

Association des Communes  
des Marais de Sacy-le-Grand

## Etude des Marais de Sacy-le-Grand

Fonctionnement hydraulique  
et hydrogéologique

**STUCKY**

Immeuble Alliance  
226, rue Georges Besse  
30000 Nîmes  
Tél. : 04 66 04 05 70  
Fax : 04 66 04 05 69

**ARMINES-CIG**

35, rue Saint-Honoré  
77305 Fontainebleau  
Tél. : 01 64 69 47 00  
Fax : 01 64 69 47 03

Mai 2000

## Avant-propos

Proches de la vallée de l'Oise les marais de Sacy Le Grand sont situés à l'intérieur d'un triangle formé par les agglomérations de Clermont, Compiègne et Creil. Ils constituent une vaste zone humide et tourbeuse (superficie voisine de 1000 ha) d'un grand intérêt écologique et patrimonial, en raison, de leur diversité faunistique et floristique, et des activités de chasse associées.

La cuvette où se développent les marais est alimentée principalement par les émergences artésiennes de la nappe de la craie sur sa bordure nord et par son impluvium direct. Les marais sont drainés en leur centre par la Frette canalisée qui rejoint l'Oise au lieu dit Saint Antoine.

Les évolutions observées au cours des dernières années :

- assèchements réguliers ou remplissage insuffisant de certaines mares,
- développement de la végétation ligneuse,
- absence de concertation dans la gestion des eaux et des milieux,

ont incité les communes riveraines, le groupement d'étude et de programmation du centre Oise et le syndicat d'études et de programmation Oise vallée verte à mener une réflexion pour évaluer la situation actuelle et ses évolutions possibles, et pour définir un programme d'actions à mettre en œuvre en vue de préserver les marais.

L'étude globale a été confiée au groupement STUCKY Ingénieurs Conseils / ARMINES Centre d'Informatique Géologique. Aux moyens propres de ces bureaux d'études ont été associées les compétences de MOSAÏQUE Environnement pour traiter les aspects écologiques, et de SPOT France pour les travaux topographiques.

Le dossier d'étude est structuré selon les pièces principales suivantes :

1. Le fonctionnement hydraulique et hydrogéologique,
2. Les milieux naturels,
3. Les usages associés aux marais

*Ces documents sont relatifs à la description et à la compréhension de la situation actuelle,*

4. Le programme d'interventions pour la gestion et la valorisation des marais de Sacy Le Grand,

*Qui propose des actions cohérentes à mettre en œuvre en fonction d'objectifs de gestion et d'évolution,*

5. La cartographie,
6. La note de synthèse.

Le présent document ; « **Fonctionnement hydraulique et hydrogéologique** », décrit les caractéristiques physiques et hydrauliques du marais et définit son fonctionnement hydraulique.

## Carte X

Les illustrations mentionnées dans le texte et repérées par leur numéro encadré dans la marge, sont présentées dans le dossier "Cartographie".

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Description du système hydraulique</b>	<b>1</b>
	Reconnaitances de terrain.....	1
1.2	Situation actuelle.....	1
	Evolution récente du réseau hydraulique depuis 1938 .....	3
1.3.1	Evolution générale des marais de Sacy Le Grand .....	3
1.3.2	Evolution détaillée par secteur.....	5
<b>2</b>	<b>Contexte hydrologique</b>	<b>9</b>
2.1	Paramètres généraux .....	9
2.1.1	Caractéristiques physiques du bassin versant.....	9
2.1.2	Contexte climatique du département de l'Oise.....	12
2.1.3	Réseau pluviométrique et hydrométrie.....	13
2.2	Analyse des précipitations .....	15
2.2.1	Précipitations annuelles .....	15
2.2.2	Précipitations mensuelles.....	16
2.2.3	Pluies maximales journalières .....	18
2.2.4	Précipitations de courtes durées.....	19
2.3	Les apports du ruissellement.....	20
2.3.1	Apports moyens de l'Aronde et de la Brèche.....	20
2.3.2	Evaluation des débits de crue.....	23
2.3.3	Transport solide.....	25
2.4	Evolution des paramètres climatiques .....	25
2.4.1	Evolution historique des pluies.....	25
2.4.2	Evolution historique des débits des rivières voisines.....	27
<b>3</b>	<b>Suivi des niveaux d'eau dans les marais de Sacy-Le-Grand</b>	<b>33</b>
3.1	Mesures limnimétriques .....	33
3.2	Variation des niveaux d'eau.....	35
3.2.1	Le Nord des Marais :Le fossé de ceinture Verbeke, les étangs de Sacy (Vanhamme , Prudhomme, pêche) le Canal Maure et le Métro (Figure 3-2).....	35
3.2.2	Le centre des marais : La Frette et les étangs du centre (Hutte des Sources et Vieux Château) (Figure 3-3) .....	35
3.2.3	Les plans d'eau du Sud-Ouest et de l'Ouest de la Frette : Rosoy, Cinqueux et Labruyère, Colaço (Figure 3-4) .....	38
3.2.4	Les étangs du Sud-Est de la Frette : Monceaux, Les Ageux (Figure 3-5) .....	38
3.2.5	Conclusions.....	38

<b>4</b>	<b>Fonctionnement hydrogéologique des marais</b>	<b>42</b>
4.1	Présentation de l'étude hydrogéologique .....	42
4.2	Cadre géologique et hydrogéologique .....	43
4.2.1	Cadre physique.....	43
4.2.2	Litho-stratigraphie.....	43
4.2.3	Structure .....	43
4.2.4	Hydrogéologie.....	44
4.3	Les données régionales disponibles .....	46
4.3.1	Les précipitations .....	47
4.3.2	L'évapotranspiration potentielle .....	50
4.3.3	La piézométrie.....	51
4.3.4	Le débit des cours d'eau .....	52
4.3.5	L'écoulement à l'exutoire .....	53
4.3.6	L'exploitation des eaux .....	55
4.3.7	Conclusion.....	56
4.4	Modélisation régionale.....	56
4.4.1	Géométrie du domaine modélisé .....	57
4.4.2	Conditions aux limites .....	59
4.4.3	Le calage du modèle .....	59
4.4.4	Résultats du calage.....	59
4.4.5	Acquis de la modélisation.....	63
4.5	Les observations locales.....	63
4.5.1	La chimie des eaux.....	64
4.5.2	Caractérisation du niveau des marais .....	71
4.5.3	Conclusion.....	79
4.6	Sensibilité hydraulique des marais .....	79
4.6.1	Les marais situés au sud de la Frette.....	79
4.6.2	Les marais du nord de la Frette.....	81
4.7	Conclusions et recommandations .....	83
<b>Annexes</b>		



## Liste des tableaux

Tableau 1-1 : Evolution approximative des surfaces de plan d'eau .....	4
Tableau 1-2 : Evolution des marais dans le secteur de Rozoy .....	6
Tableau 1-3 : Evolution des marais dans le secteur de Labruyère de Colaço et de Baetem (rive gauche de la Frette) .....	6
Tableau 1-4 : Evolution des marais dans le secteur de Cinqueux, Baetem Sud et Colaço Sud (rive droite de la Frette).....	7
Tableau 1-5 : Evolution des marais dans le secteur de Verbeke Ouest et centre, et de Monceaux Ouest.....	7
Tableau 1-6 : Evolution des marais dans le secteur Est de Verbeke (Œil pleureur et mare des 7 hectares).....	8
Tableau 1-7 : Evolution des marais dans le secteur de Ladrancourt, du canal Maure, de la fontaine froide.....	8
Tableau 1-8 : Evolution des marais dans le secteur Sud-Est de la Frette (Monceaux, Les Ageux, propriété Stern) .....	9
Tableau 2-1 : Principaux paramètres physiques du bassin versant et des sous-bassins topographique des marais.....	11
Tableau 2-2 : Données climatiques générales à Beauvais-Tille - Moyennes de 1945 à 1997 .....	13
Tableau 2-3 : Postes pluviométriques représentatifs .....	14
Tableau 2-4 : Stations hydrométriques des cours d'eau voisins .....	14
Tableau 2-5: Précipitations moyennes annuelles de 1950 à 1997.....	17
Tableau 2-6 : Estimation des pluies des années hydrologiques humides et sèches.....	17
Tableau 2-7 : Estimations des périodes de retour des événements extrêmes mesurés (année hydrologique) .....	18
Tableau 2-8 : Précipitations mensuelles interannuelles autour des marais de Sacy (moyenne de 1950 à 1997).....	18
Tableau 2-9 : Précipitations maximales journalières.....	20
Tableau 2-10 : Gradex des pluies maximales sur 24 h .....	20
Tableau 2-11 : Quantiles des précipitations sur 24 heures des postes du marais de Sacy .....	20
Tableau 2-12 : Beauvais- 1969/1993 Pluviométrie sur 30 mn, 1 h, 2 h, 3 h.....	21

Tableau 2-13 : Débits et lames écoulées moyens mensuels des cours d'eau jaugés voisins .....	22
Tableau 2-14 : Débits annuels de période de retour caractéristique sur les cours d'eau jaugés voisins .....	25
Tableau 2-15 : Coefficient de détermination entre les débits et les pluies.....	25
Tableau 2-16 : Débits de pointe des sous-bassins versants des marais de Sacy .....	27
Tableau 2-17 : Apports aux marais de Sacy par les crues courantes.....	28
Tableau 2-18 : Test sur la stabilité de la moyenne des pluies .....	30
Tableau 2-19 : Test sur la stabilité de la moyenne des débits .....	32
Tableau 4-1 : Historique des précipitations annuelles à Laneuvilleroy et à Chevrières (1970-1998) .....	52
Tableau 4-2 : Evapotranspiration annuelle à Beauvais-Tille – Météo France .....	55
Tableau 4-3 : Moyenne des ETP mensuelles en mm (1980-1998).....	55
Tableau 4-4 : Caractéristiques principales des stations de jaugeages .....	57
Tableau 4-5 : Résultats des jaugeages réalisés sur la Frette et le Canal de Maure à St-Martin-Longueau entre juillet 1998 et juillet 1999 .....	59
Tableau 4-6 : Historique de l'exploitation de la nappe de la craie (débits en l/s).....	60
Tableau 4-7 : Superficie des bassins versants modélisés.....	63
Tableau 4-8 : Comparaison des écoulements calculés et mesurés 1990-1998.....	65
Tableau 4-9 : Evolution de la température des eaux (degrés Celsius) .....	69
Tableau 4-10 : Nom et situation des points de prélèvements (18-19 janvier 1999 .....	72
Tableau 4-11 : Précipitations et ETP mensuelles (juin-décembre 1998) .....	76
Tableau 4-12 : Augmentation des pompages par rapport à l'historique 1990- 1998 .....	86

