anticlinorium du Montoz est décapé, de sorte que le Dogger apparaît sur la crête du Montoz. Le flanc nord de l'anticlinal du Chasseral présente à la hauteur de Sonceboz quatre ondulations. D'après Epple, l'une d'elle s'accroît jusqu'à devenir un anticlinal en propre séparé de l'anticlinal du Chasse-

ral par un synclinal. Ensuite, à l'est de la Métairie de Nidau, le flanc nord de l'anticlinal du Chasseral a absorbé ce pli secondaire.

Si on suit le synclinal de Péry en direction orientale, on voit que son axe monte dans cette direction, de telle façon qu'à l'est de l'Unterer Bürenberg, ce synclinal n'existe pratiquement plus; l'anticlinal du Chasseral se rapproche de celui du Montoz, il n'en est plus séparé que par une faille et finit par n'être qu'une légère ondulation. A partir du Grenchenberg, il n'y a plus qu'un anticlinal, celui du Grenchenberg-Weissenstein qui est, à partir de Granges, le plus méridional du Jura (Schlaich & Vogel 1934).

### 7.3.3 Description des profils sismiques

Après avoir donné un aperçu très bref et sommaire de la tectonique régionale, nous nous arrêterons plus en détail sur les 3 profils sismiques établis par Schneider.

Les profils I et II, annexe 8 du rapport Schneider, montrent des épaisseurs de molasse très importantes. Près de Corgémont nous avons 200 m de molasse sous la Suze et presque 300 m vers le flanc méridional de la vallée. Vers le nord, la couche tertiaire s'amincit.

Nous observons une configuration de même tendance à Sombeval (profil II): 300 m de molasse au Hubeli, du côté sud, diminution de l'épaisseur sous la Suze: 150 m.

Sous Plucraie, Schneider constate une déformation du calcaire du Malm, déformation qui promet une fissuration plus intensive que dans le reste du massif.

Dans les deux profils on observe un chevauchement du flanc nord de l'anticlinal du Chasseral sur la molasse. Malheureusement il est très difficile de déterminer l'ampleur du charriage. Epplé (1947) s'est rendu compte de l'existence d'un accident, mais il l'interprète comme un simple petit pli dont la charnière est cassée.

Le profil III, légèrement à l'est de la Heutte présente l'image d'un synclinal régulier dont le fond est tapissé par une couche de molasse atteignant jusqu'à 300 m d'épaisseur.

## 8. HYDROGÉOLOGIE EN TERRAINS KARSTIQUES

### 8.1 Signification de la stratigraphie et de la tectonique pour l'hydrogéologie régionale (voir annexes 2 et 3)

---

P. Haldimann

Il ressort de la description de la série des couches stratigraphiques que la série calcaire du Malm moyen et supérieur, épaisse de plusieurs centaines de mètres, forme certainement l'aquifère karstique principal et que les couches marneuses d'Effingen de l'Argovien ont une grande importance comme aquiclude.

Les calcaires du Malm, bien perméables, souvent affleurants, constituent dans la règle les flancs, aussi bien de l'anticlinal de la Montagne du Droit et de Montoz au nord, que de l'anticlinorium de Chasseral avec ses plissements septentrionaux, et du Stierenberg au sud. Le long de ces flancs de la vallée, l'eau des précipitations peut s'infiltrer et alimenter un important aquifère qu'on retrouve dans le noyau synclinal au fond du Vallon de St-Imier.

Les couches d'Effingen sous-jacentes qui servent d'imperméable aux aquifères des calcaires affleurent surtout dans les charnières des anticlinaux. Dans l'anticlinorium de Chasseral, les marnes d'Effingen forment, dans les charnières découpées des anticlinaux, des combes étirées en structures parallèles. Ces combes marquent en bien des endroits la limite méridionale des bassins versants hydrogéologiques du Vallon de St-Imier.

Dans les anticlinaux de la Montagne du Droit et de Montoz, cela n'est le cas que par régions et sur de courts tronçons. Ici, les crêtes des anticlinaux sont souvent constituées de calcaires "séquanien" et même "kimméridien".

Dans les anticlinaux de Chasseral et de Montoz l'érosion a creusé par endroit jusqu'aux marnes et aux calcaires du Dogger sous les couches d'Effingen. Ces calcaires pour leur part sont perméables; l'eau des précipitations s'y infiltre et alimente un aquifère karstique plus profond. Une communication entre les deux étages d'eaux karstiques dans les calcaires du Dogger et du Malm apparaît plutôt improbable; elle existe toutefois le long de la zone de chevauchement où les plis septentrionaux de l'anticlinal de Chasseral chevauchent la molasse dans le fond de la vallée.

Dans le fond du Vallon de St-Imier, les calcaires du Malm sont recouverts par des dépôts crétacés très hétérogènes, par les calcaires d'eau douce delémontien ainsi que par les puissants grès molassiques du miocène. Ces derniers, malgré une perméabilité de fissures existante mais très réduite, doivent être considérés comme aquiclude. La moraine rissienne qui couvre le fond du vallon agit également comme imperméable.

Par ces couches de couverture, imperméables dans le fond de la vallée, l'eau karstique qui s'écoule dans les calcaires du Malm sur les deux flancs des anticlinaux et qui est recueillie dans le noyau synclinal sous le fond de la vallée est de caractère subartésien et, peut-être, en partie artésien.

Les conditions doivent être interprétées de manière analogue dans les synclinaux de La Sagne et de La Chaux-de-Fonds à l'ouest du décrochement de La Ferrière. Ici également, sous le fond de la vallée, dans les calcaires du Malm du noyau synclinal, circule vraisemblablement un important courant d'eau karstique alimenté par les eaux pluviales infiltrées dans les flancs de la vallée. Ce courant recouvert dans le fond de la vallée par des couches molassiques peu perméables et par une couverture morainique est en partie également artésien.

Le synclinal de La Sagne, continuation occidentale du synclinal de St-Imier, présente une légère pente axiale vers le sud-ouest, direction dans laquelle on doit attendre l'écoulement principal d'eau karstique. Seulement dans la partie la plus orientale, à l'est des Corbatières, on reconnaît une faible pente axiale vers l'est. D'autre part, il existe entre la vallée de La Sagne et le Vallon de St-Imier une liaison hydrogéologique par les calcaires du Malm dans le noyau synclinal. Cette liaison traverse le décrochement de La Ferrière, si bien qu'on pourrait s'attendre à un passage de l'eau karstique de la vallée de La Sagne au Vallon de St-Imier.

Dans le synclinal de La Chaux-de-Fonds dont l'axe plonge vers l'ouest, on s'attendrait également à un écoulement de l'eau karstique vers l'ouest. Toutefois, "La Ronde", au nord-ouest de La Chaux-de-Fonds, sourd comme source de trop-plein à la limite entre les calcaires du Malm et les marne d'Effingen dans le synclinal; cela prouve bien qu'ici, surtout lorsque le niveau de l'eau karstique est haut, il y a possibilité d'écoulement en direction des calcaires du Malm des Franches-Montagnes, qui de leur part déversent leur eau vers l'aquifère karstique dans le fond du Vallon de St-Imier.

## 8.2 Le bassin versant hydrogéologique du Vallon de St-Imier

P. Haldimann

Au chapitre 5, on a fait la constatation que la surface du bassin versant topographique calculée au moyen de données hydrologiques doit être trop restreinte. C'est pourquoi, sur la base des réflexions hydrogéologiques du chapitre ci-dessus et en particulier en tenant compte des conditions karstiques, on a tenté de déterminer le bassin versant hydrogéologique du Vallon de St-Imier. On a procédé comme suit pour la délimitation des bassins versants hydrogéologiques partiels A' - E':

### Bassin hydrogéologique partiel A'

Le bassin hydrogéologique A' (Suze Sonvilier) comprend au nord les régions des Franches-Montagnes jusque là où le Malm disparaît au-dessus des couches d'Effingen dans la zone de la "Combe du Pélu", au sud les terrains jusqu'à la culmination du noyau de Dogger de l'anticlinal de la Joux du Plâne dans la région du "Gurnigel".

A l'ouest du décrochement de La Ferrière et se basant sur des considérations hydrogéologiques, on a ajouté à ce bassin versant partiel:

- la partie est du synclinal de La Sagne qui présente une légère pente axiale vers l'est
- les régions de La Loge et de Cornu avec une dalle de calcaire du Malm inclinée vers le SSE et qui déverse ses eaux dans cette direction
- la partie la plus orientale du synclinal de La Chaux-de-Fonds,

en admettant toutefois que celui-ci déverse ses eaux environ pour la moitié dans le Vallon de St-Imier, par une liaison hydrogéologique au travers du décrochement de La Ferrière entre le noyau synclinal et les calcaires du Malm du plateau des Franches-Montagnes. Cette liaison ne subsisterait que par certains régimes hydrauliques.

De cette manière, la surface du bassin versant hydrogéologique partiel A' peut être estimée à 47.6 km<sup>2</sup> (surface du bassin topographique A: 30.9 km<sup>2</sup>).

#### Bassin hydrogéologique partiel B'

Le bassin versant partiel B' (Suze Villeret) s'étend au nord environ jusqu'à la crête de l'anticlinal de Mont-Soleil, et au sud jusqu'à la culmination du noyau de Dogger des anticlinaux de La Joux du Plâne. En cela, la région de la Savagnière-dessus a dû être exclue de ce bassin versant partiel. En effet, un essai de coloration exécuté en 1975 exclut une liaison avec le Vallon de St-Imier mais prouve, en revanche, un net rapport avec la source de La Serrière près de Neuchâtel. La surface cumulée du bassin versant partiel B' peut ainsi être estimée à 73.8 km<sup>2</sup> (surface du bassin topographique B: 51.3 km<sup>2</sup>).

#### Bassins hydrogéologiques partiels C' et D'

Ces deux bassins versants partiels sont limités au nord par la crête des anticlinaux du Mont-Soleil et de la Montagne du Droit où, dans la charnière du pli, affleurent les calcaires du Callovien, les marnes oxfordiennes et les calcaires de Birmenstorf sous les couches d'Effingen et les calcaires du Malm. Au sud, les deux bassins versants partiels arrivent jusqu'à la culmination du noyau du Dogger dans l'anticlinal de Chasseral.

Le bassin versant hydrogéologique partiel C' a donc une surface de 110.9 km<sup>2</sup> (bassin topographique C: 85.5 km<sup>2</sup>) et, avec le bassin versant hydrogéologique partiel D', cela représente 149.7 km<sup>2</sup> (bassin topographique D: 126.2 km<sup>2</sup>).

#### Bassin hydrogéologique partiel E', bassin versant total

Au sud comme au nord, le bassin versant hydrogéologique partiel E' comprend plus ou moins le bassin versant topographique jusqu'à la ligne de partage topographique des eaux dans la cluse de Pierre-Pertuis et jusqu'à la culmination de l'anticlinal de Montoz au nord. Au sud, le bassin arrive jusqu'au

sommet des calcaires du Dogger de l'anticlinal de Chasseral et jusqu'au partage des eaux du pli du Stierenberg.

Au nord, en dehors du bassin versant topographique, il faut ajouter au bassin hydrogéologique partiel E' une longue bande avec les calcaires du Malm du flanc nord de l'anticlinal de la Montagne du Droit. Par des essais de coloration, on a prouvé une relation incontestable entre cette région et les sources karstiques de La Cuchatte près de La Heutte. Il faut admettre que cette liaison hydrogéologique se fait avant tout par-dessus la dépression axiale de cet anticlinal dans la région de Pierre-Pertuis. Puisqu'il est prouvé que la source de la Birse près de Pierre-Pertuis est également alimentée par cette bande de Malm, on admet ici que l'eau de cette région se déverse pour les trois quarts vers le nord - nord-est et particulièrement dans la source de la Birse, et pour un quart dans le Vallon de St-Imier.

Du bassin hydrogéologique partiel E', il convient d'exclure la région où le noyau de l'anticlinal de Montoz est décapé au nord de La Heutte et de Péry. Une estimation grossière permet de dire que si l'eau de cette région se déverse, en surface et en sous-sol, pour la moitié dans le Vallon de St-Imier, la moitié des eaux pluviales, en revanche, s'infiltré dans les calcaires du Dogger et possède un autre effluent.

A l'est du bassin hydrogéologique partiel E', la vallée haute de la "Montagne de Granges supérieure" doit être exclue du bassin hydrogéologique puisqu'elle se trouve au nord de la culmination de l'anticlinal de Montoz. Par contre, dans la région de la "Montagne de Granges inférieure", il faut y ajouter une bande de terrain dans la prolongation du synclinal de Péry.

On peut ainsi calculer que la surface du bassin hydrogéologique partiel E', c'est-à-dire du bassin hydrogéologique total du Vallon de St-Imier jusqu'à la station Suze Péry, est de 197 km<sup>2</sup>, tandis que le bassin topographique E compte 175 km<sup>2</sup>.

### 8.3 Le bassin versant hydrogéologique des sources karstiques de la Dou et de la Raisetette

---

P. Haldimann, Th. Kempf

On a montré au chapitre 5, et plus particulièrement à la figure 6, que le déficit de l'écoulement de surface provenant des bassins versants partiels A' et B' situés en amont était compensé pour l'essentiel par l'apport des deux sources karstiques de la Dou et de la Raisetette. Cette constatation a permis de supposer que l'eau pluviale de ces deux bassins versants s'infiltré dans les calcaires du Malm, se rassemble dans le noyau synclinal au fond du Vallon de St-Imier, et ne réapparaît à la surface que dans les sources karstiques de la Dou et de la Raisetette.

Le bassin versant de ces deux sources ne devrait ainsi pas être recherché dans le Plateau des Franches-Montagnes situé au nord du Mont-Soleil, ainsi que ce-la est stipulé dans les calculs hydrogéologiques de l'Hydrologie nationale, mais bien davantage dans le bassin versant hydrogéologique propre

du Vallon de St-Imier lui-même, à savoir dans les bassins hydrogéologiques partiels A', B' et C' (surface totale 110 km<sup>2</sup>).

Cela serait confirmé par le fait que la source de la Dou a réagi positivement à un essai de coloration dans la région de "Sous les Roches" (bassin versant partiel B', versant droit de la vallée).

En périodes d'étiage, des impuretés apparaissent à la source de la Dou, ce qui est effectivement atypique pour des sources karstiques. Plusieurs autres observations (voir chapitre 8.4 suivant) indiquent une relation entre le synclinal de la Chaux-de-Fonds et la source de la Dou.

Les deux sources la Dou et la Raisetete, ainsi que la source Torrent (toutes trois à Cormoret), seraient des sources de débordement en bordure d'un vaste gisement d'eau souterraine karstique aux caractéristiques d'un bassin. Celui-ci englobe tout le fond du Vallon de St-Imier. L'aquifère est constitué par les calcaires karstifiés du Malm sous la charnière du synclinal du Vallon. Ce gisement est recouvert par les grès tertiaires pratiquement imperméables et par les dépôts morainiques rissiens. L'eau subartésienne ne peut sourdre que là où les couches de recouvrement disparaissent et les calcaires du Malm affleurent. Tel est le cas pour les deux sources de la Dou et de la Raisetete.

#### 8.4 Les teneurs en radioisotopes de quelques sources du Vallon de St-Imier G. della Valle

Dans le cadre du programme de recherches hydrogéologiques de la vallée de la Birse entre Tavannes et Court, les teneurs en tritium et en <sup>18</sup>O de l'eau de plusieurs grandes sources ont été examinées, entre autres de 3 sources du Vallon de St-Imier: Torrent et Dou (Cormoret), et Cuchatte (Sonceboz). Pour les résultats détaillés nous renvoyons au rapport Oeschger - Schotter - Siegenthaler. Nous nous contentons d'en relever les points présentant un intérêt particulier.

##### "Sources de la Grande et Petite Dou et du Torrent

Les concentrations de tritium dans ces sources du Vallon de St-Imier ont été constamment plus élevées que dans toutes les autres eaux examinées; elles ont atteint en partie de très hauts niveaux - plus de 2'000 TU. Ces valeurs extrêmement élevées ne peuvent s'expliquer par des concentrations de précipitations, ainsi que le montre la figure 1, mais elles signalent la présence de tritium artificiel (industriel). Dans le Jura, le tritium est utilisé dans l'industrie horlogère, où il est mélangé à la masse lumineuse utilisée pour les cadrans lumineux. C'est ainsi que la concentration de tritium a augmenté de manière sensible dans les eaux usées de La Chaux-de-Fonds; en 1975, on y a mesuré jusqu'à 30'000 TU environ (19ème rapport de la commission fédérale pour la surveillance de la radioactivité pour 1975 à l'intention du Conseil fédéral).

A dire vrai, on ne peut pas, sur la seule base des résultats de l'analyse du tritium, dire en toute sûreté que les trois sources ont été influencées par les eaux usées de La Chaux-de-Fonds. Cette relation paraît néanmoins très vraisemblable. Dans trois des 10 échantillons prélevés en 1973/74, on a constaté des valeurs sensiblement augmentées qui indiquent une éventuelle influence directe pouvant aller jusqu'à près de 10 % d'eaux usées riches en tritium. L'augmentation des autres valeurs, comparativement aux sources de la catégorie A, provient vraisemblablement de mélanges occasionnels dans le propre réservoir d'eau souterraine (écoulement de base). Une installation d'épuration des eaux a été mise en service à La Chaux-de-Fonds en 1975 et l'endroit d'infiltration des eaux usées est, depuis lors, placé plus bas, de sorte qu'un écoulement en direction du Vallon de St-Imier est devenu hautement improbable. Les analyses de 1975/76 portent à croire qu'il n'y a plus eu d'augmentation de tritium depuis.

Au demeurant, les 3 sources sont très semblables du point de vue isotopique. Elles sont probablement reliées hydrologiquement quand bien même certaines différences sont décelables."

Cet extrait tiré du rapport Oeschger - Schotterer - Siegenthaler est singulièrement indicatif: d'une part, les hautes teneurs en tritium ont empêché les auteurs de l'étude de rechercher, comme pour les autres sources, le temps de séjour de l'eau dans le sol. D'autre part, ces mêmes teneurs indiquaient une pollution par des rejets industriels de tritium. Le tritium est utilisé en quantités industrielles uniquement pour la fabrication de cadrans lumineux, et ceux-ci ne se fabriquent qu'en trois endroits dans le Jura avoisinant le Vallon de St-Imier: à Tramelan, à St-Imier et à La Chaux-de-Fonds.

Arrivé à ce point, il est indispensable d'insérer une parenthèse:

La source du Torrent, captée et exploitée par le SEF (Syndicat pour l'alimentation en eau des Franches-Montagnes), avait causé de graves soucis aux responsables du SEF: après des périodes de sécheresse prononcée, l'eau du Torrent et des deux sources de la Dou dégageait une odeur de cloaque extrêmement désagréable. Ce phénomène se répéta deux ou trois fois, à partir du début de l'utilisation de la source du Torrent, lors de toutes les sécheresses prolongées. L'odeur mentionnée, assortie d'une montée de l'oxydabilité de l'eau, indiquait l'intrusion d'une quantité considérable d'eau usée. Il ne pouvait pas s'agir par exemple de la perte d'un creux à purin, ou des eaux usées de quelques maisons: la quantité de polluant nécessaire pour influencer si décisivement la qualité de sources aussi grandes que les Doux et le Torrent devait être d'un ou de plusieurs ordres de grandeur supérieure. Seule une localité d'une certaine importance entrerait en considération. Dès que les hautes teneurs en tritium ont été constatées, il a été décidé de contrôler les égouts des trois localités mentionnées plus haut. Le Centre d'Hydrogéologie de l'université de Neuchâtel étudiait à cette période la question des égouts de La Chaux-de-Fonds en relation avec la Combe du Valanvron; M. Mathey, du Centre, effectuait des séries d'essais de coloration. Le 19 janvier 1973, 20 kg de sulforhodamine G extra furent déversés dans les portes des Anciens Moulins, là où passaient les égouts de La Chaux-de-Fonds (voir rapport Mathey 1973, Essai de coloration No 4). A part les résurgences sur les côtes du Doubs, on contrôla également les 5 sources principales du haut Vallon de

St-Imier: "Du 22.01. au 20.02.1973, des contrôles ont été effectués sans résultats dans les 5 sources principales du haut Vallon de St-Imier. Malheureusement interrompus durant 1 mois, ils ont repris le 23.03. jusqu'au 03.04.1973, soit les 23, 27, 28, 29, 30, 31 mars et 1, 2, 3 avril. Le 23.03., les sources de la Grande Dou, Petite Dou et du Torrent contenaient de la sulforhodamine à très faible concentration" (voir Mathey, 1973). Les trois sources mentionnées ont un comportement chimique identique. Il n'est donc guère surprenant que les trois aient accusé la présence de sulforhodamine. Cependant, vu qu'on ne dispose que d'un échantillon positif par source, il était difficile d'affirmer avec certitude la présence d'une liaison hydraulique entre la perte des Moulins et les 3 sources en question.

Nous avons vu plus haut que les teneurs en tritium constatées dans la source du Torrent pouvaient provenir de 3 foyers bien distincts: La Chaux-de-Fonds, St-Imier et Tramelan. Les résultats des essais depuis La Chaux-de-Fonds n'étant pas entièrement concluants, l'OEHE entreprit en juin 1974 de colorer la Trame à Tramelan et la Suze à St-Imier (voir rapport OEHE à ce sujet). Ce double essai n'eut qu'un résultat négatif en ce qui concerne les 3 sources de Cormoret. Or, de nouveau, on ne dispose pas de résultats concluants, car un résultat négatif est toujours plutôt incertain. Cependant, nous disposons d'un autre élément indicatif: en 1975 une installation d'épuration des eaux a été mise en service à La Chaux-de-Fonds, dont les effluents ne peuvent s'écouler en direction du Vallon (voir page 66 et Oeschger et al., 1977). Depuis il n'y a plus en d'augmentation de tritium. Ainsi il existe de très sérieux indices indiquant que la pollution de la source du Torrent provenait des égouts de La Chaux-de-Fonds.

Tant le comportement chimique que celui isotopique du Torrent et des deux Doux sont tellement similaires qu'on doit admettre pour les trois sources une provenance presque identique ainsi qu'un régime hydraulique interdépendant.

Les analyses radioisotopiques, destinées à déterminer le temps de séjour de l'eau dans le sous-sol, n'ont donc pas atteint dans le cas présent le but fixé; en revanche elles ont donné les éléments décisifs pour la recherche de la cause de la pollution de la source du Torrent.

#### Source de la Cuchatte

D'après les calculs d'Oeschger et al. (1977), le réservoir souterrain alimentant la Cuchatte doit se renouveler au cours d'une période de 0.6 à 1.2 ans. On obtient donc un âge moyen pour l'eau de source d'à peine deux ans (Oeschger et al. 1977). Les auteurs parlent bien d'un âge moyen, ce qui signifie que l'eau de la source est composée d'un mélange d'eaux d'âges divers. En pratique, cela revient à dire que seule une partie de l'eau dispose d'un laps de temps suffisamment long pour s'autopurifier, si elle est polluée en pénétrant dans le sol. Une autre partie de l'eau parvient à la source par des chenaux karstiques largement ouverts, donc à des vitesses considérables, d'où la nécessité de protéger cette source par une zone de protection appropriée.

## 9. HYDROGEOLOGIE EN TERRAINS MEUBLES

### 9.1 La Vallée de la Suze en amont de Sonceboz

#### G. della Valle

##### 9.1.1 Bref résumé des travaux de 1975

Pour la commodité du lecteur, nous ferons un résumé très bref de la première partie du programme, c'est-à-dire des travaux effectués en 1975 et décrits dans le rapport intermédiaire. Nous joindrons également les coupes des forages.

##### - Plaine de Sonceboz-Sombeval

Grâce à des sondages mécaniques (voir figures 7 et 8) et géophysiques, il a pu être constaté que les ressources en eau souterraine de la plaine alluviale de Sonceboz-Sombeval sont négligeables. Elles peuvent tout au plus servir à l'alimentation de maisons isolées. Nous pensons qu'il serait possible d'implanter dans la plaine 4 à 5 puits donnant quelques l/min chacun, cela étant une estimation très sommaire.

##### - Plaine entre Courtelary et Cortébert

Cette plaine a fait l'objet de recherches géoélectriques. Ensuite a été effectuée une série de forages de différents diamètres (voir figures 9 et 10): 3 forages équipés de tuyaux filtrants de 4 1/4" servant de puits d'essai; ensuite une série de forages de petit diamètre équipés de tuyaux de 2" destinés à servir de piézomètres. Ces derniers étaient placés en groupes de 2 à proximité de chaque puits existant (3 puits du SEF) et des deux meilleurs puits d'essai. Vu la présence de deux étages aquifères, dont seul celui inférieur est intéressant, on a placé à deux endroits deux piézomètres, un pour chaque étage, ce pour contrôler le comportement respectif des deux aquifères.

##### 9.1.2 Essais de pompage dans la plaine Courtelary-Cortébert

Au cours de l'hiver 1976, une série d'essais de pompage fut effectuée. Ils furent menés par l'OEHE avec l'aide de M. H. Thalmann, géologue à Berne. Les résultats furent mis en valeur par le bureau d'ingénieurs Elektrowatt SA (M. Ch. Haefeli) de Zurich, dont le rapport complet, traduit de l'allemand en français, figure dans la documentation. Nous n'en donnerons ici que les traits essentiels:

##### Caractéristiques de rendements des puits

Pour les puits P II et P III ont été effectués des essais de pompage en pailiers destinés à mettre à jour l'état d'efficacité de ces captages. En effet, la mise en exploitation d'ouvrages de captage entraîne des pertes de charge qui se répartissent comme suit:

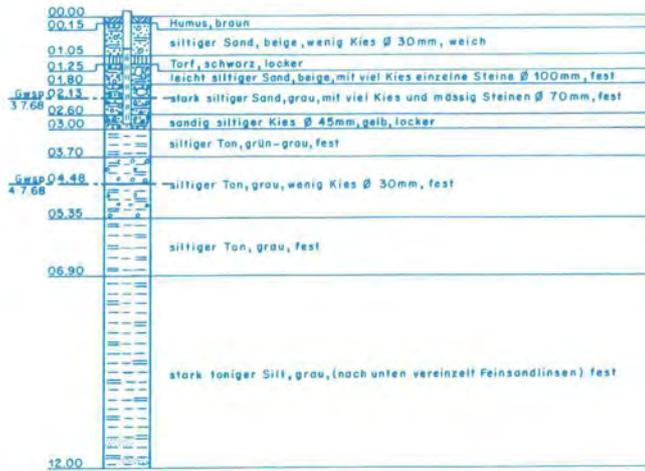
Figure 7 Coupe de forage; Coord. 580/226, Numéro d'ordre 13; 1 : 200 (CSD)  
 Coupe de forage; Coord. 580/226, Numéro d'ordre 12; 1 : 100 (CSD)

Profondeur	Profil	N° Labo	Description lithologique	Géologie	Géotechn. SPT	Remarques et Hydrologie
0.20			terre végétale			nappe sous pression
0.70			graviers limoneux avec matériaux organiques, bruns, peu cohérents	(b)		nappe supérieure à 2.75
2.00			limons argileux avec du sable, plastiques, gris, cohérents			
3.60		4	graviers moyens à grossiers, sableux avec qq passages plus limoneux, meubles	(c)	7	
5.45			limons argileux, plastiques à fermes, gris-beiges, cohérents			25
7.10			limons argileux avec du gravier isolé (fragments calcaires anguleux) plastiques à fermes, gris-beiges, cohérents			58
8.00		5	sables fins à moyens, limoneux, meubles, sous pression	(d)		
11.20		6	limons argileux stratifiés, plastiques à fermes, gris-beiges, cohérents			
12.00			limons argileux avec du sable, beiges, cohérents, plastiques à fermes			14
13.20		7	graviers sableux, un peu limoneux, meubles, sous pression			22
14.20			sables graveleux, meubles			
14.60			limons argileux, jaunes, plastiques à fermes, cohérents			
15.30			sables graveleux avec beaucoup de limons bouillants, beiges			
15.70			limons argileux avec peu de graviers, plastiques, beiges, cohérents			
16.15		8	graviers (anguleux) très limoneux (éboulis de pente) cohérents, compacts			
18.00			limons argileux avec peu de graviers, beiges, cohérents, plastiques à fermes			15

Profondeur	Profil	N° Labo	Description lithologique	Géologie	Géotechn. SPT	Remarques et Hydrologie
0.30			terre végétale, brun-noire			
0.85			limons très argileux avec graviers anguleux, plastiques, humides, brun-noirs	(b)		21.1.75 11.2.75
1.50			limons argileux, très plastiques, brun-clairs	(d)		
2.00			sables très limoneux avec du gravier anguleux, meubles à cohérents, bouillants			
2.50			limons très argileux avec du gravier, peu plastiques à fermes, beiges, cohérents	(e)		
3.50			limons très argileux avec du gravier anguleux, fermes, entre -2.50 à -2.65 et 3.30 à 3.50, le gravier est prédominant, dur, cohérent, beige, humide			
4.00		1	limons argileux, gris, cohérents, secs, surconsolidés	(d)		
4.30		2	limons argileux avec beaucoup de graviers, beiges, secs, surconsolidés	(e)		
4.50			limons argileux, plastiques, humides			
5.20		3	limons argileux avec du gravier anguleux, fermes			
10.00			marnes argileuses, fortement altérées verdâtres, cohérentes, humides à sèches, à partir de 9.00 m des fragments de marnes très compactes	(f)		

Dicht SA, Berne  
 Maison de forage  
 Date: Jan. 75

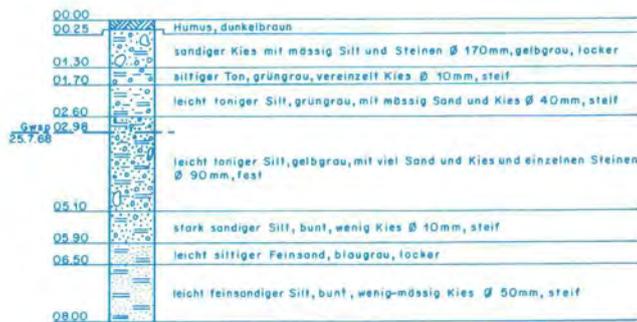
Figure 8 Coupe de forage; Coord. 578/227, Numéro d'ordre 1  
 (Forage carotte 2), 2 (Forage carotte 1), 3 (Forage carotte 3);  
 1 : 200 (Verband schweiz. Konsumvereine)



k - Wert von 2.90 - 5.60m ab Terrain =  $6.27 \cdot 10^{-2}$  cm/sec.  
 k - Wert von 9.02 - 10.00m ab Terrain =  $1.69 \cdot 10^{-4}$  cm/sec.



k - Wert von 2.26 - 3.96m ab Terrain =  $5.61 \cdot 10^{-3}$  cm/sec.



k - Wert von 2.90 - 3.92m ab Terrain =  $2.38 \cdot 10^{-3}$  cm/sec.  
 k - Wert von 5.32 - 7.59m ab Terrain =  $2.61 \cdot 10^{-3}$  cm/sec.