## Liste des figures

Figure 2-1 : Bassin et sous-bassins topographiques des marais de Sacy .....	12
Figure 2-2 : Réseaux pluviométrique et hydrométrique des marais de Sacy .....	16
Figure 2-3 : Précipitations mensuelles interannuelles autour des marais de Sacy .....	19
Figure 2-4 : Répartition moyenne mensuelle des débits et des lames ruisselées de l'Aronde et de la Brèche .....	24
Figure 2-5 : Comparaison des chroniques de précipitations aux valeurs des années humides et sèches de période de retour 5, 10, 20 ans.....	33
Figure 2-6 : Evolution de la moyenne mobile des précipitations et des débits .....	35
Figure 2-7 : Comparaison des chroniques de lames ruisselées aux valeurs des années humides et sèches de période de retour 5, 10, 20 ans.....	36
Figure 3-1 : Suivi des niveaux d'eau sur l'ensemble du marais .....	39
Figure 3-2 : Suivi des niveaux d'eau : Le Nord des marais.....	41
Figure 3-3 : Suivi des niveaux d'eau : Le centre des marais .....	42
Figure 3-4 : Suivi des niveaux : Plans d'eau Sud-Ouest et Ouest de la Frette .....	45
Figure 3-5 : Suivi des niveaux d'eau : Etangs du Sud-Est de la Frette .....	46
Figure 4-1: Contexte hydrogéologique des marais de la région de Sacy .....	49
Figure 4-2: Contexte géologique des marais de la région de Sacy.....	50
Figure 4-3 : Situation géographique des points de mesures .....	51
Figure 4-4: Pluviométrie annuelle de la période 1970-1998 .....	53
Figure 4-5 : Evolution climatique du secteur (pluie cumulée sur 5 et 6 ans).....	54
Figure 4-6 : ETP et déficit en eau (ETP-P) cumulés des mois de mai à août (période 1970-1997).....	56
Figure 4-7 : Evolution piézométrique à Blincourt, Estrées et Sacy. Données ABSN .....	57
Figure 4-8 : Débit de l'Aronde à Clairoux (1969-1998). Données DIREN.....	58
Figure 4-9 : Evolution des débits écoulés à l'exutoire des marais (juillet 1998-juillet 1999) .....	59
Figure 4-10 : Historique des pompages au cours de la période 1990-1997 .....	60
Figure 4-11 : Fonctions du Modèle Couplé .....	62
Figure 4-12 : Maillage de la nappe de la craie.....	63

Figure 4-13 : Conditions aux limites de la nappe de la craie .....	64
Figure 4-14 : Comparaison des débits calculés et observés – Aronde 1990-1998 .....	65
Figure 4-15 : Comparaison des niveaux calculés et observés à Sacy-le-Grand.....	66
Figure 4-16 : Carte piézométrique calculée pour le mois d'octobre 1998.....	67
Figure 4-17 : Evolution des apports d'eau souterraine au marais.....	68
Figure 4-18 : Température des eaux (18-19 janvier 1999).....	69
Figure 4-19 : Concentration des échantillons en nitrates .....	70
Figure 4-20 : Concentration des échantillons en sulfates .....	71
Figure 4-21 : Situation des prélèvements.....	73
Figure 4-22 : Concentration en nitrates .....	74
Figure 4-23 : Concentration en sulfates .....	75
Figure 4-24 : Pluviométrie journalière. Chevières (juin-décembre 1998).....	76
Figure 4-25 : Les plans d'eau de Monceaux et des Ageux .....	77
Figure 4-26 : Evolution des niveaux dans les marais de Rosoy et de Cinqueux.....	78
Figure 4-27 : Comparaison entre les niveaux du marais de Rosoy et un plan d'eau libre isolé fictif.....	79
Figure 4-28 : Evolution des plans d'eau de Prud'homme, Vanhamme, Pêche, Métro .....	80
Figure 4-29 : Comparaison entre les niveaux d'eau dans l'œil pleureur et un plan d'eau libre isolé fictif.....	80
Figure 4-30 : Altitude des plans d'eau en basses eaux (septembre 1998) .....	82
Figure 4-31 : Altitude des plans d'eau en hautes eaux (janvier 1999).....	83
Figure 4-32 : Comparaison des évolutions de la nappe de la craie (piézomètre de Sacy) .....	85
Figure 4-33 : Impact d'une augmentation des pompages à Labruyère .....	87
Figure 4-34 : Courbe du déficit du débit des sources (en l/s et en % du débit des sources) .....	88

## Liste des annexes

---

- Annexe 1 : Postes pluviométriques en proximité des marais de Sacy
- Annexe 2 : Précipitations mensuelles et annuelles aux postes de Breuil-le-Vert, Chevières, Creil, Laneuvilleroy
- Annexe 3 : Ajustement d'une loi de Gauss aux précipitations annuelles de Breuil-le-Vert, Chevières, Creil, Laneuvilleroy
- Annexe 4 : Ajustements d'une loi de Gumbel aux précipitations journalières
- Annexe 5 : Ajustements d'une loi de renouvellement aux précipitations de courtes durées
- Annexe 6 : Formule de calcul du temps de concentration et méthode empirique de transformation pluie-débit
- Annexe 7 : Synthèse des estimations des débits de crues
- Annexe 8 : Précipitations journalières de l'année de suivi
- Annexe 9 : Historique des pompages – Période 1990/1998
- Annexe 10 : Résultats des analyses chimiques



## Contenu du rapport

Le présent rapport relatif au fonctionnement hydraulique et hydrogéologique développe les thématiques suivantes :

- La description du système hydraulique actuel et de son évolution récente,
- La présentation du contexte hydrologique,
- La synthèse des résultats de la campagne de suivi des niveaux des marais,
- L'étude hydrogéologique globale des marais qui décrit les conditions d'alimentation, qui fournit une estimation quantitative des apports en eau et qui évalue les limites de bon fonctionnement du système hydraulique actuel.

## 1 Description du système hydraulique

### 1.1 Reconnaissances de terrain

Carte 4

Les observations de terrain, appuyées par l'analyse des photographies aériennes, ont permis de reconnaître l'ensemble du système hydraulique et des ouvrages :

- canaux et fossés,
- ouvrages de contrôle (vannes, batardeaux).

La cartographie de ces éléments est présentée sur la carte 4. Elle met en évidence les principales unités du marais, qui ont été classées selon :

- les relations avec la Frette,
- les relations avec le canal Maure,
- les relations avec la nappe de la craie.

### 1.2 Situation actuelle

Les marais de Sacy Le Grand occupent une dépression allongée de direction Ouest – Est située au contact de la craie campanienne surmontée d'argile à silex qui se prolonge de quelques degrés en direction du SSW sous des formations tertiaires peu perméables.

Le réseau hydrographique de surface présente une extension très faible et il se limite essentiellement au système hydraulique de La Frette, cours d'eau canalisé au XVIII<sup>ème</sup> siècle, qui se développe dans l'axe longitudinal de la cuvette et qui assure le drainage des marais. La pente générale de la Frette est très faible, et le contrôle hydraulique des écoulements est assuré par les chenaux à l'exutoire au niveau de Saint Martin Longueau.

Les principales caractéristiques de la Frette sont :

- En amont du CD75, long de 2 km, le lit est étroit (inférieur à 3 m de large), peu entretenu et en liaison directe avec certaines pièces d'eau proches. La capacité d'écoulement est faible en raison notamment de l'encombrement par la végétation,
- Du CD75 à Saint Martin Longueau, l'axe linéaire de la Frette, long de 4 km, est bien marqué. Le canal, dont la largeur moyenne n'excède pas 10 mètres, est assez bien entretenu uniquement sur les 2 km amont (traversée de la propriété Verbeke). Sur la moitié aval il n'y pas d'intervention d'entretien. Les vitesses d'écoulement sont faibles.
- Au niveau de Saint Martin Longueau, la pente de la Frette augmente avant de franchir la RN17. L'encombrement du lit par la végétation et les ouvrages de franchissement de faible section (route forestière vers Monceaux) assurent le contrôle hydraulique de l'écoulement, sur la majorité du linéaire amont dans le marais. Il n'est pas souhaitable de modifier la géométrie d'écoulement dans ce secteur compte tenu du risque de rabattement des niveaux de la Frette dans les marais. Ces singularités hydrauliques à l'amont de la RN17 ont permis la réalisation de jaugeages lors de l'étude, intégrant la totalité des débits issus des marais.
- Vers l'aval la Frette canalisée le long de la RN17 rejoint l'Oise à Pont Sainte Maxence au lieu dit Saint Antoine. Les ouvrages de franchissement routier sur ce tronçon à l'aval de la RN17 n'ont pas d'influence sur les niveaux d'eau dans les marais.

Dans le marais les axes d'écoulement secondaires sont :

- Le ruisseau de Ladrancourt prolongé par le canal Maure. Ce cours d'eau canalisé est alimenté par les émergences de la nappe de la craie à Ladrancourt. Le canal Maure reste parallèle à la Frette à la traversée des marais, jusqu'à Saint Martin Longueau. La confluence se produit à l'aval du franchissement de la RN17. Comme pour la Frette le contrôle hydraulique des écoulements se produit à la sortie des marais en amont de la RN17. En aval immédiat du franchissement, un ouvrage vanné permet la dérivation des eaux vers le domaine de Villette. Cet ouvrage n'a pas d'incidence sur le contrôle des niveaux du canal Maure dans les marais. Peu avant Saint Martin Longueau le canal Maure reçoit en rive gauche les eaux de la Fontaine Froide.
- Les rus naturels ou les fossés exutoires des sources artésiennes en bordure Nord des marais restent de faibles dimensions, et leur linéaire est généralement limité. Ces petits cours d'eau rejoignent les plans d'eau du marais.

Les autres éléments du système hydrographique sont :

- Les plans d'eau et les mares, naturels (généralement remodelés par l'homme) ou totalement artificiels qui s'étendent non seulement dans le marais, mais aussi en périphérie. Ces pièces d'eau ont une place majeure dans le paysage, dans la valeur écologique des marais, et pour les activités de chasse. L'analyse des photographies aériennes (§1.2) met en évidence l'importance des activités anthropiques pour le modelé des plans d'eau en fonction des usages :
  - Creusement puis extension des cressonnières au niveau des sources artésiennes,
  - Zones d'extraction de la tourbe, dont certaines, comme « le Métro » exploité industriellement au début du XXème siècle, présentent des plans d'eau étendus.
  - Les mares de chasse qui se multiplient et s'accroissent depuis une trentaine d'années.
- Les fossés artificiels :
  - Les fossés de drainage des terres agricoles ne sont presque plus perceptibles aujourd'hui. Tracés en arrêtes de poisson, il sont contemporains des grands travaux de drainage anciens. Ils sont mouillés lors des hautes eaux dans les marais.
  - Les fossés de délimitation des propriétés sont très présents. Creusés assez récemment (depuis moins de 30 ans) ils sont relativement profonds et toujours en eau.
  - Les fossés de liaison de la Frette avec les mares Sud (Rozoy, Monceaux) équipés d'ouvrages rustiques (planches batardeaux) en vue d'assurer une maîtrise très partielle des échanges (remplissage, rétention des eaux, drainage).

### 1.3 Evolution récente du réseau hydraulique depuis 1938

Cartes 5, 6 et 7

L'analyse des différentes photographies aériennes de l'IGN (campagnes de 1938, 1955, 1975, 1981, 1986, 1992 et 1997) permet une interprétation de l'évolution du réseau hydrographique, qui dépend principalement des usages et des travaux entrepris par les exploitants et les propriétaires du marais.