Figure 9 Coupe de forage; Coord. 573/225, Numéro d'ordre 8;  
Coord. 573/225, Numéro d'ordre 11; 1 : 200

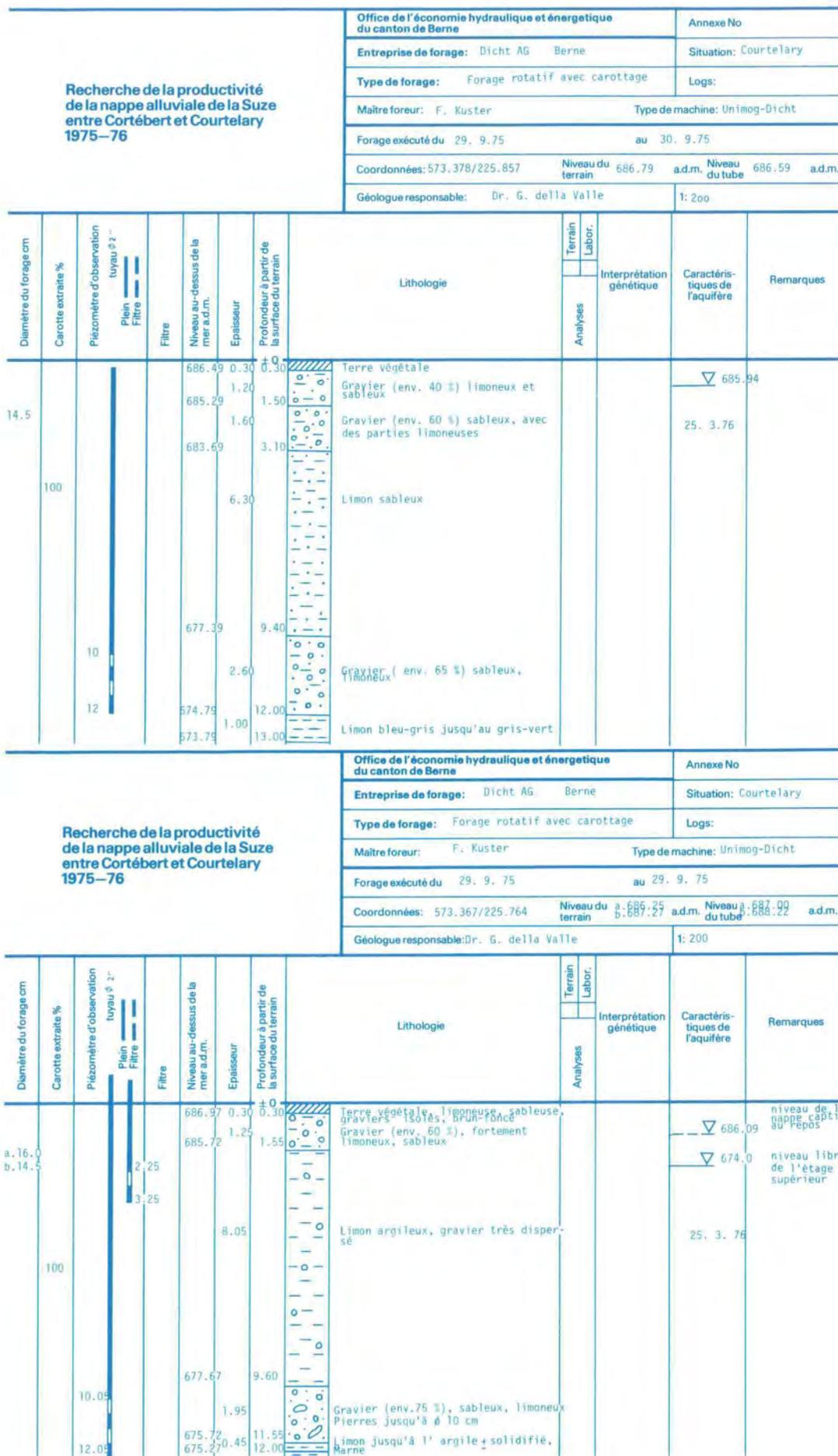
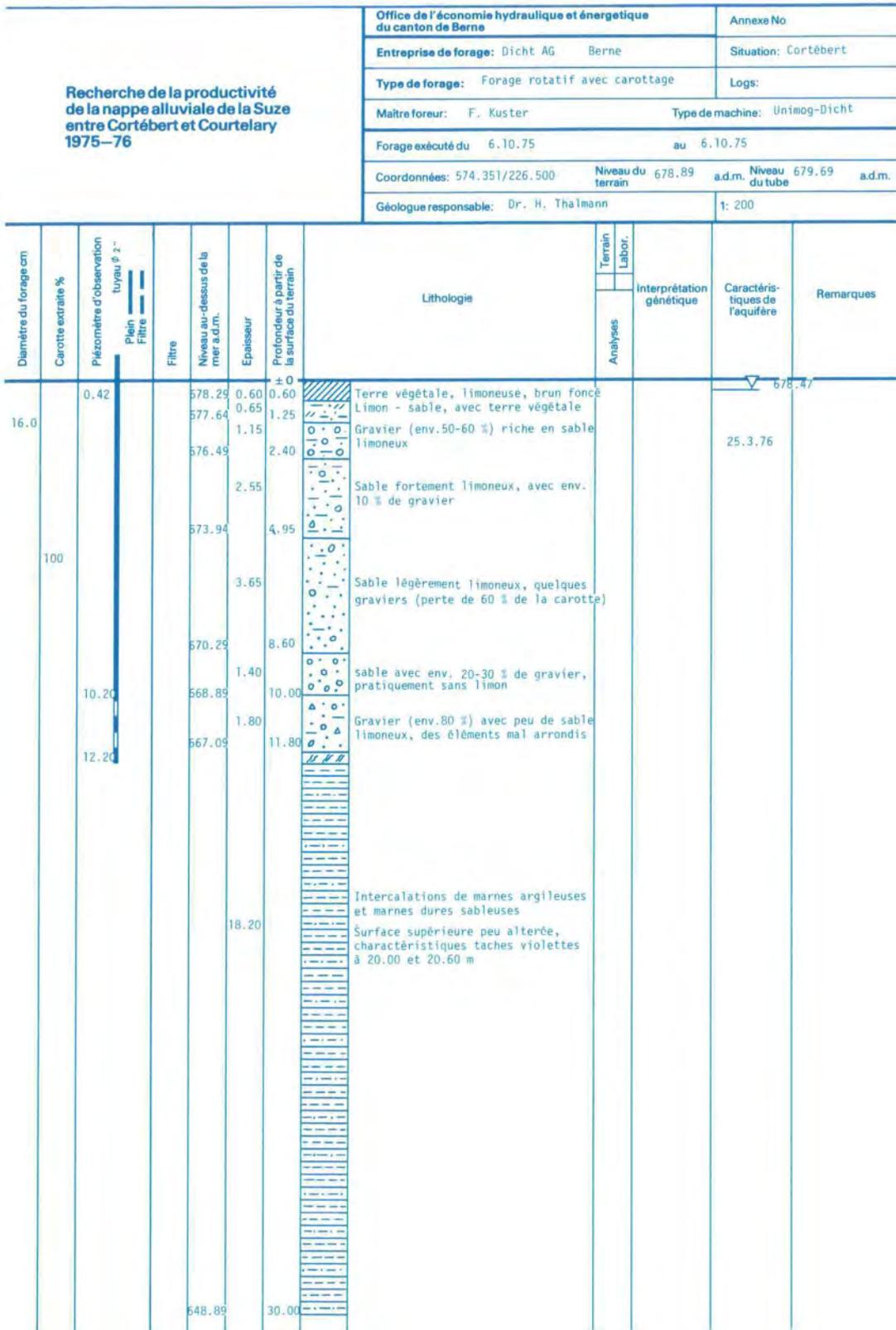


Figure 10 Coupe de forage; Coord. 574/226, Numéro d'ordre 15; 1 : 200



- pertes de charge dans la couche aquifère au voisinage du captage: celles-ci sont régies par les caractéristiques hydrogéologiques de la nappe. Elles sont les plus importantes et ne peuvent être modifiées, vu qu'elles sont liées à la nature du terrain;
- pertes de charge au contact et à la traversée de la crépine, c'est-à-dire dans le filtre. Elles dépendent du développement du terrain: si le développement a été effectué au mieux, elles sont moindres. Au contraire, si le terrain développé s'est rechargé de particules peu perméables au cours des années d'exploitation, ces pertes de charge augmentent;
- pertes de charge dans la crépine et la colonne ascensionnelle du puits: celles-ci sont moindres si le choix des crépines et du diamètre du puits a été judicieux. Comme plus haut, si les crépines changent de caractéristiques au cours du temps, c'est-à-dire si elles tendent à s'obstruer, par exemple à cause de l'accumulation de particules obstruantes telles que des croissances de bactéries ferrugineuses, les crépines se détériorent, et les pertes de charge augmentent.

Les deux dernières sortes de pertes de charge peuvent s'accroître avec le temps. Le calcul effectué pour le puit P II montre que celui-ci a un degré d'efficacité hydraulique satisfaisant. Un calcul analogue n'a pas pu être effectué pour P III, mais la courbe de rendement indique également un degré d'efficacité favorable.

#### Caractéristiques hydrauliques de la nappe

Les paramètres hydrauliques de la nappe ont été déterminés par calcul et par la méthode graphique (Theis et Jacob). Les valeurs de transmissivité pour les puits P I et P III et les puits d'essai 60 et 61 varient entre 1 et  $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$ , tandis que la fourchette des valeurs est plus grande pour P II:  $1 \cdot 10^{-2}$  à  $5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$ .

Les valeurs de S (le coefficient d'emmagasinement), calculées par Thalmann, varient entre  $3 \cdot 10^{-3}$  et  $3 \cdot 10^{-5}$ . Ces valeurs sont extrêmement basses, ce qui s'explique par le fait qu'il s'agit d'un aquifère captif.

Les valeurs caractéristiques hydrauliques ont été contrôlées par simulation mathématique. Ensuite, par la même méthode, on a calculé en une deuxième phase, l'écoulement total de la nappe au repos. A la hauteur de P III on a 29 l/sec, plus bas, vers P I, 26 l/sec. Le déficit entre les deux sections se produirait par une exfiltration dans la Suze.

#### Exploitation optimale de l'aquifère

De ce qui a été dit jusqu'ici, il ressort clairement que l'aquifère exploité a tendance à exfiltrer vers la Suze, tendance qui est provoquée par son artésianisme. Il n'est guère possible d'induire artificiellement une infiltration d'eau de la Suze. Cela signifie que le débit de la nappe à la hauteur de P III est en même temps le débit moyen maximal exploitable sans épuisement de la nappe.

Or, les 3 puits disposent ensemble d'une concession portant sur 50 l/sec. Si ce débit était soutiré à la nappe 24 heures sur 24, celle-ci serait largement surexploitée. Mais la plus grande quantité qui ait jamais été soutirée est de 992'000 m<sup>3</sup> en 1971, ce qui représente un débit de 31.5 l/sec réparti sur toute l'année.

Ceci revient à dire que les captages existants permettent d'exploiter l'aquifère captif en plein. En outre, le puits P III pourrait à lui seul extraire tout le débit renouvelable.

#### Protection des captages existants

Les travaux effectués jusqu'à ce jour ont prouvé que l'aquifère exploité est protégé naturellement de façon optimale (voir profils de sondage). En effet, tous les forages exécutés ont montré l'existence d'une couche de 6 à 8 m de sable limoneux ou de limon argileux superposée à l'aquifère. Cette couche est une excellente protection contre toute pollution par des matières organiques telles que purin, fumier etc. En outre, la couche de couverture est elle-même surmontée par une nappe phréatique non exploitée, de faible puissance. Cette nappe représente une protection idéale contre la pollution de la nappe captive par des hydrocarbures. Les hydrocarbures en phase, plus légers que l'eau, surnagent et ne peuvent donc pénétrer dans la nappe captive.

Dans ces conditions, et en accord avec les "Instructions pratiques pour la détermination" de l'Office fédéral de la protection de l'environnement, de 1977, les zones de protection des 3 puits I - III comprendront

- une zone de captages, couvrant les terrains où se trouvent les drains verticaux et horizontaux
- une zone de protection éloignée, couvrant un temps de parcours de 3 jours, c'est-à-dire 360 m.

On peut se dispenser d'une zone de protection rapprochée. La zone de captage devra empêcher aux eaux de surface polluées de ruisseler le long des parois des puits et de pénétrer ainsi dans la nappe exploitée. La zone éloignée délimitera une région dans laquelle il sera interdit de procéder à des fouilles de n'importe quelle nature à plus de 2 m sous la surface du sol.

Le restant de la plaine entre Cortébert et Courtelary sera placé en zone A.

#### 9.1.3 Essais de traçage à Cortébert

Dans le cadre des essais de pompage dans la plaine entre Courtelary et Cortébert, nous avons effectué un essai de traçage. Il s'agissait de déterminer la vitesse de terrain de l'écoulement et de se faire une idée du pouvoir d'auto-épuration de l'eau souterraine.

Les détails de ces travaux sont consignés dans le rapport de M. F. Marti, bactériologue auprès du Laboratoire cantonal. Nous nous contentons ici de discuter les résultats obtenus.

#### - Essai de coloration

Le 18 mai 1976 à 06.20 h, par un tuyau d'observation, on injecta dans l'aquifère captif 5 kg de fluorescéine, dissous dans 20 l d'eau. Le site de prélèvement était situé à 63 m (puits provisoire No 60) en aval où avait été installée une petite pompe à débit constant (85 - 90 l/min).

Le dernier échantillon sans trace de colorant a été prélevé le 19 mai à 13.00 h, donc 30.7 heures après l'injection du colorant. Le premier échantillon dans lequel on a décelé du colorant date du 19 mai à 15.20 h, donc 33 heures après l'injection. Cela nous donne pour la vitesse de terrain une fourchette allant de 46 à 49 m/d.

Nous avons calculé pour l'étendue de la zone de protection éloignée une vitesse effective de 120 m/d. Comment se fait-il que la vitesse de terrain (définition de Margat), qui d'habitude est 2 à 6 fois, en certains cas jusqu'à 10 fois supérieure à la vitesse effective, soit en l'occurrence inférieure de moitié à la vitesse effective?

Fort probablement, ce fait est dû aux particularités de la nappe:

A la hauteur du puits III, la quantité d'eau s'écoulant dans la nappe est largement supérieure à celle qui s'écoule au voisinage des puits d'essai. Selon les indications de Haefeli, une bonne partie de l'eau souterraine ex-filtre dans la Suze. Or, comme la section de l'aquifère n'a pas diminuée dans la même mesure, il s'en suit un ralentissement considérable de la vitesse d'écoulement.