#### 1.3.1 Evolution générale des marais de Sacy Le Grand

##### 1.3.1.1 La Frette

L'axe de drainage central n'est pas modifié sur la période considérée. Les anciens fossés de drainage secondaires, en arrêtes de poisson, sont apparents sur les photographies, mais ils ne semblent guère utilisés, même en 1938. On peut penser que la faible efficacité de ce système pour assainir significativement les terres dans le marais a conduit à son abandon. Dans le secteur de Rozoy et de la Bruyère l'axe d'écoulement de faible dimension est très peu marqué aujourd'hui.

### 1.3.1.2 Le canal Maure

Alimenté par les sources de Ladrancourt et le ruisseau du même nom, il assure l'évacuation des émergences de la nappe de la craie du secteur de Ladrancourt. Le canal Maure ne se rejette pas directement à la Frette, mais il reste parallèle à celle-ci à la traversée du Marais avant de rejoindre le chenal de rejet à l'Oise au Sud de Saint Martin Longueau. Un ouvrage de vannage situé à l'aval du franchissement de la RN permet de détourner les eaux du canal Maure vers le domaine de Villette. On peut penser que cet ancien usage a conduit à isoler le canal Maure de La Frette dans sa traversée du marais, afin de bénéficier d'écoulements pérennes et d'eau de bonne qualité.

### 1.3.1.3 Le ru de la Fontaine Froide (affluent du canal Maure)

Ce ruisseau constitue l'exutoire des eaux de la Fontaine Froide. Il servait anciennement à l'assainissement des terres hautes entre Ladrancourt et Saint Martin Longueau. On note sur les photographies aériennes un abandon de la branche Ouest entre 1938 et 1955, puis la fermeture du canal en bordure de Saint Martin en raison de problèmes de salubrité (stagnation et collecte d'eaux usées du village) entre 1981 et 1986. A cette époque un canal de rejet direct a été creusé vers le canal Maure.

### 1.3.1.4 Les plans d'eau

L'extension des plans d'eau libre est particulièrement spectaculaire à l'analyse des photos aériennes. Exceptées les exploitations de tourbe du « Métro » creusées entre 1938 et 1955, tous les creusements de plans d'eau nouveau ou d'extension d'étangs ont été réalisés à des fins cynégétiques ou de loisir essentiellement après 1981.

La zone Sud de la Frette a été la plus modifiée :

- Agrandissement de l'étang du vieux château dans la propriété Verbeke,
- Creusement de la mare de la hutte 3 à Cinqueux,
- Creusement des étangs de Monceaux et des Ageux.

L'interprétation des photos aériennes permet d'approcher la surface des plans d'eau aux différentes époques. Plus que les valeurs absolues relativement incertaines, il est bon de constater les proportions d'accroissement.

Tableau 1-1 : Evolution approximative des surfaces de plan d'eau

	Surface des plans d'eau	accroissement des surfaces de plans d'eau		
	(ha)	(ha)	(%)	cumulé depuis 1938
initial en 1938	74			0%
de 1938 à 1955	81	7,6	10%	10%
de 1955 à 1986	104	22,3	27%	41%
de 1986 à 1997	120	16,3	16%	63%
	Total (ha)	46,2		

74 à 120 ha  
x plan d'eau  
⑦ 50 ha

### 1.3.2 Evolution détaillée par secteur

Les tableaux 1-2 à 1-8 récapitulent par secteur les principales modifications apparentes à la comparaison des photographies aériennes. Les cartes 5, 6 et 7 signalent les principaux points identifiés.

**Tableau 1-2 : Evolution des marais dans le secteur de Rozoy**

Année de prise de vue	Observations	Allure générale
1938	Zone de marais sans cultures	Physionomie générale de Marais
1955	Pas d'évolution majeure	
1975	Grand plan d'eau creusé dans propriété De Galéa. Suppression des flots	
1981	Atterrissements dans le triangle de Rozoy et dans la zone Est de « De Galéa » Agrandissement des petits plan d'eau périphériques au Sud	
1986	Creusement du canal Sud « De Galéa », nettoyage des canaux Est et recreusement en limite de Cinqueux Effets d'atterrissements toujours visibles, Agrandissement de la pièce d'eau à l'Ouest dans l'axe de la Frette	
1992	Canaux entretenus, et prolongation de certaines antennes, Atterrissements toujours visibles dans les secteurs précédemment mentionnés	
1997	Canaux entretenus, et prolongation de certaines antennes, Atterrissements toujours visibles dans les secteurs précédemment mentionnés	

**Tableau 1-3 : Evolution des marais dans le secteur de Labruière de Colaço et de Baetem (rive gauche de la Frette)**

Année de prise de vue	Observations	Allure générale
1938	Plan d'eau de Labruière proche de sa taille actuelle Nombreuses parcelles cultivées dans l'ensemble du secteur, y compris chez Colaço et Baetem	Boisements faibles
1955	Pas d'évolution majeure	
1975	Pas de modification du plan d'eau de la bruyère Creusement d'un petit plan d'eau près du parc d'attraction Disparition des parcelles agricoles, sauf quelques unes proches de la cressonnière dans la propriété Baetem.	
1981	Creusement et agrandissement de petits plans d'eau en bordure Nord (La Bruyère, parc d'attraction) Augmentation de la forêt près de la Bruyère et plantations Disparition des parcelles agricoles et de la cressonnière chez Baetem	Développements de boisements importants dans les secteurs Baetem et Colaço, et en périphérie Nord des marais
1986	Creusement de nouveaux petits plans d'eau en périphérie Nord	
1992	Recreusement de la cressonnière Baetem (sur la moitié de sa surface initiale) et du chenal d'évacuation Quelques nouvelles pièces d'eau au Nord	
1997	Apparition de fossés autour du plan d'eau Colaço, Creusement de pièces d'eau chez Baetem en rive gauche de la Frette Agrandissement par jonction de 2 pièces d'eau chez Colaço	



**Tableau 1-4 : Evolution des marais dans le secteur de Cinqueux, Baetem Sud et Colaço Sud (rive droite de la Frette)**

Année de prise de vue	Observations	Allure générale
1938	Cinqueux: grande zone nue agricole à l'Ouest de la ferme Peu de plans d'eau, petites mares au Sud de Baetem	Zone de marais avec traces d'anciens fossés de drainage en arrêtes de poisson perpendiculaires à la Frette  Evolution très significative de la végétation dans l'ancien casier agricole de Cinqueux
1955	Creusement et élargissement important de l'étang de Cinqueux Agrandissement significatif de l'étang Sud de Baetem Casiers limitrophes du CD75 sont en eau	
1975	Atterrissements des casiers le long de la route, et de la mare ronde à l'Ouest	
1981	Atterrissements des casiers le long de la route, et comblement de la mare ronde à l'Ouest Cinqueux: prolongement de fossés vers l'Ouest et agrandissement des plans d'eau. Curage des fossés et création de l'île	
1986	Cinqueux: création du plan d'eau de la hutte 3 (Ouest) et d'un réseau de larges canaux, Suppression du cordon de terre dans le plan d'eau principal	
1992	Cinqueux: agrandissement du plan d'eau de la hutte 3, Création de chenaux en limite Sud et Ouest de la propriété Baetem jusqu'au CD75, Comblement des casiers médians en bordure du CD75	
1997	Peu d'évolution	

**Tableau 1-5 : Evolution des marais dans le secteur de Verbeke Ouest et centre, et de Monceaux Ouest**

Année de prise de vue	Observations	Allure générale
1938	Casiers inondés en rive droite de la Frette à l'Est du CD75. Pas de zone cultivée	Végétation de marais, pas d'arbre des 2 côtés de la Frette
1955	Pas d'évolution majeure	
1975	Peu d'évolution, Apparition d'un petit plan d'eau au Nord	Fort développement de la végétation arborée au sud de la cuiller à pot autour du château
1981	Réouverture de fossés et canaux en bordure Nord de la propriété Verbeke Extension de petits plans d'eau en bordure Nord du marais	Développement de la végétation arborée au centre de la zone
1986	Création de fossés et de réseaux de canaux dans la propriété Verbeke Rive gauche de la Frette, et en rive droite autour du manoir avec réseau complexe (creusement en cours du grand étang)	
1992	Extension du plan d'eau communal Prudhomme, Curage des fossés Verbeke, Poursuite du creusement du grand étang Comblement des anciens fossés à l'Est du CD75 rive droite de la Frette	
1997	Extension du plan d'eau communal Prudhomme, Création d'un plan d'eau en bordure Nord de la zone, Extension du plan d'eau de Monceaux, Poursuite du creusement du grand étang	

**Tableau 1-6 : Evolution des marais dans le secteur Est de Verbeke (Œil pleureur et mare des 7 hectares)**

Année de prise de vue	Observations	Allure générale
1938	Plan d'eau à l'œil pleureur et grands fossés rectilignes en eau	Végétation de marais
1955	Trace d'exploitation de tourbe face au Métro (ce plan d'eau va s'attérir progressivement) Pas d'évolution du réseau hydraulique Cressonnières à l'œil pleureur	
1975	Peu d'évolution du réseau hydraulique	
1981	Création d'une pièce d'eau en périphérie Nord, Peu d'évolution du réseau hydraulique	développement de la végétation ligneuse le long des anciens drains secondaires.  Augmentation de la végétation ligneuse
1986	importants travaux dans la propriété Verbeke:-Grand canal de liaison vers l'ouest-Fossés Nord et Est mis en relation avec la Frette et le canal Maure -Curage des mares et des chenaux anciens – nombreuses mises en relation avec la Frette Agrandissement du petit plan d'eau Nord et curage en bordure de la mare des 7ha	
1992	Extension de la partie Nord du plan d'eau de l'œil pleureur et curage Creusement du fossé de bordure Nord de la propriété	
1997	Elargissement de la mare des 7ha, Atterrissement du plan d'eau en face du Métro	

**Tableau 1-7 : Evolution des marais dans le secteur de Ladrancourt, du canal Maure, de la fontaine froide**

Année de prise de vue	Observations	Allure générale
1938	Le canal de saint martin draine le secteur central de Vidalain et la fontaine froide vers Saint Martin Longueau, parallèlement au canal Maure Pas de connexion apparente canal maure/ Frette	Traces du parcellaire agricole et du réseau de drainage en arrêtes de poisson. Pas de culture
1955	Apparition du Métro et de la tourbière " en diagonale" Cressonnières importantes à Ladrancourt et à la fontaine froide Fermeture de la branche Ouest du canal de saint Martin, qui débute à la fontaine froide	
1975	Disparition des cressonnières à la Fontaine froide,	développement des boisements forestiers en bordure Nord et à Saint Martin
1981	Peu d'évolution du réseau hydraulique	Apparition de végétation ligneuse en bordure des fossés, et des anciens drains
1986	Evacuation de la fontaine froide vers le canal Maure Connexion des fossés Verbeke avec le ruisseau de Ladrancourt, Connexion canal Maure / Frette par batardeau (?)	
1992	Comblement partiel de la liaison fossé Verbeke / ruisseau Ladrancourt	Suppression des boisements entre la fontaine froide
1997	Agrandissement du plan d'eau de la Fontaine froide, Transformation des cressonnières de Ladrancourt en petits plans d'eau, Pas d'évolution importante des plans d'eau	St Martin Longueau Pas d'évolution très apparente de la végétation du marais

**Tableau 1-8 : Evolution des marais dans le secteur Sud-Est de la Frette (Monceaux, Les Ageux, propriété Stern)**

Année de prise de vue	Observations	Allure générale
1938	Un plan d'eau en forme d'éventail (les Ageux), Traces de drains anciens	Végétation de marais sur l'ensemble
1955	Pas d'évolution notable	
1975	Peu d'évolution du réseau hydraulique	
1981	Creusement du plan d'eau de Monceaux et d'un chenal de liaison avec la Frette	Développement de la forêt en pied des collines Sud Apparition de ligneux le long des canaux et des fossés
1986	Creusement et extension des plans d'eau de Monceaux et des Ageux, Développement de chemins d'accès	Peu d'évolution de la végétation du marais, densification des boisements en bordure des collines Sud
1992	Agrandissement important des plans d'eau de Monceaux et des Ageux Creusement de mares dans la propriété Stern	
1997	Agrandissement du plan d'eau des Ageux Creusement et extension du plan d'eau Stern	

## 2 Contexte hydrologique

### 2.1 Paramètres généraux

L'alimentation en eau du marais est assurée par les eaux souterraines, et par les apports directs du bassin versant.