En ce qui concerne les différents maxima de concentration de la couleur, ils ne sont guère surprenants au vu de l'hétérogénéité de la nappe: il existe certainement des cheminements de rapidité variable.

#### - Traçage par des bactéries

Quatre types de germes ont été injectés, à savoir *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Serratia marcescens*.

D'un côté, le comportement de chacun de ces quatre types de germes dans l'aquifère est uniforme; seul un très petit pourcentage des germes injectés a franchi l'espace entre le point d'injection et le point de prélèvement d'échantillons. Les expériences dans le champ de la bactériologie tendent à prouver que les bactéries peuvent survivre très longtemps dans des milieux et à des températures qui ne sont pas les leurs; les temps de survie observés varient, selon le type de germe, entre 50 et 100 jours. Il est donc probable que la plus grande partie des germes injectés n'a pas péri, mais a été retenue, par exemple par les particules argileuses présentes en grandes quantités dans l'aquifère observé. Il n'est guère exclu que les germes soient ensuite remobilisés et parcourent un nouveau trajet avant d'être à nouveau capturés, ce jusqu'à échéance du temps de survie.

On peut conclure de l'essai

- que l'aquifère a une bonne capacité de rétention
- que les différents types de germes sont retenus à des degrés différents (les coliformes passent mieux que les streptocoques, et ceux-ci mieux

- que les staphylocoques, qui n'ont fait qu'une réapparition sporadique, tandis que *Serratia* n'a pas du tout été retrouvée),
- qu'une introduction de germes dans l'aquifère, à environ 100 m d'un captage, ne devrait pas porter à conséquence pour l'eau captée.

Bien entendu, si les germes se trouvent dans un milieu riche en matière nutritive (par exemple eau usée, purin), leur temps de survie augmente sensiblement. Il faut donc absolument éviter de faire pénétrer un agent polluant dans l'aquifère exploité. Par contre, on ne risque rien en tolérant une exploitation agricole, vu la protection naturelle dont la nappe exploitée jouit.

## 9.2 La vallée de la Suze entre Sonceboz et Frinvillier

P. Kellerhals, Ch. Haefeli

### 9.2.1 Introduction

De la sortie du défilé de Tournedos, au SE de Sonceboz, jusqu'à Péry, la vallée de la Suze est occupée par un aquifère alluvial, exploité par 3 puits à la Heutte et un puits à Péry. Entre Péry et Frinvillier, la Suze recoupe la cluse de Rondchâtel, occupée par des dépôts quaternaires très peu perméables.

Nous rassemblons dans le présent rapport, sous forme succincte, les connaissances acquises à ce jour grâce aux différentes études mentionnées en bibliographie. Les données principales figurent dans les tableaux 10 à 17 ou sont intégrées dans la figure 11. Nous n'en commenterons ici que les aspects les plus significatifs, notamment ceux liés à l'alimentation de la nappe.

### 9.2.2 Description de l'aquifère

- En amont de la Heutte, on ne possède que peu d'informations sur la structure et la profondeur de l'alluvionnement (voir figures 12 et 13). A hauteur de la station d'épuration de Sonceboz (voir figure 12), le défilé possède un étroit remplissage alluvial d'au moins 15 m d'épaisseur, essentiellement constitué de limons argileux imperméables ( $k \sim 10^{-8}$  m/s, d'après Colombi Schmutz Dorthe SA, Berne 1975 et 1978). Près de la surface, on peut rencontrer de petits niveaux très perméables ( $k \sim 10^{-2}$  m/s, Colombi Schmutz Dorthe SA, Berne 1975 et 1978).

La paroi sud du défilé appartient en réalité au même versant que la paroi nord, c'est à dire au flanc sud de l'anticlinal de Montoz (virgation de Châillon). Plusieurs forages effectués au sud du défilé, entre la Vignerole et le cône de déjection de Grande Métairie de Nidau (voir Kellerhals et Haefeli, 1980), révèlent une grande épaisseur de dépôts quaternaires qui sont peut-être les témoins d'une ancienne vallée de la Suze (notamment 580.226/19 où le calcaire a été atteint à 63 m de profondeur, et 581.226/6 où l'on a recoupé le début d'une série limoneuse sous 19 m d'éboulis). La Suze suivrait alors actuellement un cours épigénétique, comme c'est le cas à la fabrique de cellulose de Rondchâtel. Signalons toutefois que d'après

Figure 11 Profil hydrogéologique transversal de la vallée de la Suze à la hauteur de la STEP Tournedos  
L=1:10000/H=1:1000

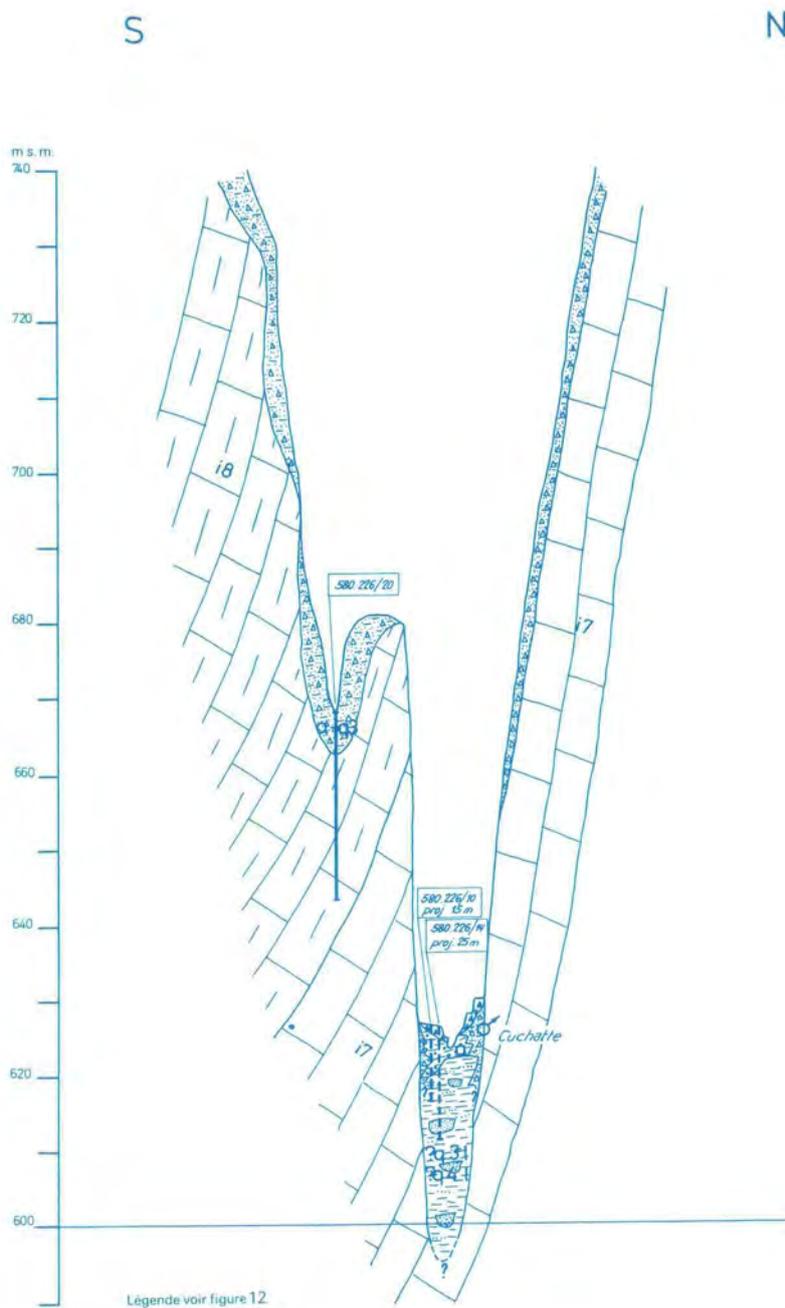
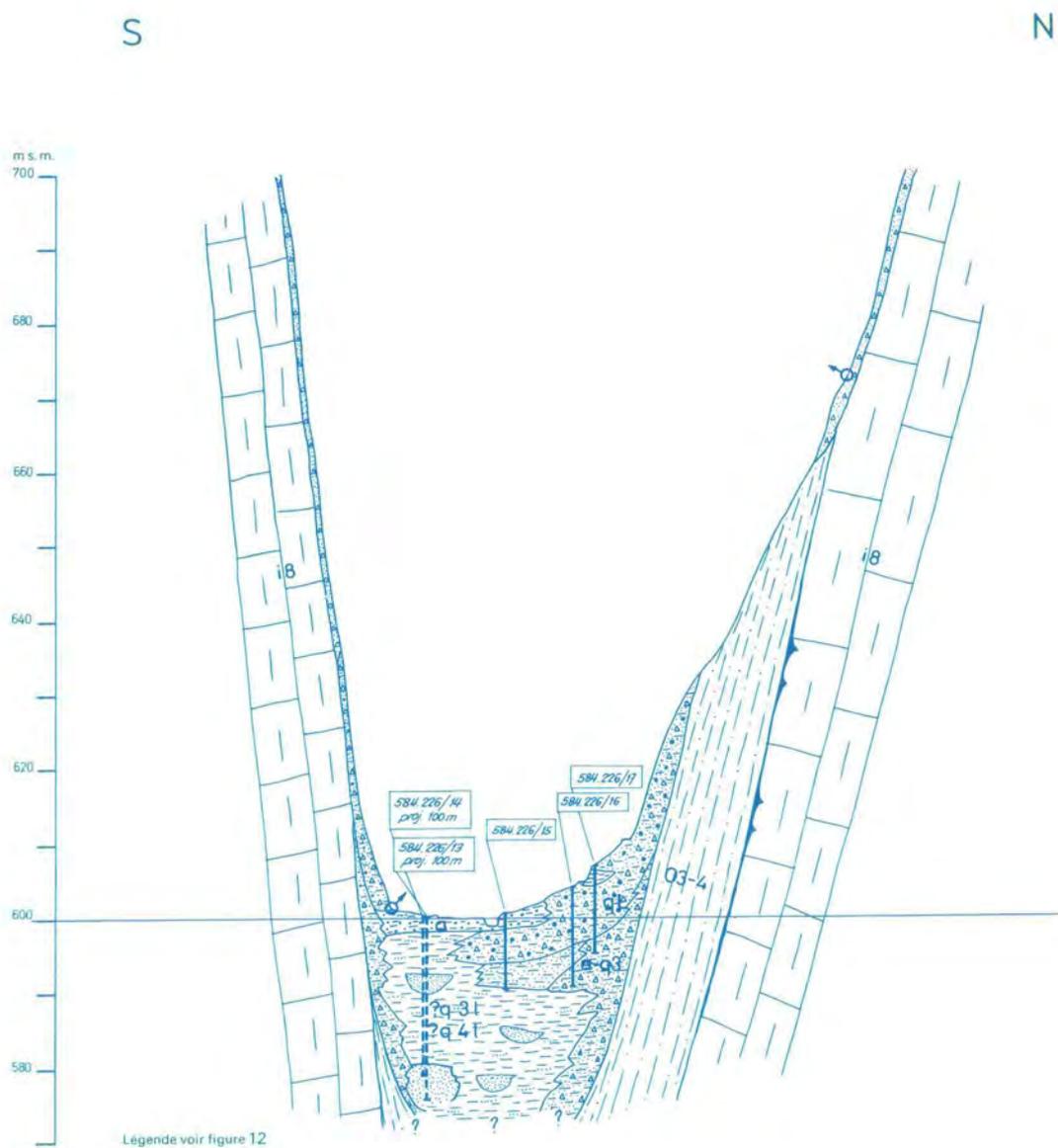




Figure 13 Profil hydrogéologique transversal de la vallée de la Suze  
à la hauteur de la Caroline  
L=1:10000/H=1:1000



le profil sismique de Sombeval (Schneider, 1977) la molasse remonte assez haut, plus en amont, le flanc sud de la vallée de la Suze.

En aval de la station d'épuration, la vallée s'ouvre en regard du cône de déjection de la Grande Métairie de Nidau (voir figure 13), qui semble assez perméable dans sa partie supérieure, d'après la lithologie du forage 582.226/4 (en zone non saturée) et les résultats de la campagne géoélectrique (Colombi Schmutz Dorthe SA, 1973). La profondeur et l'extension du cône sous le thalweg de la Suze ne sont pas connus, mais les très faibles résistivités (Colombi Schmutz Dorthe 1973) enregistrées dans cette zone indiquent la présence d'une bonne épaisseur de limons jusqu'à proximité du puits de Plagne (583.226/2). Le cône de déjection du Paradis, sur le flanc nord, est également plus perméable dans sa partie supérieure. Il a occasionné des dépôts plus grossiers sous le thalweg, en direction du SE, qu'on retrouve aux puits de Plagne et de la Heutte (583.226/1), possédant une perméabilité d'environ  $1 \text{ à } 2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ , et dénommé "aquifère inférieur" (Institut Géotechnique SA, 1970, Schindler, 1979 et 1981). En subsurface, on rencontre un petit niveau d'alluvions récents de la Suze, possédant probablement une perméabilité beaucoup plus grande, mais une très faible puissance. A hauteur du village de la Heutte et au Crêt du Percet, le flanc nord est habillé d'un placage de molasse qui s'avance vers le centre de la vallée et constitue la limite avec l'aquifère.

- Entre la Heutte et Péry, on possède de bonnes informations sur les caractéristiques et le comportement hydrogéologique de la première tranche de l'aquifère jusqu'à une profondeur de 20 à 40 m (voir figure 14). La profondeur totale de l'alluvionnement est inconnue.

Au sud du puits de la Heutte, se trouve le cône d'éboulis du Courtillat qui, d'après les résultats géophysiques (Colombi Schmutz Dorthe SA, 1973), semble très perméable sur une profondeur d'au moins 40 à 50 m (ou 20 à 30 m sous le thalweg). Ces éboulis proviennent de la Forêt de l'Envers et contribuent, avec les déjections du flanc nord, à la constitution de l'aquifère entre les puits de la Heutte (583.226/1) et de Péry (584.226/2). Du cône de Courtillat, les alluvions perméables semblent remonter en biseau en direction du puits de Péry, et la structure alluvionnaire est probablement très complexe. A la Heutte, le puits Weber (583.226/4) capte le niveau d'alluvions récentes mentionné plus haut (aquifère supérieur). Il est en contact hydraulique, par drainance, avec l'aquifère principal (aquifère inférieur). La séparation de ces aquifères, assez nette à la Heutte, s'évanouit probablement en direction du puits de Péry. La cohérence des niveaux et réactions piézométriques observées sur tout ce tronçon (voir données Institut Géotechnique 1970) témoigne en faveur de systèmes aquifères interconnectés.

En aval du puits de Péry, la vallée s'élargit en un synclinal coffré rempli de molasse. L'aquifère s'amenuise au profit de sédiments plus fins (d'après les résultats géophysiques, Institut Géotechnique 1970 et le caractère plus autonome des réactions piézométriques).

- En aval de Péry, jusqu'à Frinvillier, le remplissage quaternaire est essentiellement imperméable. Il existe quelques petits dépôts plus grossiers, mais dont la puissance et/ou la perméabilité sont trop faibles pour constituer un aquifère exploitable.

Les forages exécutés pour la T 6 (Kellerhals & Tröhler + CSD, 1975, Kellerhals & Tröhler, 1977) et pour le dépôt d'hydrocarbures de Vigier (Schär, 1974) fournissent de bonnes informations sur l'ensemble de l'alluvionnement (voir figure 15).

Au défilé de Reuchenette, le forage 585.226/13 traverse l'ensemble des dépôts quaternaires et atteint le substratum calcaire à 39 m de profondeur. La série quaternaire est essentiellement limono-argileuse et imperméable. Elle comprend néanmoins à la base quelques mètres de dépôts un peu plus grossiers ( $k \sim 10^{-5}$  à  $10^{-6}$  m/s, voir forages Vigier, Schär U., Zürich 1974), et au sommet 0 à 3 m d'alluvions récentes. Cette structure se retrouve au milieu de la cluse, sous le pâturage de Châtel (voir figure 15), où la profondeur des dépôts quaternaires atteint plus de 60 m. Les piézomètres révèlent des niveaux d'étiage plus bas pour la série de base, alimentés par le flanc W de la cluse, que pour les maigres alluvions de la Suze, dans lesquelles s'infilte la rivière.

A Rondchâtel, la Suze emprunte un cours épigénétique, délaissant l'ancienne vallée alluviale qui passe au sud de la colline Pt. 628 reconnue par forages (Kellerhals & Tröhler + CSD, 1975, Kellerhals & Tröhler, 1977, 1978 et 1980). On ne connaît pas la profondeur exacte de ces dépôts, constitués de limons sableux avec quelques cailloux (éventuellement des dépôts glaciaires ?), mais on sait que le grand bâtiment de la fabrique de cellulose est fondé sur le rocher (e.p. l'"Oxfordien" qui a ici 2 m de puissance) et que les deux sources de Châtel (585.224/3 et 4), de part et d'autre de la Suze, émergent directement du rocher.

Dans le défilé qui relie Rondchâtel à Frinvillier, la Suze ne coule pas directement sur l'assise rocheuse. Près de la source Merlin, la profondeur des alluvions, ici blocailleuses, est d'environ 10 m. A la sortie du défilé elle atteint plus de 15 m.

La vallée s'ouvre ensuite sur le synclinal de Frinvillier, où nous n'avons pas d'information sur l'épaisseur et la perméabilité des alluvions de la Suze, s'étalant sur 100 m de largeur environ. Les vallées latérales occidentale et orientale possèdent un remplissage quaternaire peu perméable recouvrant la molasse. Il est constitué essentiellement de limons dans lesquels s'insèrent les digitations de quelques cônes de déjection un peu plus perméables, mais trop peu significatifs pour constituer un aquifère exploitable.

Figure 14 Profil hydrogéologique transversal de la vallée de la Suze à la hauteur des citernes à huile de la cimenterie Vigier  
L=1:10000/H=1:1000

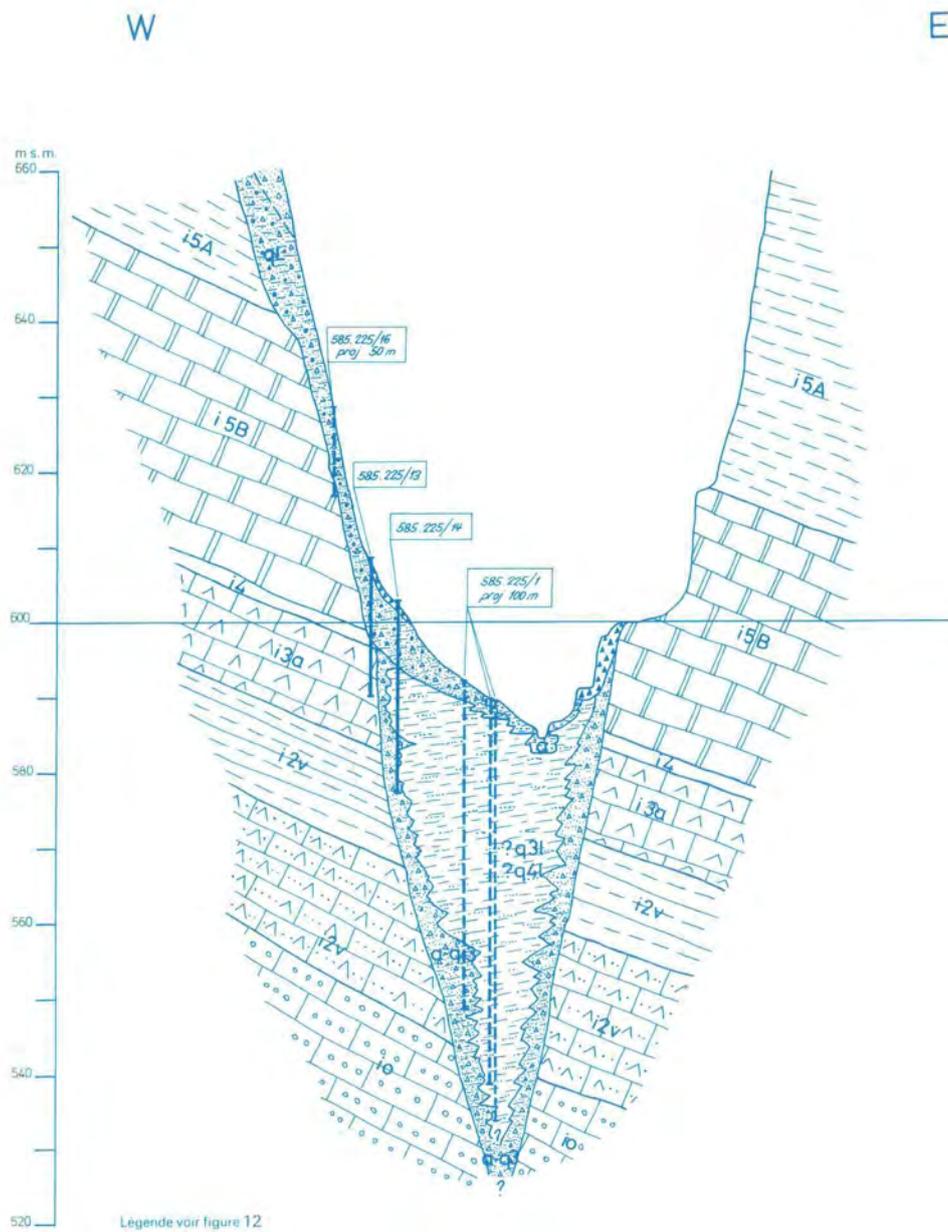


Tableau 10: Perméabilités

Puits	No de registre	Prof. m	Ø mm	Crépine (m) de	Ø moy m s. m.	Essai débit Date Q l/min	Transmiss. $10^{-2} m^2/s$	H m	Perméab. $k 10^{-3} m/s$	Données/Interprét.	bibl.
La Plagne aquifère dit inférieur	583/226.2	18.2	?	14,5 - 17,5	604	1969 1'500	-	3,9	1,6 - 2,2	Geot. I/Id	4
						1979 250 (1)	0,83	3,9	2,1	Geot. I/K & H (7)	4
							0,35	3,9	0,9	Schindler/K & H	10
La Heutte aquifère dit inférieur	583/226.1	11.0	1'250	6,5 - 9,5	602,5	1948 2'200	3,7	3,4 (3)	10,8	J. Comment/K & H	1
							-	3,4 (3)	7,5 - 8,0	Geot. I/Id	4
						1969 2'000	2,22	3,4 (3)	6,53	Geot. I/K & H	4
						450 (1)	3,75	3,4 (3)	11,0	Geot. I/K & H	4
	1979 2'500	0,44	2,7	1,64 (4)	Schindler/Id	10					
Péry aquifère dit supérieur	584/226.2	12.9	1'500	7,8 - 12,2	597	1949 2'460	-	4,96	2,5	Fehlmann AG/Geot. I	4
						1969 550 (2)	0,37	5,2	0,7	Geot. I/K & H	4
						nov.77 750		5,2	3,0	Kellerhals/Id	6
Châtel: forages pour Vigier	B5	51	4"	37 - 51	583	12,5	0,0015	5 (5)	0,003		
	B6	55	4"	36 - 55		40	0,003	2 (6)	0,015	U. Schär/K & H	9
Step (forages)	580/226.15 (F1)	5,5	2"	-	624	1978 essai d'injection	très faible	-	très faible	CSD/Id	3b
	580/226.14 (F2)	15,0	2"	-	625		1,0	0,9	10,0	CSD/Id	3b

(1) débit d'exploitation  
 (2) Q:700 150 remontée: 2.5 m  
 (3) l'aquifère inférieur a 2.7 m d'épaisseur, mais il faut prendre en compte une épaisseur de 3.4 m, car le massif filtrant atteint l'aquifère supérieur

(4) il a été tenu compte de la drainance dans l'interprétation, la valeur est donc spécifique de l'aquifère inférieur  
 (5) d'après profil: alluv. grossières de 46,7 à 51,5 m  
 (6) d'après profil: alluv. grossières de 54,5 à 55,8 m  
 (7) Dres. Kellerhals et Haefeli: interprétations effectuées pour le présent rapport

### 9.2.3 Perméabilités

Le tableau 10 résume les données existantes concernant la perméabilité des alluvions, et appelle les commentaires suivants: Les conditions techniques et hydrogéologiques complexes dans lesquelles se sont effectués les essais de pompage des puits de la Heutte (583.226/1), de Plagne (583.226/2) et de Péry (584.226/2) n'autorisent que la définition d'un ordre de grandeur des perméabilités. En effet, l'interaction de plusieurs systèmes aquifères, l'importance des recharges d'origine diverse en cours d'essai, et l'influence réciproque des pompages simultanés hypothèquent sérieusement la sécurité de l'interprétation (voir résultats divergents à la Heutte d'après Institut Géotechnique SA, 1970 et B. Schindler, 1979). On peut donner pour les graviers une fourchette de perméabilité allant de  $7 \cdot 10^{-4}$  m/s à  $1,1 \cdot 10^{-2}$  m/s, centrée sur une médiane de  $2 \cdot 10^{-3}$  m/s environ.

L'hétérogénéité locale et régionale des alluvions est illustrée, à titre complémentaire, par les valeurs indicatives obtenues à la STEP de Sonceboz et à la cluse de Châtel (Vigier).

Dans l'ensemble, on ne peut guère définir une perméabilité spécifique des aquifères dits inférieurs et supérieurs. Les transmissivités ne sont connues que pour les 10 ou 20 m supérieurs du remplissage alluvial. D'après les résultats géophysiques (Colombi Schmutz Dorthe SA, 1973), on peut penser que, dans la région de la Heutte, des graviers assez perméables peuvent se rencontrer jusqu'à une profondeur de 50m environ. D'après les essais de pompage effectués en 1969, la transmissivité reconnue est 2 à 3 fois plus grande au puits de la Heutte qu'à celui de Plagne, et les deux puits sont bien connectés hydrauliquement. Avec un débit de 2'000 l/min au puits de la Heutte, les rabattements se stabilisent assez rapidement. Dans "Institut géotechnique SA,

1970" page 39, on estime à environ 5'000 l/min le débit de transit total, et à environ 3'000 l/min le débit de la partie reconnue en forage. Par contre, le puits de Péry est moins bien connecté à ce système aquifère amont. Il doit en être séparé par une zone relativement peu perméable, car avec un débit de 700 l/min au puits de Péry on épuise lentement l'aquifère, sans influencer sensiblement la nappe en amont. Avec un débit de 450 l/min on atteint par contre, même en étiage, un équilibre hydrodynamique. On peut penser que le transfert d'eau souterraine provenant de l'amont ne dépasse guère 400 l/min, et que le surplus exploitable, surtout en crue, provient de l'épandage d'éboulis du flanc nord. Une rapide estimation du débit de transit nous donne  $Q = T \cdot i \cdot L = 0.025 \cdot 0.004 \cdot 100 = 0.01 \text{ m}^3/\text{s}$ , soit 600 l/min. Dans "Institut Géotechnique SA, 1970" page 18 on l'estime à 288 l/min.

#### 9.2.4 Piézométrie (voir figure 11)

Entre les puits de Plagne et Péry, on connaît assez bien les niveaux et fluctuations piézométriques de la nappe. En dehors de cette zone, on ne possède que quelques informations à la station d'épuration de Sonceboz, et à la cluse de Châtel.

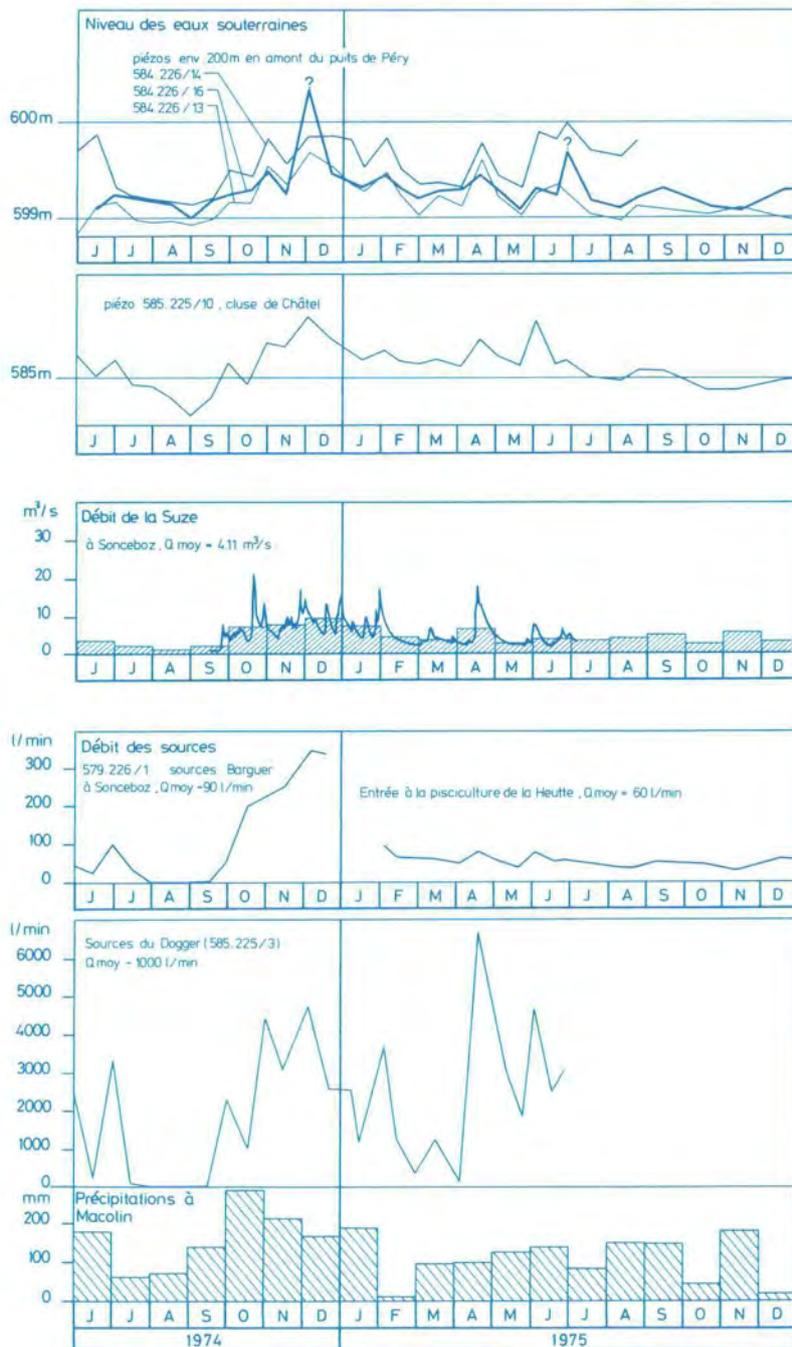
De manière générale, on constate que le centre de la vallée draine la nappe, c'est-à-dire que les flancs alimentent cette dernière. Le gradient d'étiage entre le puits de Plagne et "le Vernet" vaut 6.5 % et 9 % entre "le Vernet" et "en bas des Prés", ce qui est supérieur au gradient moyen dans les alluvions récentes de la Suze entre la STEP de Sonceboz et Rondchâtel, qui vaut 6 à 6.5 %. Le gradient n'est que de 5 % entre "en bas des Prés" et le puits de Péry. Cela témoigne en faveur d'une décharge de la nappe dans la Suze au méandre du Vernet, et corrobore ainsi les résultats des essais de pompage.