En raison de la faible taille du bassin versant topographique qui domine le marais, les eaux de ruissellement ne représentent un apport significatif que sous des régimes de fortes précipitations. Comparées aux eaux de ruissellement, les eaux souterraines issues de la nappe de la craie transitent avec un retard, en raison du cheminement plus complexe des eaux. (cf. § 4 étude hydrogéologique).

Dans tous les cas les précipitations, leur volume et leur répartition dans le temps, interviennent sur la modulation des apports des marais.

#### 2.1.1 Caractéristiques physiques du bassin versant

Les marais de Sacy-le-Grand recueillent les écoulements d'un bassin versant topographique orienté selon un axe Ouest-Est, d'une surface de 58 km<sup>2</sup>, et qui culmine à 162 NGF en proximité du Mont César.

Les limites exactes du bassin versant au niveau de Saint-Martin-Longueau sont peu précises en raison de l'absence de pente dans les marais, de la présence de routes et de fossés d'écoulement. La Figure 2-1 présente le bassin et les principaux sous-bassins des marais de Sacy.

Le drainage des marais est assuré par la Frette, canal artificiel conçu en 1599, qui conflue avec l'Oise au lieu-dit St-Antoine. L'exutoire des marais à la traversée de la RN 17 en proximité de Longueau est à la cote 33 NGF.

Les marais occupe une dépression allongée de direction ouest-est, situé au contact de la craie campanienne surmontée d'argile à silex qui se prolonge de quelques degrés en direction du SSW sous des formations tertiaires peu perméables.

Le bassin versant topographique du marais s'étend au nord sur des affleurements crayeux très perméables. Une zone plus imperméable recouvre les coteaux au sud-ouest du bassin versant. Malgré des thalwegs bien marqués sur les affleurements crayeux au nord et sur les coteaux au sud-ouest, aucun ruisseau pérenne ne s'y écoule.

Dans les collines au nord, la pente des principaux thalwegs est relativement douce, avec des valeurs de l'ordre de 1 à 2 %. Elle s'accroît pour les ruisseaux des coteaux au sud-ouest des marais avec des valeurs de 8 à 19%.

Au-delà de la zone de marais, le paysage du bassin versant est à dominante rurale et agricole.

La couverture végétale du bassin versant est caractérisée par :

- des terres agricoles avec lesquelles alternent quelques bois au nord,
- des bois sur les collines au sud et à l'ouest du marais.

L'aptitude au ruissellement du bassin versant est faible au Nord en raison des pentes très douces et des affleurements crayeux fissurés et perméables. Elle s'accroît au Sud-Ouest sur les coteaux plus imperméables et pentus.

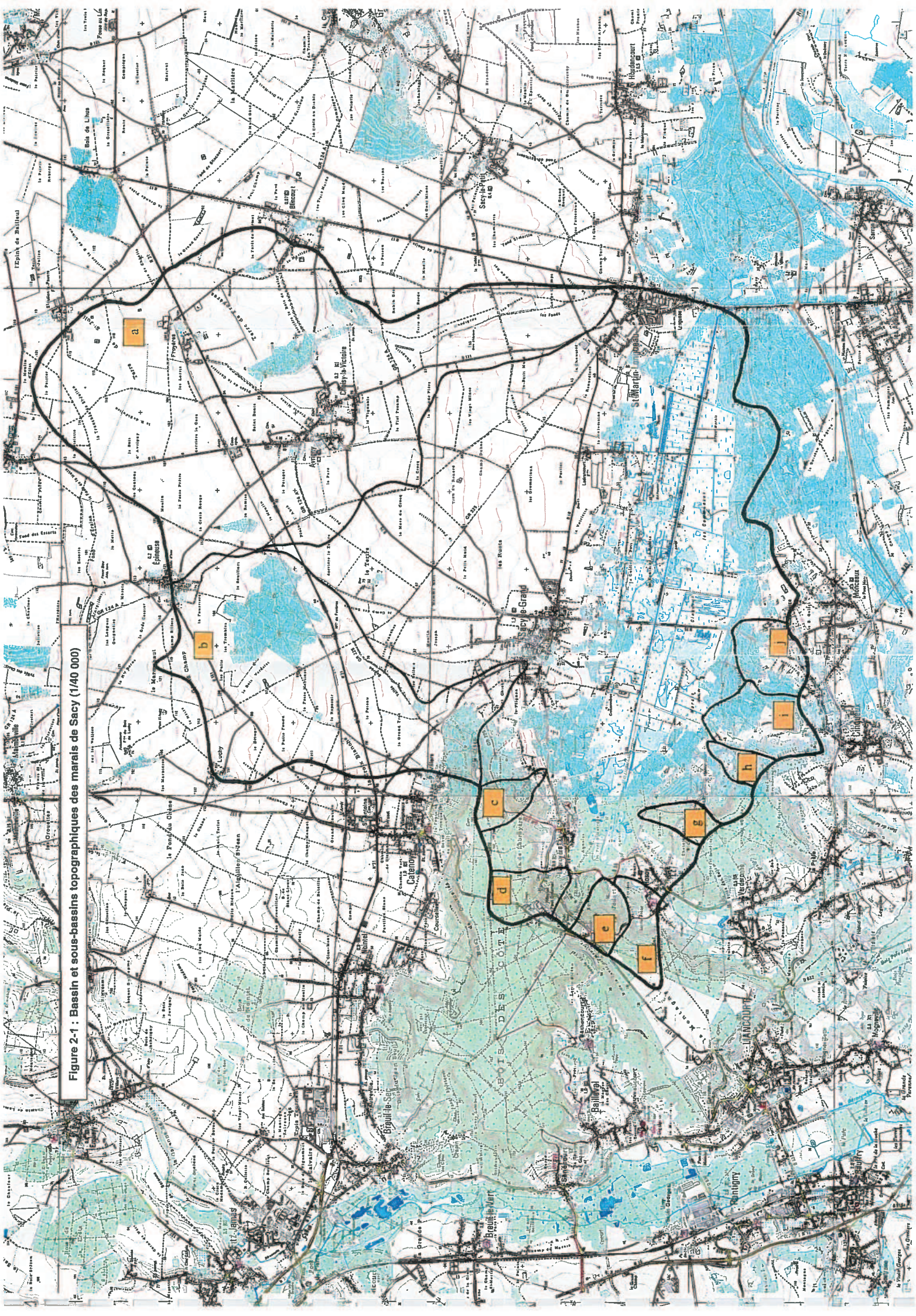
Les principaux paramètres physiques du bassin versant topographique des marais de Sacy, sont présentés dans le Tableau 2-1.

**Tableau 2-1 : Principaux paramètres physiques du bassin versant et des sous-bassins topographique des marais**

Bassin	Surface (km <sup>2</sup> )	Longueur du thalweg (km)	Altitude maximale (NGF)	Altitude minimale (NGF)	Pente moyenne (%)
Marais	58,4	-	162	33	-
Thalweg a	17,3	7,1	121	40	1,1
Thalweg b	8,2	5,1	157	45	2,2
Ruisseau c	0,4	0,6	162	45	18,7
Ruisseau d	0,6	1,0	161	42	12,5
Ruisseau e	0,5	0,8	138	37	12,6
Ruisseau f	0,5	1,2	139	37	8,2
Ruisseau g	0,3	0,9	121	34	9,5
Ruisseau h	0,3	0,8	113	34	9,6



Figure 2-1 : Bassin et sous-bassins topographiques des marais de Sacy (1/40 000)





## 2.1.2 Contexte climatique du département de l'Oise

Les marais de Sacy sont soumis à un climat océanique. Ce climat possède deux maxima de pluie en juin et en décembre, qui séparent une fin d'hiver et un été plus secs. La moyenne annuelle des précipitations à Beauvais (période de 1945 à 1997) est de 655 mm et le cumul journalier des pluies est supérieur à 1 mm en moyenne pendant 130 jours.

L'amplitude des températures est peu importante et n'atteint que rarement des excès (la moyenne des températures minimales en hiver est de 1°C ; la moyenne des températures maximales en été est de 22°C).

La neige est rare et ne subsiste que 8 jours par an au sol. Toutefois, les gelées blanches peuvent être présentes de septembre à juin et existent en moyenne 30 jours par an.

L'insolation moyenne mensuelle est supérieure à 150 h d'avril à septembre, et à 190 h de mai à août.

Les vents sont en moyenne de 4 m/s, soit environ 14,5 km/h. Les plus grosses rafales de vent sont de direction SW et proviennent des tempêtes océaniques.

La station météorologique de Beauvais fournit les principaux paramètres climatiques représentatifs pour la zone d'étude (Tableau 2-2). Les précipitations seront analysées plus en détail au paragraphe 2.2.