A la Heutte, une drainance a été constatée (Institut Géotechnique SA, 1970 et B. Schindler, 1979) de l'aquifère supérieur vers l'aquifère inférieur, ce qui montre qu'on se trouve dans une zone d'alimentation de la nappe. Près du puits de Péry par contre, le niveau relativement élevé du piézomètre 584.226/13, dans un niveau sableux profond, pourrait indiquer qu'on s'approche de la zone d'exutoire. Au puits de Péry, le niveau d'étiage est d'environ 30 cm inférieur à celui de la Suze, et en crue, il lui est égal ou supérieur, réagissant vivement aux précipitations (Kellerhals, Tröhler, 1978). Le gradient local est dirigé vers le SE. Les piézomètres situés à côté du puits et plus en aval ne réagissent pas de la même manière que ceux situés en amont du puits. En période de crue, l'eau souterraine déborde le niveau du thalweg et inonde la plaine en aval du puits.

Tous ces faits démontrent que dans cette zone l'aquifère se décharge dans la Suze.

Les fluctuations piézométriques représentées au haut de la figure 11 illustrent le comportement de la nappe 200 à 300 m en amont du puits de Péry, dans la zone de transition entre les alimentations et les décharges de la nappe. On constate que la bordure nord (piézomètre 16) réagit moins fortement aux alimentations que la bordure sud (piézomètres 13 et 14). Les niveaux anormalement élevés des 3 décembre 1974 et 26 juin 1975 sont-ils dus à une alimentation par le versant nord ou à des erreurs de mesure? Le gradient de

Figure 15 Fluctuations piézométriques d'après mesures de contrôle pour la route (T 6)



la nappe, orienté E - W en étiage, s'oriente SW - NE en période de crue, surtout de crue hivernale. Ceci montre que l'alimentation de l'aquifère à cet endroit provient principalement des éboulis du flanc sud ("en bas des Prés").

Tableau 11: Observations du service cantonal des ponts et chaussées pour la route "T 6"

Piézomètres

No	Coordonnées/ No reg.	Cote terrain OKT	Cote tubage OKR	Prof. m	Période d'observation	Niveau d'étiage	Niveau de crue	Diff. m
33	584.392/226.534.17	607.30	608.30	12	31.05.74-21.08.75	599.15 (3)	600.25 (5)	1.10
30	584.320/226.268.14	600.73	601.59	21	31.05.74-08.06.76 (1)	599.99 (3)	599.85 (5)	0.72
32	584.390/226.505.16	604.30	604.25	13	31.05.74-08.06.76 (1)	598.99 (3)	599.45 (5)	0.46
15	584.480/226.300.13	599.70	600.95	24	31.05.74-08.06.76 (1)	598.92 (3)	599.68 (5)	0.86
22	585.293/225.693.18	610.00	611.10	17	31.05.74-17.02.76	598.05 (08.75)	600.89 (04.75)	2.84
27	585.270/225.665.13	608.80	609.90	18	31.05.74-17.02.76	596.40 (11.74)	598.25 (5)	1.85
44	585.313/225.088.4	597.20	597.65	14	04.02.75-08.06.76 (1)	594.88 (10.75)	595.25 (04.75)	0.38
40	585.333/225.089.5	589.80	590.25	14	04.02.75-08.06.76 (1)	583.75 (05.75)	595.65 (06.75)	1.90
20	585.356/225.386.10	585.80	586.75	20	juin 74-08.06.76	584.60 (3)	585.65 (5)	1.05
24	585.398/224.571.9	577.10	578.16	24	juin 74-08.06.76	570.00 (3)	571.00 (5)	1.00
342	585.443/224.544.10	566.70	587.55	?	déc. 74-08.06.76 (2)	557.80 (4)	560.40 (6)	2.60
341	585.443/224.544.10	566.70	567.45	21	déc. 74-08.06.76 (2)	550.40 (4)	556.60 (6)	6.20

(1) + janvier - novembre 1977  
(2) + janvier - juillet 1977  
(3) le 30.08.1974

(4) le 04.04.1975  
(5) décembre 1974  
(6) le 02.02.1975

Sources

Nom	Coordonnées/ No reg.	altitude	Période d'observation	Q moy. estimé	Q minimum	Q maximum	Var.
Barguer Sonceboz	579/226.1	728 m	déc. 71 - déc. 74	90	0 (août-oct. 72 fév., sept. 73 mai, août 74)	350 (déc. 74)	∞
Pisciculture Péry	584/226.7	599 m	janv. 75 - févr. 76 janv. - nov. 77	60	37.5 (15.04.77)	100 (29.01.77)	2.7
Reuchenette Source du Dogger	585/225.3	590 m	avril 70 - juin 75	1'000	0 (août-sept. 70/74)	11'400 (avril 70)	∞

Il est intéressant de noter aussi qu'à l'échelle saisonnière, les alimentations de la nappe au piézomètre 14 ne sont pas proportionnelles au débit de la Suze (voir mai - juillet 1975), mais plutôt au régime des sources karstiques, influencé par la fonte des neiges (voir les sources du Dogger à Châtel). Ce n'est pas tellement le cas pour les piézomètres 16 et surtout 13, où les niveaux de base de juin et août 1974 et de juillet 1975 sont comparables. Ces 2 piézomètres sont peut-être situés dans une zone relativement perméable et sans contact facile avec les zones alimentaires de la nappe. A titre comparatif, on a représenté aussi les fluctuations des eaux souterraines au pied du pâturage de Châtel (piézomètre 585.225/10), en contrebas des sources du Dogger. On voit que ce piézomètre est influencé par les eaux karstiques.

#### 9.2.5 Débit des sources

Les grandes sources karstiques (Tournedos, Cuchatte, les deux sources de Châtel et celle de Merlin) n'ont pas été prises en compte dans ce rapport, car elles n'ont pas d'influence sur la nappe alluviale, et elles sont toutes décrites dans différents rapports en possession de l'OEHE.

Le débit des sources du Dogger (585.225/3) a été mesuré pendant plus de 4 ans, à intervalles plus ou moins réguliers (voir tableau 12). Comme la variabilité est très grande, il est difficile d'en estimer le débit moyen. D'après les données disponibles, il se situe aux environs de 1'000 l/min. Il est à son maximum en avril et en mai, à cause de la fonte des neiges, et à son minimum en août et septembre (le débit d'étiage, nul à la station de mesure, est en réalité non nul). Le débit moyen supposé de 1'000 l/min correspondrait à un bassin versant d'environ 1.5 à 2 km<sup>2</sup>, ce qui correspond grosso modo aux affleurements du Dogger à l'ouest des Coperies (de la métairie de Tscharner au Crêt du Soleil).

A titre comparatif, le débit des sources Barguer à Sonceboz est beaucoup plus faible en moyenne (environ 85 l/min) et un peu moins variable. Malgré d'assez fortes valeurs d'avril à juin, il s'accroît surtout de novembre à janvier, avec un maximum en décembre. Son minimum se situe en août et septembre.

Tableau 12: Débit des sources du Dogger à Châtel (en l/min)  
73 mesures, moyenne (1) 1'826 l/min (écart-type 2'562 l/min)

Mois	1970		1971		1972		1973		1974		1975		Moyenne (1,2) mensuelle	Nombre de valeur
	Jour	Débit	J	Q	J	Q	J	Q	J	Q	J	Q		
Janvier			13.	0	04.	0					08.	2'529	687	3
			20.	0	14.	0					15.	1'194		
			27.	600										
Février			03.	0							04.	3'678	587	3
			10.	0	02.	0					14.	1'236		
			17.	0	15.	0					28.	370		
			24.	0										
Mars			05.	0					07.	0			841	5
			12.	0	15.	0	26.	870	15.	558	14.	1'256		
									29.	3'600				
Avril	20.	10'200											2'205	5
	21.	11'400	07.	900							04.	120		
	23.	8'400	21.	420	18.	307			16.	510	18.	1'700		
	28.	9'000												
	30.	4'200												
Mai	04.	5'400							02.	300	11.	3'012	2'262	5
	13.	5'400			09.	600	15.	1'800	15.	420	24.	1'890		
	27.	5'400							31.	2'460				
Juin	03.	2'700									02.	4'662	1'310	6
	23.	1'800	17.	1'200	22.	300	12.	495	14.	210	17.	2'529		
											26.	3'036		
Juillet	03.	2'100							01.	3'312			607.5	4
	10.	1'800			31.	0	17.	0	16.	80				
	30.	0 (3)							31.	0				
Août									16.	0			(0)	(1)
									30.	0				
Septembre													112.5	4
	23.	0			18.	0	24.	450	04.	0				
Octobre	01.	0							01.	2'280			857	3
	21.	0			09.	0			17.	1'006				
					09.	0			30.	4'428				
Novembre	18.	360											1'132	3
	25.	240			03.	0			15.	3'096				
Décembre	02.	420							05.	4'740			808	5
	09.	240	15.	0	22.	0	18.	160	20.	2'582				
	16.	0												
													Année	951 (2)

- (1) Les moyennes sont probablement non représentatives du débit moyen (trop peu de mesures par rapport aux fluctuations).  
(2) La moyenne basée sur les moyennes mensuelles est probablement plus proche du débit moyen vrai.  
(3) A la station de mesure; le débit d'étiage vrai est non nul.

Tableau 13: Débit des sources Barguer à Sonceboz (en l/min)  
 40 mesures, dont 2 en décembre 1971, moyenne de 88.6 l/min  
 (écart-type de 99.2 l/min)

	1972		1973		1974		Moyenne mensuelle	nombre de valeurs
	date	débit	date	débit	date	débit		
Janvier	04. 14.	137.9 75.3			15.	120	113.3	2
Février	02. 15.	28.6 157.1	08.	0			46.4	2
Mars	01. 15.	97.4 101.4	16.	0	29.	96.3	65.2	3
Avril	18.	174			16. 30.	17.5 0	91.4	2
Mai	09. 30.	71.8 0	15.	217	17. 31.	0 45.4	91.9	3
Juin	22.	210	08.	154	14.	27.6	130.5	3
Juillet	31.	0	24.	61	01. 15. 31.	104 34.1 0	35.7	3
Août					16. 30.	0 0	(0)	(1)
Septembre	11.	0	24.	0	17.	5	1.7	3
Octobre	09.	0			01. 17.	57.7 203.4	65.3	2
Novembre	03.	0			15.	253	126.5	2
Décembre	22.	111.2	18.	292	06. 19.	350 340	249.4	3
					Année	84.77		

Au pied du versant nord se trouve la source captée de Bonnes Fontaines (25 - 100 l/min), et au pied du versant sud, on connaît un certain nombre de sources non captées. A l'ouest, il s'agit des décharges du cône d'éboulis de Nidau sur le thalweg. A l'est, il s'agit en partie de la décharge du flanc calcaire de la forêt des Oeuches (Portlandien) et en partie de la décharge de la nappe dans les ruisseaux latéraux. Une de ces décharges combinées (Colombi Schmutz Dorthe SA, 1973) alimente une pisciculture. Son débit est assez constant, il fluctue entre 25 et 100 l/min et vaut en moyenne environ 60 l/min (voir figure 11). Les sources situées sous la masse éboulée de Fin du Clos (Kellerhals & Tröhler, 1977) fournissent ensemble 0 à 50 l/min, celle située au pied du cône d'éboulis "d'en bas des Prés" (Kellerhals & Tröhler, 1977) environ 100 (?) à 400 l/min et une autre plus en aval (Kellerhals & Tröhler, 1977) environ 2 à 30 l/min. Le débit global des décharges provenant du

flanc entre la Heutte et Péry varie entre 100 l/min (?) et environ 3'000 l/min, il pourrait atteindre en moyenne 400 à 600 l/min (ordre de grandeur). La forêt des Oeuches couvre environ 0.85 km<sup>2</sup>, et devrait ainsi fournir un débit souterrain d'environ 500 l/min. Comme on l'a vu par les réactions du piézomètre 13, il est peu probable que le flanc calcaire alimente fortement la nappe à cet endroit. Il se décharge plus probablement dans le petit ruisseau qui longe le pied du versant.

La situation est probablement bien différente un peu plus à l'est, au pied de la forêt de l'Envers. On ne connaît pas de source au bas du versant, dont la surface est également d'environ 0.85 km<sup>2</sup>, en grande partie occupée par des éboulis. On peut donc penser que la nappe reçoit environ 500 l/min de ce flanc de l'Envers. Rappelons qu'on se trouve dans une zone d'alimentation de l'aquifère.

Le cône d'éboulis de Nidau, où s'infiltré le ruisseau de la combe susjacent, se décharge probablement directement dans la nappe dans la partie orientale, et en surface dans la partie occidentale (sources non captées). L'apport à la nappe est délicat à estimer. Il pourrait être de quelques centaines de l/min.

#### 9.2.6 Chimie

L'eau du puits de Péry, dont les températures suivent les fluctuations saisonnières, ressemble fortement à celle de la Suze. Elle ne s'en distingue que par une teneur en sulfate et une oxydabilité légèrement plus faibles. Cela est probablement dû au fait que les échantillons ont été prélevés à la fin de l'automne 1969, à un moment où la nappe, épuisée, était bien au dessous du niveau de la Suze. Par contre, la coloration de la Suze, en décembre 1975, n'a pas atteint la nappe, probablement plus haute à ce moment-là.

Tableau 14: Paramètres chimiques (Nappe alluviale)

Paramètres et dates	La Heutte 583/226.1	Plagne 583/226.2	Weber 583/226.4	Péry 584/226.2	
Température les 15.8./15.10./ 21.11.69/17.11.77	10.2/9.3/8.7/-	12.9/10.7/11.0 (2)/-	13.2/10.4/9.3/-	13.7/10.4/9.6(1)/~10	Débit m <sup>3</sup> /s 1.6/1.05/3.6/7.25
Chimie, des 22.10./ 5.11./7.11.69/ 17.11.77 Dureté carbonatée KH (° français)	21.8/22.1/-/-	21.5/20.7/-/-	26.0/-/-/-	24.3/24.0/23.8/8/23.0	25.4/25.4/24.8/24.1
Sulfates (mg/l) Nitrates (mg/l) Chlorures (mg/l)	11/12/-/- 4/4/-/- 2.8/2.4/-/-	12/15/-/- 4/4/-/- 2.4/2.1/-/-	12/-/-/- 1/-/-/- 3.5/-/-/-	10/11/10/13 7/8/8/9 3.6/4.4/4.8/5.2	13/12/13/18 7/8/7/6 4.3/4.8/5.3/4.2
Oxydabilité (mg/l KMnO <sub>4</sub> )	2.5/2.5/-/-	2.2/3.4/-/-	14/-/-/-	3.1/2.8/2.7/3.6	5.8/8.2/7.4/7.4
Réaction à la colo- ration de la Suze, du 11.12.1975	négative	positive	négative	négative	-

(1) La température est remontée de 8.6 à 9.6 entre le 10 et le 21 novembre, alors qu'ailleurs elle continuait de descendre

(2) Après une période de crue

L'eau du puits Weber s'individualise par une assez grande dureté, presque pas de nitrates et une très mauvaise oxygénation.