**Tableau 2-2 : Données climatiques générales à Beauvais-Tille - Moyennes de 1945 à 1997**

### TEMPERATURE

(°C)	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Année
MIN	0.1	0.4	2.2	4.1	7.5	10.2	12.2	12.0	9.9	6.7	3.2	1.2	5.8
MAX	5.5	6.8	10.6	13.8	17.6	20.6	23.1	22.9	19.9	15.2	9.5	6.4	14.3
MOY	2.8	3.6	6.4	9.0	12.5	15.4	17.6	17.5	14.9	10.9	6.3	3.8	10.1

### ORAGE

(en jours)	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Année
Moyenne	0.1	0.1	0.4	1.2	3.3	3.3	3.2	3.1	1.8	0.8	0.1	0.1	17.5

### OCCURRENCE DE NEIGE

Moyenne (en jours)	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Année
Neige	4.4	4.7	2.6	1.0	0.1	-	-	-	-	-	1.2	2.7	16.8
Neige au sol depuis 1982	3.1	2.6	0.6	0.1	-	-	-	-	-	-	0.4	1.0	7.8

### INSOLATION (de 1949 à 1997)

(en heures)	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Année
Cumul	54.2	76.9	121.2	166.5	193	202.9	213.4	199.4	151.9	111.9	63.1	42.8	1597.2

**VENT**

(en m/s)	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Année
Moyenne	4.5	4.5	4.5	4.4	3.8	3.6	3.4	3.3	3.5	3.7	4.1	4.4	4.0
Maxis instantanés depuis 1946	35	36	32	30	30	26	41	30	31	39	34	34	41
	WSW	W	W	W	WSW	S	SW	SSW	SW	SSW	W	W	SW

**EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE (Penman)**

(en mm)	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Année
MOYENNE	10.7	15.6	44.6	73.3	99.6	110.6	118.6	101.3	62.2	30.8	12.4	8.7	688.3

**2.1.3 Réseau pluviométrique et hydrométrique****2.1.3.1 Réseau pluviométrique**

Les stations pluviométriques exploitées sont issues du réseau départemental de Météo-France, consultables sur la banque de données Colchique. La recherche des stations a été menée dans un rectangle de 50 km de large et 30 km de haut, centré sur les marais de Sacy et la zone d'alimentation de la nappe ; soit dans le rectangle délimité par les coordonnées Lambert (5800 ; 24700) et (6300 ; 25000). La liste de tous les postes existants dans cette zone est donnée en annexe 1.

Les postes exploités dans la suite de l'étude ont été choisis afin de représenter au mieux les précipitations autour des marais de Sacy et sur la zone d'alimentation de la nappe au nord des marais. L'autre critère de sélection a été une période de mesure, qui s'étend de 1950 à nos jours afin d'étudier l'évolution des pluies sur plusieurs décennies. Cette durée d'observation est suffisamment longue pour donner des résultats statistiquement exploitables.

Les postes représentatifs sont situés sur la Figure 2-2.

**Tableau 2-3 : Postes pluviométriques représentatifs**

Poste	Coordonnée Lambert (X ; Y)	Altitude NGF	Période de mesure
Breuil-le-Vert	(6072 ; 24847)	52	1948-1998
Chevières	(6240 ; 24814)	31	1934-1998
Creil	(6130 ; 24724)	87	1950-1998
Laneuvillerois	(6178 ; 24978)	104	1946-1998

**2.1.3.2 Réseau hydrométrique**

Aucune mesure de débit n'est disponible sur le bassin topographique du marais de Sacy. Les stations hydrométriques les plus proches (gérées par la DIREN) et disponibles sur la base de données « Hydro » sont :

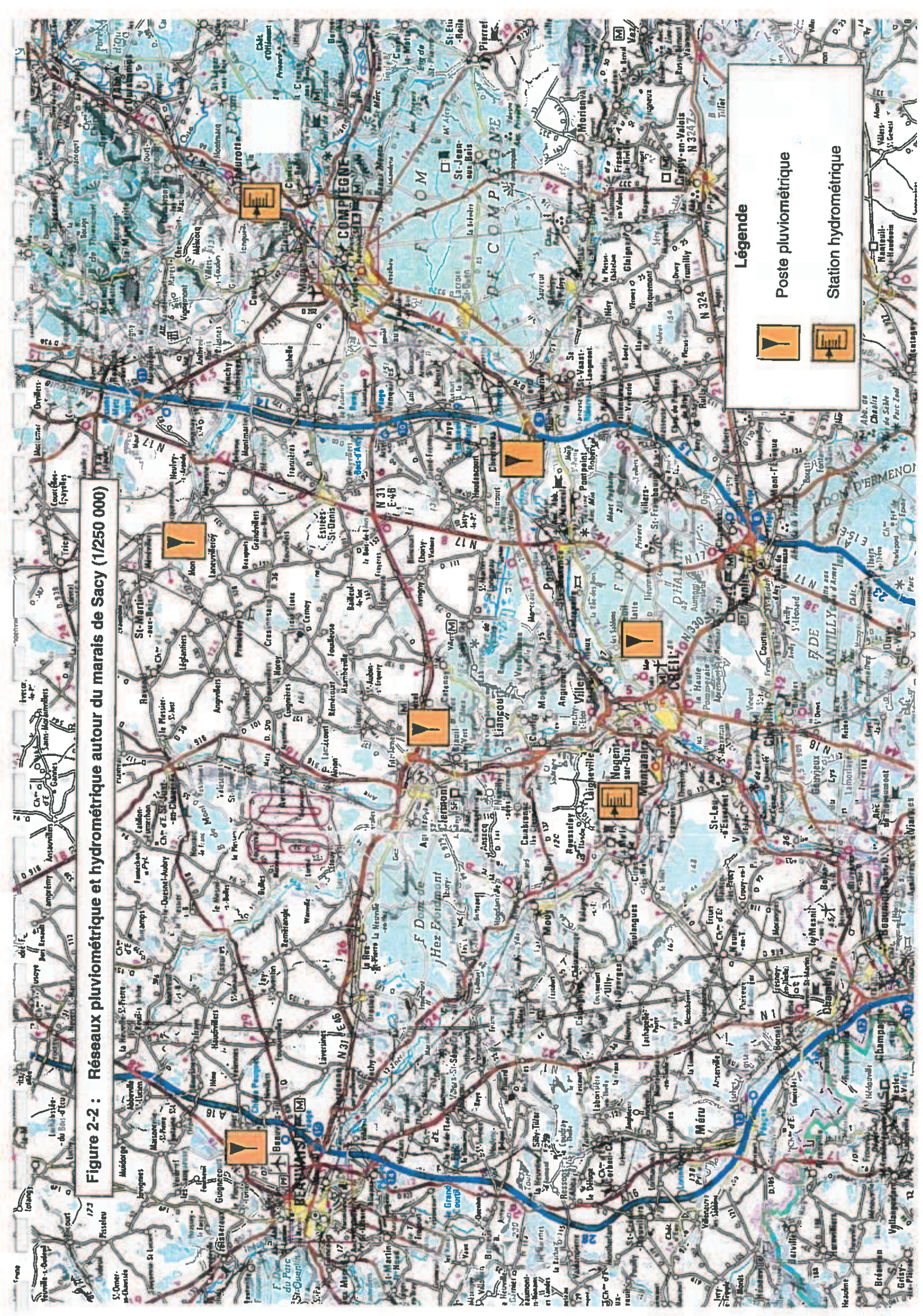
**Tableau 2-4 : Stations hydrométriques des cours d'eau voisins**

Rivière	Surface BV (km <sup>2</sup> )	Période de mesure
L'Aronde	284	1968-1998
La Brèche	468	1968-1998

Leur situation est donnée sur la Figure 2-2.



Figure 2-2 : Réseaux pluviométrique et hydrométrique autour du marais de Sacy (1/250 000)





## 2.2 Analyse des précipitations

### 2.2.1 Précipitations annuelles

Les moyennes interannuelles aux différents postes d'observations de 1950 à nos jours sont résumées dans le Tableau 2-5. Elles sont données sur les années hydrologiques, de septembre à août. Elles varient de 618 mm à Chevières à 691 mm à Creil. Les séries de précipitations annuelles moyennes sont fournies en annexe 2.

**Tableau 2-5: Précipitations moyennes annuelles de 1950 à 1997**

Poste	Altitude (NGF)	Coordonnée Lambert (X ; Y)	Nbre d'années complètes	Moyenne (mm)	Coef. de variation
Breuil-le-Vert	52	(6072 ; 24847)	46	655	0,19
Chevières	31	(6240 ; 24814)	47	618	0,20
Creil	87	(6130 ; 24724)	38	691	0,19
Laneuvilleroy	104	(6178 ; 24978)	45	626	0,18

Les précipitations annuelles moyennes les plus faibles sont observées à Chevières. Il n'y a pas de relation évidente entre les précipitations annuelles et l'altitude de la station. Toutefois, un gradient des précipitations annuelles NE-SO semble exister.

Pour toutes les stations, les coefficients de variation sont très homogènes et sont de l'ordre de 0,20 : la variabilité interannuelle est similaire pour les quatre stations.

Les ajustements des séries sur papier de Gauss, fournis en annexe 3, permettent d'estimer les quantiles des années sèches ou des années humides résumés dans le Tableau 2-6.

**Tableau 2-6 : Estimation des pluies des années hydrologiques humides et sèches**

Poste	Années humides			Années moyennes	Années sèches		
	T=20 ans	T=10 ans	T=5 ans	T = 2 ans	T=5 ans	T=10ans	T=20 ans
Breuil-le-Vert	861	816	760	655	549	494	448
Chevières	824	778	723	618	513	458	412
Creil	902	855	799	691	583	526	480
Laneuvilleroy	817	775	724	626	529	478	436

A partir des ajustements de lois normales, les extrêmes observés sont situés en fréquence, Tableau 2-7. Ces valeurs dépendent en partie des durées d'observation.



**Tableau 2-7 : Estimations des périodes de retour des événements extrêmes mesurés (année hydrologique)**

Poste	Année sèche MINIMUM	Période de retour	Année humide MAXIMUM	Période de retour
Breuil-le-Vert	334 mm en 1975-76	190 ans	934 mm en 1967-68	75 ans
Chevrières	355 mm en 1953-54	57 ans	917 mm en 1965-66	120 ans
Creil	422 mm en 1975-76	56 ans	944 mm en 1965-66	41 ans
Laneuvilleroy	345 mm en 1975-76	135 ans	861 mm en 1967-68	47 ans

Les années hydrologiques les plus sèches depuis 1950 sont les années 1953-54, et 1975-76. Les années les plus humides sont apparues en 1965-66 et 1967-68.

## 2.2.2 Précipitations mensuelles

Les valeurs moyennes des précipitations mensuelles, sur la période de 1950 à nos jours, aux postes de Breuil-le-Vert, de Chevrières, de Creil, et de Laneuvilleroy sont résumées dans le Tableau 2-8 et sont illustrées par la Figure 2-3.

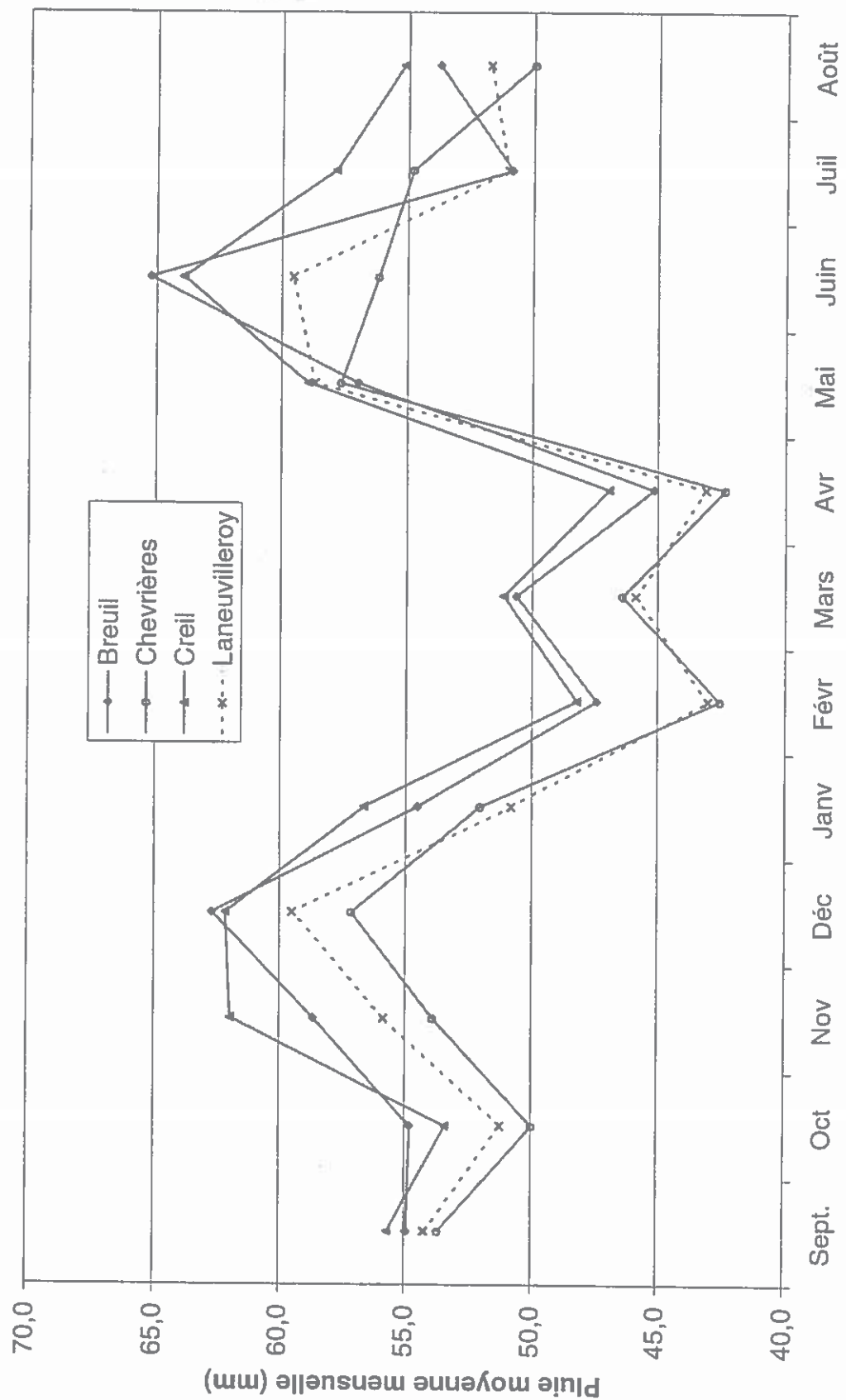
Elles montrent deux maxima relatifs de pluie de novembre à janvier et de mai à juin, et deux minima relatifs de février à avril et de juillet à octobre. Le minima de février à avril est le plus marqué.

**Tableau 2-8 : Précipitations mensuelles interannuelles autour des marais de Sacy (moyenne de 1950 à 1997)**

		Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Année
Breuil	Moyenne mm	54,9	54,8	58,7	62,7	54,5	47,4	50,6	45,1	56,9	65,2	50,8	53,7	655
	% total	8,4	8,4	9,0	9,6	8,3	7,2	7,7	6,9	8,7	10,0	7,8	8,2	100
	Coeff. variation	0,56	0,65	0,43	0,53	0,55	0,62	0,53	0,60	0,51	0,46	0,56	0,57	0,19
Chevrières	Moyenne mm	53,7	50,0	53,9	57,2	52,0	42,5	46,4	42,3	57,6	56,1	54,8	50,0	618
	% total	8,7	8,1	8,7	9,2	8,4	6,9	7,5	6,8	9,3	9,1	8,9	8,1	100
	Coeff. variation	0,64	0,67	0,42	0,53	0,52	0,60	0,56	0,59	0,50	0,51	0,61	0,60	0,20
Creil	Moyenne mm	55,7	53,4	62,0	62,2	56,6	48,2	51,1	46,9	58,9	63,9	57,8	55,1	691
	% total	8,1	7,7	9,0	9,0	8,2	7,0	7,4	6,8	8,5	9,3	8,4	8,0	100
	Coeff. variation	0,60	0,70	0,44	0,55	0,55	0,60	0,55	0,69	0,47	0,47	0,52	0,55	0,19
Laneuvilleroy	Moyenne mm	54,2	51,2	55,9	59,5	50,8	43,0	45,9	43,1	58,7	59,5	51,0	51,7	626
	% total	8,7	8,2	8,9	9,5	8,1	6,9	7,3	6,9	9,4	9,5	8,1	8,3	100
	Coeff. variation	0,62	0,68	0,45	0,56	0,56	0,58	0,57	0,60	0,50	0,52	0,56	0,54	0,18

La variabilité interannuelle pour chaque mois est homogène entre tous les postes. Elle est la plus importante au mois d'octobre avec des coefficients de variation d'environ 0,70 et la plus faible au mois de novembre avec des valeurs de l'ordre de 0,45. Pour le même mois et d'une année à l'autre, il peut pleuvoir beaucoup comme très peu.

Figure 2-3 : Précipitations mensuelles interannuelles autour des marais de Sacy



### 2.2.3 Pluies maximales journalières

Les pluies maximales ont été étudiées de 1950 à nos jours aux trois postes les plus proches des marais de Sacy : Breuil-le-Vert, Creil et Chevrières. L'intensité maximale a été relevée à Breuil-le-Vert en 1983 avec 65 mm mesurés sur 1 jour. Le passage des valeurs à origine fixe (pluie de 1 jour) aux valeurs à origine mobile (pluie de 24 h) est obtenu par application de la correction de Weiss de 1,14, qui donne une valeur réelle de 74 mm.

Les chroniques des précipitations journalières en annexe 4, dont les valeurs maximales sont données dans le Tableau 2-9, montrent que les fortes précipitations journalières sont en grande majorité dues à des orages intenses d'été.

**Tableau 2-9 : Précipitations maximales journalières**

Poste	Nombre d'années complètes	Pj max (mm)
Breuil-le-Vert	47	65,2 le 26 juin 83
Chevrières	42	45,7 le 14 juillet 55
Creil	39	62,5 le 15 août 52

En raison de la faible densité du réseau de mesures et de l'absence de pluviographe, on dispose de peu d'informations sur l'intensité des épisodes orageux d'été.

L'ajustement de lois de Gumbel aux précipitations maximales journalières, fournies en annexe 4, décrit la répartition statistique de ces variables dont les principaux paramètres sont donnés dans le Tableau 2-10.

**Tableau 2-10 : Gradex des pluies maximales sur 24 h**

Poste	Gradex de 24 heure (mm) (multiplié par 1,14 : coeff. de Weiss)
Breuil-le-Vert	9,1
Chevrières	7,5
Creil	10,3

Le gradex maximal se situe à Creil avec une valeur de 10,3 mm sur 24 heures pour la période de 1950 à 1997. La répartition spatiale des précipitations maximales journalières confirme un gradient des précipitations de direction NE-SO.

Les ajustements de Gumbel (annexe 4) fournissent les quantiles des précipitations sur 24 heures (origine mobile), résumés dans le Tableau 2-11.

**Tableau 2-11 : Quantiles des précipitations sur 24 heures des postes du marais de Sacy**

Poste	T=2 ans	T=5 ans	T=10 ans	T=25 ans	T=50 ans	T=100ans
Breuil-le-Vert	34	45	51	60	66	73
Chevrières	33	41	47	54	59	64
Creil	35	46	54	64	71	78

## 2.2.4 Précipitations de courtes durées

Les faibles temps de réponse des sous-bassins versants imposent de prendre en compte les précipitations intenses de courte durée.

Les relations pluie-durée-fréquence pour les précipitations de courtes durées, variant de 30 mn à 3 heures, sont uniquement disponibles à la station de Beauvais. Les valeurs du Tableau 2-12 ont été établies par Météofrance sur la période de 1969 à 1993. Les graphiques d'ajustement de ces données sont fournies en annexe 5.

**Tableau 2-12 : Beauvais- 1969/1993 Pluviométrie sur 30 mn, 1 h, 2 h, 3 h**

Précipitation maximale de durée 30mn supérieure au seuil de 8mm

Période de retour	Hauteur (mm)	Intervalle de confiance à 70% (mm)
2 ans	13,0	De 11,6 à 14,5
5 ans	18,3	De 15,6 à 21,1
10 ans	21,9	De 18,3 à 25,5
20 ans	25,2	De 20,8 à 29,7
50 ans	29,6	De 24,0 à 35,1
100 ans	32,8	De 26,5 à 39,2

Précipitation maximale de durée 60mn supérieure au seuil de 9mm

Période de retour	Hauteur (mm)	Intervalle de confiance à 70% (mm)
2 ans	15,8	De 14,1 à 17,5
5 ans	21,6	De 18,6 à 24,6
10 ans	25,4	De 21,6 à 29,3
20 ans	29,1	De 24,4 à 33,8
50 ans	33,9	De 28,1 à 39,6
100 ans	37,4	De 30,8 à 44,0

Précipitation maximale de durée 2 h supérieure au seuil de 11mm

Période de retour	Hauteur (mm)	Intervalle de confiance à 70% (mm)
2 ans	18,7	De 16,8 à 20,6
5 ans	25,0	De 21,7 à 28,3
10 ans	29,1	De 24,9 à 33,4
20 ans	33,1	De 28,0 à 38,3
50 ans	38,3	De 32,0 à 44,7
100 ans	42,2	De 34,9 à 49,4

Précipitation maximale de durée 3 h supérieure au seuil de 14mm

Période de retour	Hauteur (mm)	Intervalle de confiance à 70% (mm)
2 ans	20,3	De 18,4 à 22,1
5 ans	26,6	De 23,1 à 30,1
10 ans	30,8	De 26,1 à 35,4
20 ans	34,8	De 29,1 à 40,5
50 ans	40,0	De 32,9 à 47,1
100 ans	43,9	De 35,7 à 52,1

## 2.3 Les apports du ruissellement

En l'absence de données hydrométriques sur le bassin versant des marais de Sacy, l'évaluation de la ressource en eau est délicate à réaliser en raison des difficultés d'intégration des apports de la nappe de la craie. Seule l'approche hydrogéologique (cf. §4) basée sur une modélisation globale est capable de fournir des paramètres quantitatifs crédibles.

Aussi on se bornera dans l'évaluation hydrologique à caractériser les débits des cours d'eau limitrophes jaugés et les écoulements en crue des thalwegs qui rejoignent les marais.