L'eau des puits de la Heutte et de Plagne est relativement douce, très peu chargée en nitrates, en chlorures et bien oxygénée. Celle de la Heutte se distingue encore par la faible variabilité des paramètres chimiques et des températures. On sait par l'essai de coloration de 1975 (della Valle, 1975) que la Suze alimente en partie le puits de Plagne, ce qui pourrait expliquer, peut-être, une plus grande variabilité des paramètres et des températures plus élevées. De plus, même si les deux puits sont bien connectés hydrauliquement, les gradients locaux sont effectivement orientés différemment: W - E pour Plagne et NW - SE pour la Heutte.

De manière générale, la nature chimique de l'eau des deux puits plaide en faveur d'une alimentation par les eaux karstiques. On constate encore que la chimie de la nappe à la Heutte et à Plagne ressemble beaucoup plus à celle des sources Barguer qu'à celle des sources karstiques du versant nord (Cuchatte et Tournedos), alors que c'est plutôt l'inverse pour le puits de Péry.

Tableau 15: Paramètres chimiques (Sources)

	29.4.1981				20.4.70	22.1.72
	Cuchatte	Tournedos	Barguer 1/2	Vignerole	Talvone	Dogger
Température	8.5	8.2	5.2/5.2	7.8	-	7.5
Dureté carbonatée KH (° français)	23.2	24.4	21.3/13.5	16.8	16.3-19	27.7
Sulfates (mg/l)	7	8	13/11	8	6-9	25
Nitrates (mg/l)	6	7	4/4	5	1-3	11
Chlorures (mg/l)	5.6	5	0.6/3.6	1.7	1.2-1.5	39.1
Oxydabilité (mg/l KMnO <sub>4</sub> )	2.3	2.4	3.0/2.9	1.7	6.6-8.9	1.6

### 9.2.7 Conclusion

La vallée de la Suze entre Frinwillier et Sonceboz ne possède un aquifère exploitable qu'en amont de Péry, développé essentiellement à la hauteur du village de la Heutte et se réduisant très probablement en amont des captages existants. Entre Péry et Frinwillier, l'eau souterraine contenue dans les terrains meubles n'est pas exploitable, à cause des perméabilités beaucoup trop faibles de ces terrains.

Schématiquement, l'aquifère s'alimente en amont de la Heutte et se décharge dans la Suze au SSW de Péry. D'après les débits exploitables dans les puits, le débit de transit des eaux souterraines est inférieur à 1'000 l/min au puits de Péry et supérieur à 3'000 l/min à la Heutte. En admettant une largeur de 300 m, un gradient de 6 % et une perméabilité de  $2 \cdot 10^{-3}$  m/s, l'aquifère transporterait 216 l/min par mètre d'épaisseur.

On peut donc penser que l'épaisseur de l'aquifère est en moyenne supérieure à 15 m à la Heutte, inférieure à 5 m au puits de Péry, se réduisant encore en direction de Péry. L'épaisseur aquifère se réduit probablement également en amont du puits de Plagne.

En termes de bilan, l'aquifère devrait se charger d'au moins 1'000 l/min (plutôt 2'000) en amont de la Heutte, par les flancs de l'Envers et les cônes de la Golatte et de Nidau, et il devrait se décharger d'au moins 2'000 l/min en direction de Péry, essentiellement dans la Suze.

## 10. RECAPITULATION

Au cours des années 1975 - 1979, l'OEHE a relevé des données hydrologiques très abondantes dans le Vallon de St-Imier. Ces données ont été mises en valeur par l'ordinateur du bureau Jäckli SA, Zurich.

Des chiffres d'écoulement ont été enregistrés à cinq stations limnigraphiques situées le long de la Suze. Ils ont permis de calculer l'écoulement régional des divers bassins versants partiels et de l'ensemble du bassin versant du Vallon de St-Imier. L'étude des bassins topographiques montre que l'écoulement régional spécifique des deux bassins partiels supérieurs jusqu'à la station Suze Villeret est nettement déficitaire - les chiffres se situent au-dessous de  $16 \text{ l/sec km}^2$  - et qu'il est compensé seulement par l'apport des deux abondantes sources karstiques de La Dou et de La Raisetette. En aval de ces deux sources, l'écoulement régional spécifique est supérieur à la moyenne, les valeurs enregistrées varient entre 30 et  $40 \text{ l/sec km}^2$ . On en déduit que le bassin versant effectif du Vallon de St-Imier doit être plus grand que son bassin topographique.

La différence entre les précipitations régionales et l'écoulement régional donne une valeur théorique de l'évaporation régionale oscillant entre 440 et 530 mm selon l'année. Ces chiffres peuvent très bien être comparés avec les valeurs d'évaporation calculables pour le Vallon de St-Imier d'après la littérature sur cette région.

Le cadre géologique de cette région est formé par les anticlinaux de la Montagne du Droit et du Montoz au nord et par l'anticlinorium de la chaîne du Chasseral au sud, entre lesquels le Vallon de St-Imier représente une vallée synclinale. Les versants sont constitués pour l'essentiel de calcaires du jurassique moyen et supérieur, couverts dans le fond de la vallée par une puissante succession de molasse et une moraine.

Le Vallon de St-Imier héberge une très abondante nappe karstique dans les calcaires jurassiques du noyau synclinal, nappe captive sous les couches de molasse et la moraine. Les sources de La Dou et de La Raisetette doivent être interprétées comme des sources de débordement desquelles peut jaillir l'eau karstique s'écoulant dans le noyau synclinal à caractère de bassin. Le bassin versant de ces deux sources se situe dans le bassin du Vallon de St-Imier lui-même, qui, pour des raisons hydrogéologiques, doit englober un territoire plus étendu que le bassin versant topographique. En outre, il comprend, dans le sud-ouest, certains terrains près de La Joux de Plâne, la partie la plus orientale de la vallée de La Sagne, probablement aussi la partie la plus orientale de la vallée de La Chaux-de-Fonds et une partie des Franches-Montagnes près de La Cibourg. Au nord de la Montagne du Droit il y a, semble-t-il, aussi une étroite bande de terrain dont les eaux sont drainées dans le Vallon de St-Imier et qui doit être ajoutée au bassin versant hydrogéologique du Vallon de St-Imier.

En ce qui concerne les aquifères en terrains meubles, il existe trois zones présentant un intérêt: Villeret, Courtelary-Cortébert et La Heutte-Péry.

La nappe alluviale de Villeret est exploitée par le puits de cette commune.

La nappe de Courtelary a fait l'objet d'une étude un peu plus approfondie: il a été constaté que cette nappe peut être exploitée, ou même surexploitée par les puits existants. Il n'y a là donc plus de réserve; par contre, cet aquifère peut être protégé de façon très aisée, vu qu'il est recouvert par plusieurs mètres de sables argileux et par une nappe phréatique.

Dans la section de Sonceboz à Frinvillier, il n'existe de gisement alluvial d'eau souterraine utilisable qu'entre Péry et La Heutte. L'aquifère se développe en amont de la Heutte. A la hauteur de ce village se trouvent des captages importants (La Heutte et Plagne-Vauffelin). En aval vient le puits de Péry. L'épaisseur de l'aquifère est d'au moins 15 m à La Heutte, inférieure à 5 m à Péry. Quelque 3'000 l/min doivent transiter dans la nappe à La Heutte. En aval de Péry, les terrains meubles remplissant le fond de la vallée sont très peu perméables, ce qui fait que l'eau qu'ils contiennent n'est pas exploitable.

## 11. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### 11.1 Publications

- BINGGELI, V. (1974): Hydrologische Studien im zentralen schweizerischen Alpenvorland, insbesondere im Gebiet der Langete. Beitr. zur Geologie der Schweiz - Hydrologie, 22.
- BOUSSINESQ, J. (1877): Essay sur la théorie des eaux courantes; Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sc. de l'Inst. Nat. de France, 23,1.
- ELLENBERGER, W. (1976): Hydrologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Simme oberhalb Zweisimmen. Diss. Univ. Bern.
- ELLENBERGER, W. (1976): Bestimmung des Einzugsgebietes von Karstquellen auf Grund hydrometrischer Messungen am Beispiel einer Quellgruppe bei Blankenburg im Simmental, Berner Oberland. Unpubl. Manuskript des Verfassers, Interlaken 1976.
- EPPLE, P. (1947): Geologische Beschreibung der Umgebung von Sonceboz im Berner Jura, Mitt. natf. Ges. Bern, NF 4.
- FORKERT, E. (1933): Geologische Beschreibung des Kartengebietes Tramelan im Berner Jura, Diss. Basel.
- HOEHN, E. (1979): Hydrogeologische Untersuchungen im Gebiet westlich von Frick (Aargauer Tafeljura). Beitr. zur Geologie der Schweiz-Hydrologie, 26.
- JENNY, W. (1924): Geologische Untersuchungen im Gebiet des Chasseral, Diss. Zürich.
- KESSLER, H. (1972): Zur Frage des Versickerungsanteiles in Karstgebieten. Wasserwirtschaft 62 (1972) 5, p 147 - 149.
- KOEHL, A. (1971): Die Landesverdunstung im schweizerischen Rheingebiet. Jber. natf. Ges. Graubünden, NF 94, 1969/70 u. 1970/71, p 193.
- LUESCHER, P. (1975): Beiträge zur Hydrographie, Hydrometeorologie und Hydrologie des Dünnerntales (Solothurner Jura). Diss. Univ. Bern.
- LUETHI, E. (1954): Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Tessenberg und St. Immortal (Berner Jura). Diss. ETH Zürich.
- MATHEY, B. (1973): Etude hydrogéologique dans la combe du Valanvron
- MUELLER, I. & ZOETL, J.G. (1980): Karsthydrologische Untersuchungen mit natürlichen Tracern im Neuenburger Jura. Steir. Beitr. z. Hydrogeologie 32, p 5 - 100.

- OESCHGER, H., SCHOTTERER, U., SIEGENTHALER, U. (1977): Mesures de tritium et d'oxygène - 18 dans des sources jurassiennes 1973-1976.
- RICHTER, W. & LILLICH, W. (1975): Abriss der Hydrogeologie. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- ROLLIER, L. (1898): 2e supplément à la description géologique de la partie jurassique de la feuille VII Beitr. geol. Karte der Schweiz.
- ROTHPLETZ, W. (1933): Geologische Beschreibung der Umgebung von Tavannes im Berner Jura, Verh. Natf. Ges. Basel, Bd XLIII
- SCHINDLER, W./OEHE (1977): Données pour l'aménagement en eau potable du canton de Berne, Hydrogéologie de la Vallée de Tavannes. OEHE, Bern 1977.
- SCHUERER, W. (1928): Geologische Aufnahmen des Jura- und Molassegebietes zwischen Dotzigen und Tavannes, Diss. Zürich.
- SUTER, H. (1920): Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Les Convers - Vue des Alpes, Diss. Zürich.
- SUTER, H. (1936): Geologische Beschreibung der Kartengebiete Les Bois und St-Imier im Berner Jura. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, NF 72.
- THALMANN, H.K. (1966): Zur Stratigraphie des oberen Malm im südlichen Berner und Solothurner Jura, Diss. Bern.
- TRIPET, J-P. (1973): Etude hydrogéologique du bassin de la source de l'Areuse (Jura Neuchâtelois). Mat. pour la géologie de la Suisse-Hydrologie, 21.
- VOGEL, H. (1934): Geologie des Graitery und des Grenchenbergs im Juragebirge. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, NF 26.2.
- WEBER, O. (1974): Beiträge zur Hydrologie des oberen Emmentales. Diss. Univ. Bern.
- ZIEGLER, P.A. (1956): Geologische Beschreibung des Blattes Courtelary und zur Stratigraphie des Sequans im Berner Jura, Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, NF, 102. Liefg.

## 11.2 Rapports, expertises

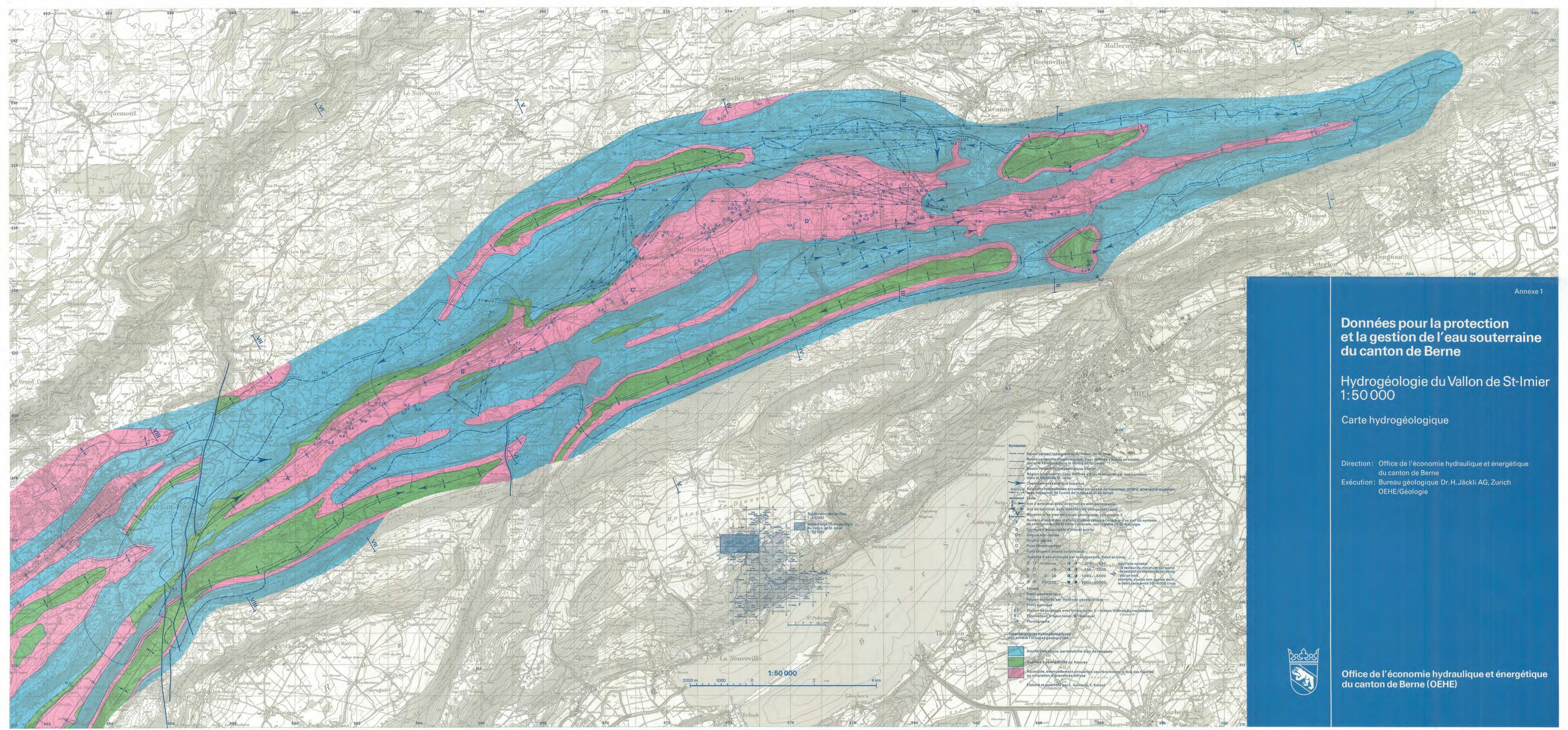
- Colombi Schmutz Dorthe AG, 1971: Etude hydrogéologique de la "Combe" (entre Péry et l'Unterer Bürenberg)
- Colombi Schmutz Dorthe AG, 1972: Etude géologique et hydrogéologique de l'emplacement à Villeret pour la station d'épuration