### 2.3.1 Apports moyens de l'Aronde et de la Brèche

Les stations hydrométriques les plus proches sont situées sur l'Aronde à Clairoix, et sur la Brèche à Nogent sur Oise. Ces rivières sont limitrophes de la zone d'alimentation du marais. Les débits moyens mensuels et les lames écoulées sont :

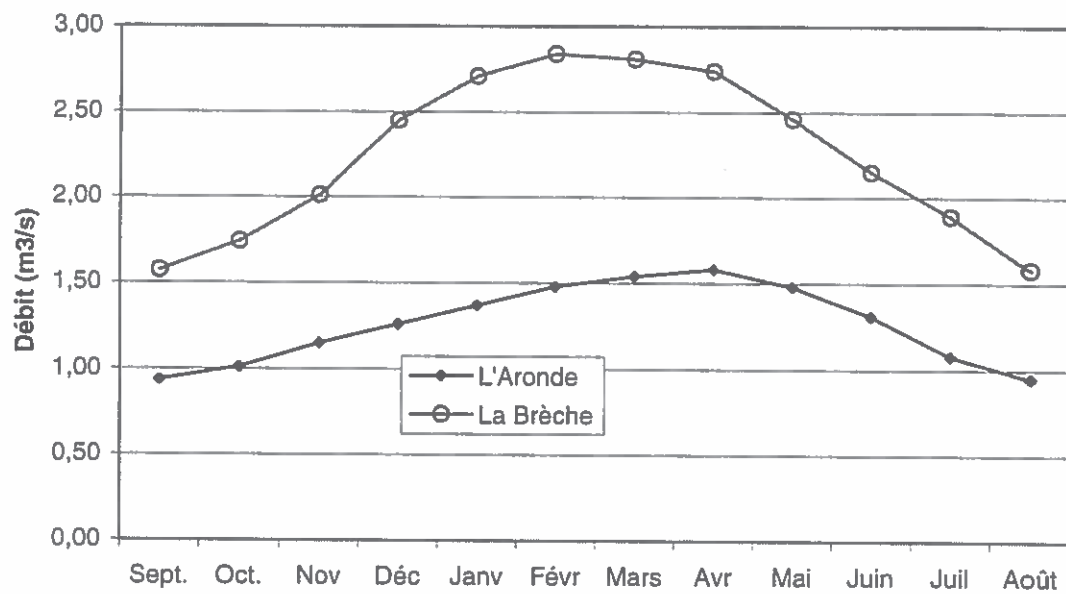
**Tableau 2-13 : Débits et lames écoulées moyens mensuels des cours d'eau jaugés voisins**

Cours d'eau		Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Année
Débits moyens mensuels (m3/s)														
Aronde à Clairoix	moyenne	0,94	1,01	1,15	1,26	1,37	1,48	1,54	1,58	1,48	1,31	1,08	0,95	1,23
Brèche à Nogent	moyenne	1,57	1,74	2,01	2,45	2,71	2,84	2,81	2,74	2,46	2,15	1,89	1,58	2,10
Lames écoulées moyennes mensuelles (mm)														
Aronde à Clairoix 284 km <sup>2</sup>	moyenne	8,6	9,2	10,5	11,5	12,5	13,5	14,0	14,4	13,5	11,7	9,8	8,7	139,5
	% total annuel	6,1	6,6	7,5	8,3	9,0	9,7	10,0	10,4	9,7	8,4	7,1	6,2	100,0
Brèche à Nogent 468 km <sup>2</sup>	moyenne	8,7	9,6	11,1	13,6	15,0	15,7	15,5	15,2	13,6	11,9	10,5	9,0	146,4
	% total annuel	5,9	6,6	7,6	9,3	10,3	10,7	10,6	10,4	9,3	8,1	7,2	6,1	100,0

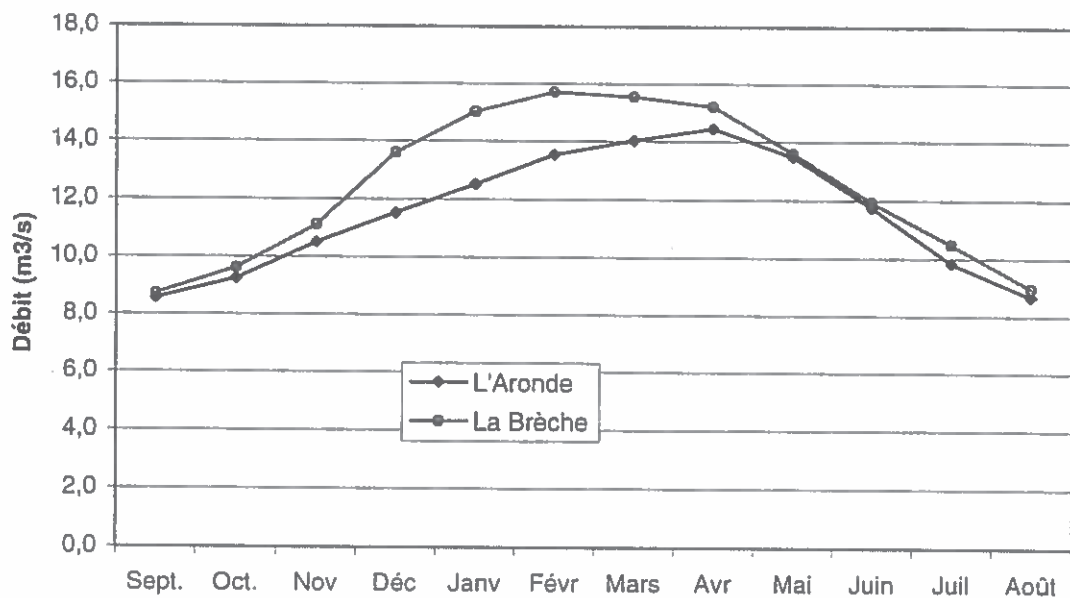
Pour les deux rivières, les débits sont minimaux aux mois d'août et septembre. Les débits sont maximaux au mois d'avril pour l'Aronde et en février pour la Brèche. Or, la période de février à avril correspond à la plus faible pluviométrie de l'année comme l'a montré le paragraphe 2.2.2 (Cf. Figure 2-3). Ceci indique que ces rivières sont alimentées majoritairement par les apports de la nappe avec un retard de plusieurs mois, et peu par les apports du ruissellement.

La lame d'eau écoulee sur l'Aronde est inférieure de 10 % à celle écoulee sur La Brèche. La comparaison des répartitions mensuelles des lames ruisselées, Figure 2-4, montre que la lame ruisselée est plus importante pour la Brèche de novembre à avril. Une lame annuelle écoulee plus faible sur l'Aronde que sur la Brèche peut s'expliquer par les pompages sur les bassins versants de ces deux rivières : les débits moyens prélevés sur le bassin versant de l'Aronde (nappe et rivière) sont de 2,4 m<sup>3</sup>/s alors que ceux sur le bassin versant de la Brèche sont de 1,2 m<sup>3</sup>/s (d'après les données de la DDAF).

**Répartition moyenne mensuelle des débits  
de l'Aronde et de la Brèche**



**Répartition moyenne mensuelle des lames ruisselées  
de l'Aronde et de la Brèche**





**Figure 2-4 : Répartition moyenne mensuelle des débits et des lames ruisselées de l'Aronde et de la Brèche**

Avec l'hypothèse simplificatrice qui consisterait à supposer que le bassin versant topographique des marais (surface de 58 km<sup>2</sup>) apporte une lame écoulée égale à la moyenne de celle de la Brèche et de l'Aronde (143 mm) : le volume d'eau annuel moyen d'alimentation des marais serait est de 8,3 hm<sup>3</sup>, soit un débit moyen annuel de 260 l/s. Cette valeur apparaît plutôt surestimée par comparaison avec les résultats de l'étude hydrogéologique (§ 4). La répartition mensuelle est dépendante des précipitations directes sur le marais et des retards de réaction de la nappe de la craie. Elle ne doit pas être a priori similaire à la répartition mensuelle de l'Aronde et de la Brèche dont les bassins versants jouent un rôle régularisateur. Cette répartition sera fournie par le modèle hydrogéologique.

Les débits annuels des années sèches ou humides des cours d'eau voisins dans le Tableau 2-14 ont été obtenus par l'ajustement statistique d'une loi log-normale pour les débits de la Brèche et d'une loi normale pour les débits de l'Aronde. Les quantiles de la lame ruisselée sur l'Aronde sont beaucoup plus faibles pour les années très sèches que ceux sur La Brèche. Les prélèvements plus nombreux dans l'Aronde pourraient l'expliquer.

**Tableau 2-14 : Débits annuels de période de retour caractéristique sur les cours d'eau jaugés voisins**

	Débit annuel m <sup>3</sup> /s	Lame écoulée mm	Débit annuel m <sup>3</sup> /s	Lame écoulée mm
Période de retour	L'Aronde (284 km <sup>2</sup> ) (loi sur 29 observations)		La Brèche (468 km <sup>2</sup> ) (loi sur 23 observations)	
Année sèche: 10 ans	0,76	84,9	1,62	109,5
Année sèche: 5 ans	0,94	104,3	1,79	120,7
Année médiane	1,27	141,3	2,16	145,4
Année humide: 5 ans	1,61	178,3	2,60	175,2
Année humide: 10 ans	1,78	197,6	2,87	193,1

### 2.3.1.1 Recherche d'une relation pluie-débit au pas de temps annuel

Des corrélations entre les débits annuels des rivières et les pluies à chaque poste ont été réalisées. La meilleure régression est obtenue avec les pluies de Breuil-le-Vert comme le montre le tableau ci-dessous, mais les valeurs des coefficient de détermination sont faibles, et la qualité de la régression est peu satisfaisante : au mieux, les pluies d'une année à Breuil n'expliquent que 49 % des débits de la Brèche.

**Tableau 2-15 : Coefficient de détermination entre les débits et les pluies**

R <sup>2</sup>	Breuil	Chevrières	Creil	Laneuvilleroy
Pluie de la même année hydrologique				
L'Aronde	0,41	0,40	0,30	0,36
La Brèche	0,49	0,41	0,25	0,37
Pluie de l'année hydrologique précédente				
L'Aronde	0,35	0,32	0,23	0,42
La Brèche	0,31	0,30	0,16	0,38

Aussi les pluies de l'année précédente ont été utilisées comme seconde variable explicative. L'analyse s'est concentrée sur les pluies de Breuil-le-Vert et de Laneuvilleroy, postes qui possèdent les meilleurs coefficients de régression avec les débits des deux rivières.

Les meilleures régressions trouvées sont celles :

- entre les débits de l'Aronde et les pluies de Breuil-le-Vert de l'année et les pluies de Breuil-le-Vert de l'année précédente, avec un coefficient de détermination de 0,56 (coefficient constant de la régression nul) : les pluies de l'année précédente apportent 15 % d'explication supplémentaire,
- entre les débits de la Brèche et les pluies de Breuil-le-Vert de l'année et les pluies de Laneuvilleroy de l'année précédente, avec un coefficient de détermination de 0,69 (coefficient constant de la régression nul) : les pluies de l'année précédente à Laneuvilleroy apportent 20 % d'explication supplémentaire.

On voit donc que les pluies de l'année précédente ont un rôle important dans les débits de l'année : ceci traduit en partie l'influence de la nappe de la craie et de sa fonction régularisatrice. Les coefficients de ruissellement annuels ou mensuels calculés comme le rapport entre les débits et les pluies ne sont pas représentatifs du ruissellement à l'échelle du mois ou de l'année.

L'approche hydrologique basée uniquement sur l'analyse des précipitations et des écoulements de surface reste insuffisante pour prédéterminer les apports aux marais de Sacy.