- Colombi Schmutz Dorte SA, 1973: Etude géophysique du vallon de la Heutte pour la commune de Péry
- Colombi Schmutz Dorte SA, 1975: Rapport préliminaire sur les conditions géotechniques pour le Syndicat pour l'épuration des eaux usées du Bas Vallon de St-Imier (STEP), "usine électrique"
- Colombi Schmutz Dorte SA, 1978: Rapport géotechnique pour le Syndicat pour l'épuration des eaux usées du Bas Vallon de St-Imier, "Station d'épuration collective (STEP) "Sous les Roches"
- Colombi Schmutz Dorte SA, 6.8.1973 et 13.8.1973: Etudes géotechniques pour un collecteur intercommunal Renan - Villeret
- Comment, J. 1948: Puits filtrant avec essai de pompage pour la commune de la Heutte
- Haefeli, Ch. 1977: Recherches hydrogéologiques dans le Vallon de St-Imier (Cortébert-Courtelary) - Mise en valeur des résultats de la campagne-Electro-Watt, Ingenieurunternehmung AG
- Hauber, L. 1964: Rapport géologique concernant les sources au Moulin du Torrent, à l'ouest de Cormoret (Vallée de St-Imier)
- Institut Géotechnique SA, 1970: Etude géophysique du vallon de la Heutte pour OEHE Berne et le syndicat pour l'alimentation en eau potable des fermes de la chaîne du Chasseral
- Kellerhals, P. 1972: Rapport géologique général La Heutte - Sonceboz
- Kellerhals, P., Tröhler, B. et Colombi Schmutz Dorte SA, 1975: Rapport géologique pour le service cantonal des ponts et chaussées, "T 6 Taubenlochstrasse, Anschlussbauwerk Péry - La Heutte km 13.7 - 14.2"
- Kellerhals, P., Tröhler, B., 1977: Geol. Bericht an kant. Tiefbauamt Kreis III "T 6-Anschluss Frinvillier Ost"
- Kellerhals, P., Tröhler, B., 1977: Baugeol. Bericht an kant. Tiefbauamt Kreis III "T 6 Brücke über SBB + Schüss, Reuchenette"
- Kellerhals, P., Tröhler, B., 1978: Ergänzungsgutachten zum Bericht an kant. Tiefbauamt Kreis III T 6
- Kellerhals, P., Haefeli, Ch., 1980: "Etude géologique sur le tracé de la T 6 entre la Heutte et Tavannes" pour le Service cantonal des ponts et chaussées
- Kellerhals, P., Haefeli, Ch., 1980: "Etude géologique provisoire de trois variantes de la route T 6 entre la Heutte et Tavannes" pour le Service cantonal des ponts et chaussées

- Kellerhals, P., Tröhler, B., 1978: "Rapport hydrogéologique sur l'établissement des zones de protection S pour les captages d'eau potable de la commune de Péry" pour la commune de Péry
- Kellerhals, P., Haefeli, Ch., 1981: "Recherche hydrogéologique pour l'établissement des zones de protection des eaux" pour les communes de Sonceboz, Tavannes et Reconvilier
- Kellerhals, P., 1981: Rapport sur l'essay de coloration à partir de la Tourbière, situé à l'est de la Chaux-de-Breuleux. Manuscript inédit, Berne 1981.
- Kellerhals, P., 1981: Geologische Probleme in der Region Biel am Beispiel der N 5 und T 6. Strasse und Verkehr No. 5, Mai 1981
- Kellerhals, P., 1967: Geologische Karte 1:5'000, Strasse T 6, Abschnitt Bözingen - Rondchâtel und Rondchâtel - La Heutte. Bericht Nr. 67 - 50, Beil. 3 und 4
- Kellerhals, P., 1967: Geologische Karte 1:1'000, Strasse T 6, Abschnitt km 9.8 - 10.8 und 10.7 - 11.7. Bericht Nr. 67 - 51, Beil. 1 und 2.
- Kellerhals, P., 1972: Geologische Karte 1:5'000, Strasse T 6, La Heutte - Sonceboz. Bericht vom 8.2.1972
- Kellerhals, P., 1973: Geologische Karte 1:1'000, T 6 Taubenlochstrasse, Abschnitt km 9.9 - 10.7 (Tunnel 5) und 10.9. - 11.3 (Tunnel 6). - Bericht Nr. 83: 1 vom 23.1.1973, ergänzt 11.4.1975, Beilage 1 und 4
- Kellerhals, P., Haefeli, Ch., 1983: Hydrogéologie de la vallée de la Suze entre Frinvillier et Sonceboz
- Marti, F. 1976: Markierversuch in Cortébert, (Kantonales Laboratorium)
- Schär, U., 1974: "Erweiterung Tanklage CW Vigier la Reuchenette" pour Cementwerke Vigier SA la Reuchenette
- Schindler, B., 1979: "Essai de pompage dans le puits de la Heutte" pour la commune de Péry
- Schindler, B., 1981: "Etude hydrogéologique de mise sous protection du puits de la Heutte" pour la commune de Péry
- Schneider, A., 1977: Vallon de St-Imier, seismische Untersuchung. Unpubl. Rapport 1977
- Thalman, H. 1975: Hydrogeologische Untersuchungen im St.Immortal - Programm zur Durchführung von Pumpversuchen in den bestehenden Grundwasserfassungen und in den Versuchsbrunnen 4 1/2"
- della Valle, G., 1975: Essai de coloration dans la Suze en aval de Sonceboz, (OEHE)

### 11.3 Cartes géologiques

- Atlas géologique de la Suisse, 1:25'000, 1144 Val de Ruz, 1968
- Colombi Schmutz Dorte SA: Carte géologique du remplissage de la vallée entre Péry et l'Unterer Bürenberg, 1:10'000
- Epple, P., 1947: Carte géologique de Sonceboz, 1:25'000
- Haefeli, Ch., 1966: Geologische Karte der Seekette zwischen Biel und Twann 1:25'000. In: Die Jura/Kreidegrenzschichten im Bielerseegebiet (Ct. Berne). - Eclogae geol. Helv. 59/2:565
- Rollier, L., 1998: Carte géologique des environs de St-Imier, 1:25'000
- Schürer, W., 1928: Geologische Aufnahmen des Jura und Molassegebietes zwischen Tavannes und Dotzigen, 1:25'000
- Suter, H., 1946: Atlas géologique de la Suisse, 1:25'000, 115 Les Bois
- Thalmann, H.K., 1966: Geologische Karte des südlichen Berner Jura zwischen Biel und Grenchen, 1:25'000
- Ziegler, P.A.,: Geologische Karte des Blattes Courtelary, 1:25'000



Annexe 1

# Données pour la protection et la gestion de l'eau souterraine du canton de Berne

## Hydrogéologie du Vallon de St-Imier 1:50 000

Carte hydrogéologique

Direction : Office de l'économie hydraulique et énergétique du canton de Berne  
 Exécution : Bureau géologique Dr. H. Jäckli AG, Zurich  
 OEHE/Géologie

**Symboles**

- Basin versant topographique Vallon de St-Imier
- Bassin versant hydrogéologique (eau diffuse) locale
- Bassin versant hydrogéologique (eau diffuse) régionale
- Région d'observation (eau infiltrée) écopne par voie karstique
- Changement de régime souterrain
- Tranchée hydrogéologique (provenance des données de sondage, chiffre: vitesse de coulement avec indication de l'unité de longueur et de temps)
- Axe d'anticlinal avec direction de plongement axiale
- Axe de synclinal avec direction de plongement axiale
- Situation d'un plan de coupe géologique, voir annexe 2
- Numero d'ordre des stations de sondage (voir annexe 1) d'un système de sondages de la carte nationale, voir registre DEHE Géologie
- Courbes d'isoportance de la carte nationale
- Sources captées
- Sources captées
- Puits filtrants verticaux
- Puits filtrants artésiens non sondés, sondés
- Quantité d'eau octroyée par le concessionnaire, débit en l/mn
- Q < 10 m<sup>3</sup> / mn
- Q < 5 - 25
- Q < 20 - 100
- Fosses
- Profil géocentrique
- Profil géocentrique par méthode géocentrique
- Profil classique
- Station de jaugeage avec limnigraphe, E - Station fédérale de mensuration
- Télémètre, D - journalier, M - mensuel
- Pluviographe

**Capacité d'infiltration hydrogéologique**  
 voir annexe 1 (Coupes géologiques)

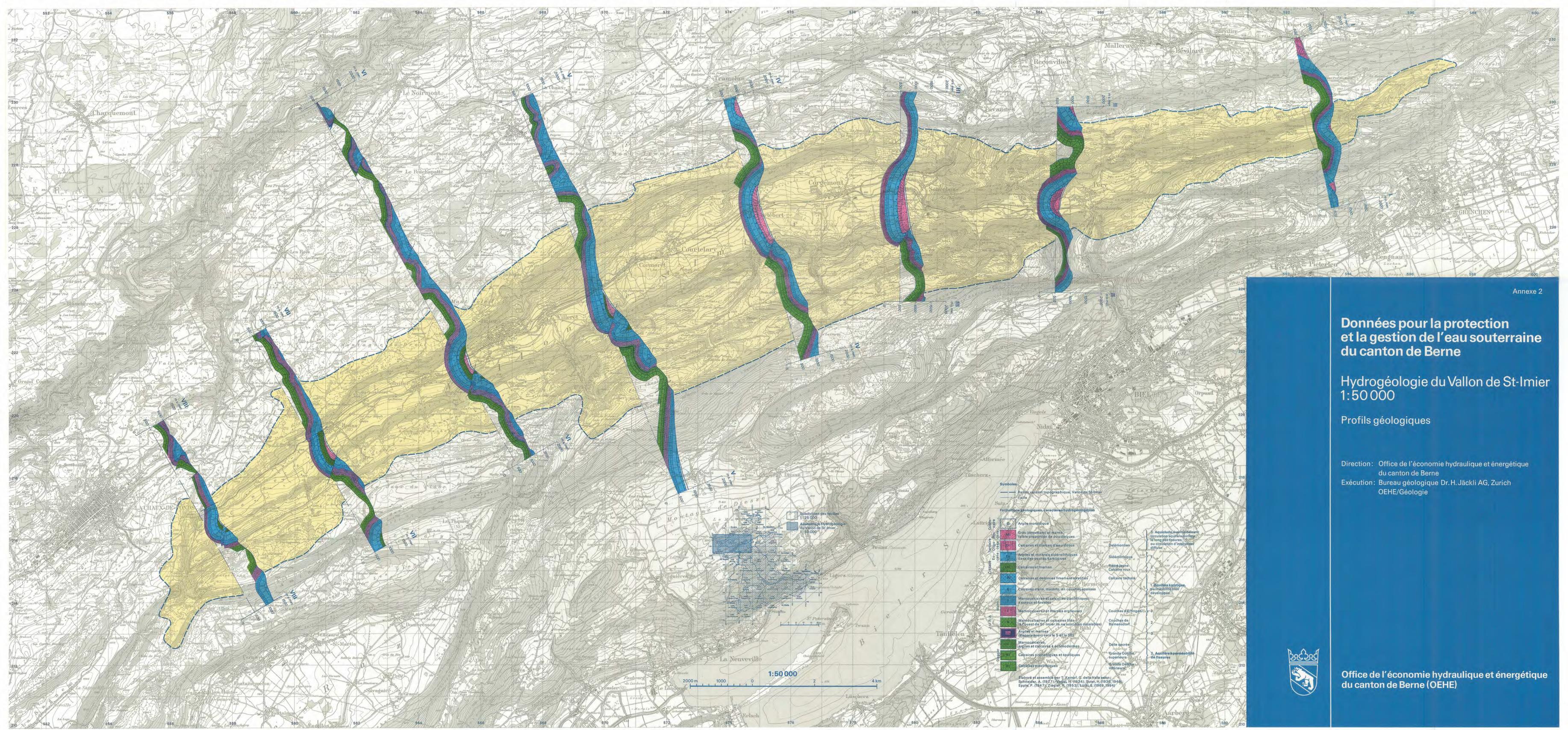
- Aquifère karstique, perméabilité bien développée
- Aquifère à perméabilité de fissures
- Aquifère à perméabilité de fractures
- Aquifère, éventuellement circulaire aquifère limité le long des fissures, ou circulation d'interstices diffuse
- Fosses

Elaboré et assemblé par: Guinand, Kempf

1:50 000



Office de l'économie hydraulique et énergétique du canton de Berne (OEHE)



# Données pour la protection et la gestion de l'eau souterraine du canton de Berne

Hydrogéologie du Vallon de St-Imier  
1:50 000

Profils géologiques

Direction: Office de l'économie hydraulique et énergétique du canton de Berne  
Exécution: Bureau géologique Dr. H. Jäckli AG, Zurich  
OEHE/Géologie

**Formations géologiques caractéristiques hydrogéologiques**

	Grès (conglomère) et marne, faible proportion de poudingues	1. Aquifère de remplissage, circulation souterraine en la long plan fissures, ou circulation d'infiltration diffuse
	Calcaires et marnes d'eau douce	2. Aquifère karstique, perméabilité bien développée
	Argiles et minéraux silicatés dans des zones karstiques	3. Couches d'Étingel, 3
	Calcaires et marnes	4. Couches de Bymersdorf, 2
	Calcaires et dolomites finement cristallins	5. Dalle dactée
	Calcaires et marne, en caoules épaisses	6. Grands Ombres supérieurs
	Marne calcaire et calcaires pisolitiques, # coraux et fossiles	7. Grands Ombres inférieurs
	Marnocalcaire et marne argileuses	8. Calcaires pisolitiques et apolitiques
	Marnocalcaire et calcaires massifs, à l'ouest de St-Imier ils ne sont plus décalés	9. Calcaires pisolitiques
	Argiles et marne (typiquement vers le S et le SE)	
	Marnocalcaire, argiles et calcaires à schistodermes	
	Calcaires pisolitiques et apolitiques	
	Calcaires pisolitiques	

Elabore et assemble par T. Kempf, G. della Valle selon: Schindler, A. (1927) "Hydrog. u. 1923-1924"; Eppler, P. (1947); Ziegler, R. (1953); Lathlé, (1969, 1964)

1:50 000



Office de l'économie hydraulique et énergétique du canton de Berne (OEHE)