### 2.3.2 Evaluation des débits de crue

Les crues des sous-bassins versants des marais de Sacy peuvent fournir des apports non négligeables aux marais. Nous nous intéresserons dans ce paragraphe à l'estimation des crues de périodes de retour de 2 ans à 10 ans. Les crues exceptionnelles ne présentent pas un grand intérêt en raison de leur occurrence rare.

Les crues les plus violentes apparaissent lors des précipitations orageuses intenses des mois d'été.

En raison de l'absence de données hydrométriques sur le marais de Sacy, l'estimation des débits de faibles périodes de retour s'appuiera sur les méthodes empiriques de transformation pluie - débit basées sur les données de précipitations maximales et les caractéristiques du bassin versant.

Une analogie avec les cours d'eau jaugés voisins, l'Aronde et la Brèche, qui drainent respectivement des bassins versants de 284 km<sup>2</sup> et 468 km<sup>2</sup> est délicate en raison de la très grande différence de superficie.

Plusieurs méthodes empiriques peuvent être utilisées pour l'estimation des débits de faible période de retour :

- Méthode Crupédix
- Méthode rationnelle
- Abaque Sogréah
- Méthode SCS

Ces méthodes sont exposées en annexe 6.

La méthode SCS prend en compte les caractéristiques du bassin versant et la concentration rapide des écoulements. Elle s'appuie sur un coefficient caractéristique N fonction de la couverture végétale et de la perméabilité du bassin versant. La valeur de N a été prise égale à 65 sur l'ensemble du bassin versant : sur les bassins versants boisés des coteaux au sud-ouest et

sur les terres agricoles sur le substratum crayeux très perméable au nord.

La synthèse des estimations de débit par les différentes méthodes est fournie en annexe 7 où l'on constate que les valeurs calculées sont du même ordre de grandeur.

La synthèse des débits obtenus par les méthodes empiriques conduit aux valeurs :

**Tableau 2-16 : Débits de pointe des sous-bassins versants des marais de Sacy**

Bassin versant	Sbv (km <sup>2</sup> )	Q2 (m <sup>3</sup> /s)	qp2 (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	Q5 (m <sup>3</sup> /s)	qp5 (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	qp10 (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )
a	17,3	5,0	0,29	6,4	0,37	9,0	0,52
b	8,2	3,4	0,41	5,1	0,62	7,0	0,85
c	0,4	0,9	2,30	1,8	4,34	4,0	9,90
d	0,6	1,1	1,83	1,9	3,30	4,0	6,90
e	0,5	0,9	1,98	1,7	3,56	3,5	7,43
f	0,5	0,9	1,73	1,6	3,21	2,9	5,73
g	0,3	0,6	1,92	1,1	3,40	2,3	7,11
h	0,3	0,6	2,05	1,0	3,64	2,0	7,63
i	0,94	0,9	0,99	1,8	1,96	2,1	2,21
j	0,81	0,8	0,95	1,6	1,94	1,8	2,23

Les volumes apportés aux marais par ces bassins versants en crue sont calculés pour les différentes occurrences de crue. La forme des hydrogrammes est supposée triangulaire, avec des temps de montée T<sub>m</sub> et de descente T<sub>d</sub>, calculés à partir de la méthode SCS :

- $T_m = 0,85 * T_c$ ,
- $T_d = 1,4 * T_c$  avec T<sub>c</sub> le temps de concentration moyen.

Le temps de concentration moyen a été calculé comme la moyenne des estimations des formules de Turraza, Ventura, SCS, Passini, et Giandotti, qui sont fournies en annexe 6.

Tableau 2-17 : Apports aux marais de Sacy par les crues courantes

Bassin versant	Sbv (km <sup>2</sup> )	Tc moyen (heure)	Apport 2 ans (m <sup>3</sup> )	Apport 5 ans (m <sup>3</sup> )	Apport 10 ans (m <sup>3</sup> )
a	17,3	3,8	77069	99163	138777
b	8,2	2,0	27759	41876	57811
c	0,4	0,2	788	1484	3389
d	0,6	0,3	1242	2239	4683
e	0,5	0,3	1026	1844	3843
f	0,5	0,3	1235	2288	4084
g	0,3	0,3	698	1238	2592
h	0,3	0,3	570	1011	2118
i	0,94	0,6	2281	4519	5096
j	0,81	0,7	2209	4485	5162
Total apports (m <sup>3</sup> )			114877	160147	227554

*Les débits ruisselés de crue n'apportent qu'une faible part du volume total. Par exemple, ils représentent pour une crue décennale environ 5 % des apports moyens.*

### 2.3.3 Transport solide

Les apports solides dans les marais de Sacy-le-Grand sont négligeables en raison de la faible concentration des eaux sur les versants, de la faible quantité de matériaux disponibles dans les zones à fort ruissellement potentiel, et de l'interception des matériaux qui se déposeront aux inflexions de pente en pied de coteau.

## 2.4 Evolution des paramètres climatiques

L'évolution apparente rapportée par les usagers des Marais de Sacy vers un abaissement des niveaux, nécessite d'être confrontée aux chroniques historiques de précipitations et d'apports en eau, pour évaluer l'incidence d'une évolution climatique. Plusieurs témoignages recueillis lors des enquêtes de terrain affirment que le rabattement des niveaux a commencé dans les années 1980.

### 2.4.1 Evolution historique des pluies

#### 2.4.1.1 Comparaison des chroniques historiques avec les valeurs des années humides et sèches de période de retour 5, 10 et 20 ans

Les chroniques historiques des pluies de 1950 à nos jours ont été comparées aux valeurs des années humides et sèches, issues d'une loi normale, de période de retour 5, 10, 20 ans sur la Figure 2-5. Cette comparaison a été menée sur les années calendaires (de janvier à décembre).

Elles montrent que les deux années les plus sèches de cette période furent 1953 et 1976, qui se situent toutes deux en deçà d'une année vingtennale sèche.

Lors de la dernière décennie de 1989 à 1998, les années furent globalement sèches :

- les années 89 à 92 furent plutôt sèches avec des précipitations annuelles comprises entre celles d'une année moyenne et celles d'une année sèche de période de retour 5 ans,
- les années 93 à 95 plutôt humides, avec des totaux annuels compris entre ceux d'une année moyenne et ceux d'une année de période de retour 10 ans,
- les années 96-97 plutôt sèches, avec des précipitations comprises en 1996 entre celles d'une année sèche de période de retour 5 ans et celles d'une année sèche de période de retour 10 ans et en 1997 entre celles d'une année moyenne et celles d'une année sèche de période de retour 5 ans.

Cependant, la décennie précédente de 1979 à 1988 fut globalement plutôt humide avec une seule année très sèche en 1985, dont la période de retour était comprise entre 5 et 10 ans.

#### 2.4.1.2 Moyennes mobiles

##### Moyennes mobiles sur 30 ans

L'analyse de l'évolution des précipitations dans la région depuis 1950 par une méthode de moyennes mobiles sur 30 ans permet d'identifier les grandes évolutions de périodes pluvieuses et de périodes sèches.

La Figure 2-6 montre que l'évolution des moyennes mobiles sur 30 ans des pluies aux quatre postes étudiés est similaire et globalement croissante depuis 1950. Cependant, les moyennes mobiles diminuent sur les deux dernières périodes de 30 ans en raison de la sécheresse relative de la dernière décennie.

Depuis 1950, la période de 30 ans la plus sèche fut celle de 1951 à 1980, et la plus humide fut celle autour de 1965 à 1995.

La stabilité de la moyenne entre les deux périodes 1950 à 1979, et 1980 à 1997 a été vérifiée grâce à un test de Student. Ce test donne le pourcentage de confiance que l'on peut accorder à l'hypothèse que les moyennes sur les deux périodes soient identiques.

**Tableau 2-18 : Test sur la stabilité de la moyenne des pluies**

Postes	Moyenne 1950-1979	Moyenne 1980-1997	% confiance
Breuil	648	666	63
Chevrières	622	610	75
Creil	690	694	94
Laneuvilleroy	607	658	15

On constate que les moyennes mobiles sur 30 ans pour les périodes de 1950 à 1979 et de 1980 à 1997 peuvent être considérées comme équivalentes pour les postes de Breuil-le-Vert, Chevrières et de Creil : On ne peut donc pas conclure à une évolution climatique significative sur le régime des précipitations pour une longue période. On note en revanche que les



précipitations aux postes de Laneuvilleroy sont plus importantes sur la deuxième période.

#### Moyennes mobiles sur 5 et 6 ans

Une comparaison des moyennes mobiles des précipitations à Chevrières et à Laneuvilleroy, sur des courtes durées de 5 à 6 ans, fait apparaître des tendances évolutives plus marquées, en accord avec les basses eaux observées sur les marais au cours des dix dernières années. L'interprétation de ces tendances d'évolution des moyennes mobiles sur 5 et 6 ans n'a de sens principalement que pour expliquer les phénomènes hydrauliques vécus et pour mettre en évidence l'influence de la succession d'années déficitaires sur l'alimentation des marais (§4 Etude hydrogéologique). On ne peut en déduire aucun élément significatif sur une évolution climatique.

### **2.4.2 Evolution historique des débits des rivières voisines**

#### **2.4.2.1 Comparaison des chroniques historiques avec les valeurs des années humides et sèches de période de retour 5, 10 et 20 ans**

Les chroniques historiques des débits de l'Aronde et de La Brèche de 1969 à nos jours ont été comparées aux valeurs des années humides et sèches, issues d'une loi log-normale, de période de retour 5, 10, 20 ans sur la Figure 2-7. Cette comparaison a été menée sur les années calendaires (de janvier à décembre)

Comme pour les précipitations, l'année 1976 fut une année très sèche pour les deux rivières avec une période de retour comprise entre 10 ans et 20 ans pour l'Aronde et supérieure à 20 ans pour la Brèche. L'année 1977 fut également très sèche en terme de débit en raison du déficit d'alimentation de la nappe en 1976.

Lors de la dernière décennie, les années 1992 et 1997, apparaissent beaucoup plus sèches pour l'Aronde que pour la Brèche : elles se situent en deçà d'une année vingtennale sèche pour l'Aronde, alors qu'elles sont comprises entre des années quinquennales et décennales sèches pour la Brèche. Ceci peut s'expliquer par l'accroissement des prélèvements dans l'Aronde au cours des dernières années.

Comme pour les pluies, les années 1989-1998 furent globalement plutôt sèches et les années 1979 à 1988 furent globalement plutôt humides.

#### **2.4.2.2 Moyennes mobiles sur 20 ans des débits annuels**

Comme pour les pluies, l'analyse de l'évolution depuis 1968 des débits de la Brèche et de l'Aronde, rivières voisines, par une méthode de moyennes mobiles sur 20 ans, illustre les successions de périodes de débits élevés et faibles.

Cette analyse montre sur la Figure 2-6 que l'évolution des moyennes mobiles des débits de ces deux rivières est similaire et que depuis 1968, la période de 20 ans de débit le plus bas fut celle de 1973 à 1993.

La moyenne des débits sur la dernière période de 1978 à 1998 est équivalente à celle de la période de 1970 à 1990 pour l'Aronde et est la plus forte de toutes les moyennes mobiles pour la Brèche : la moyenne des

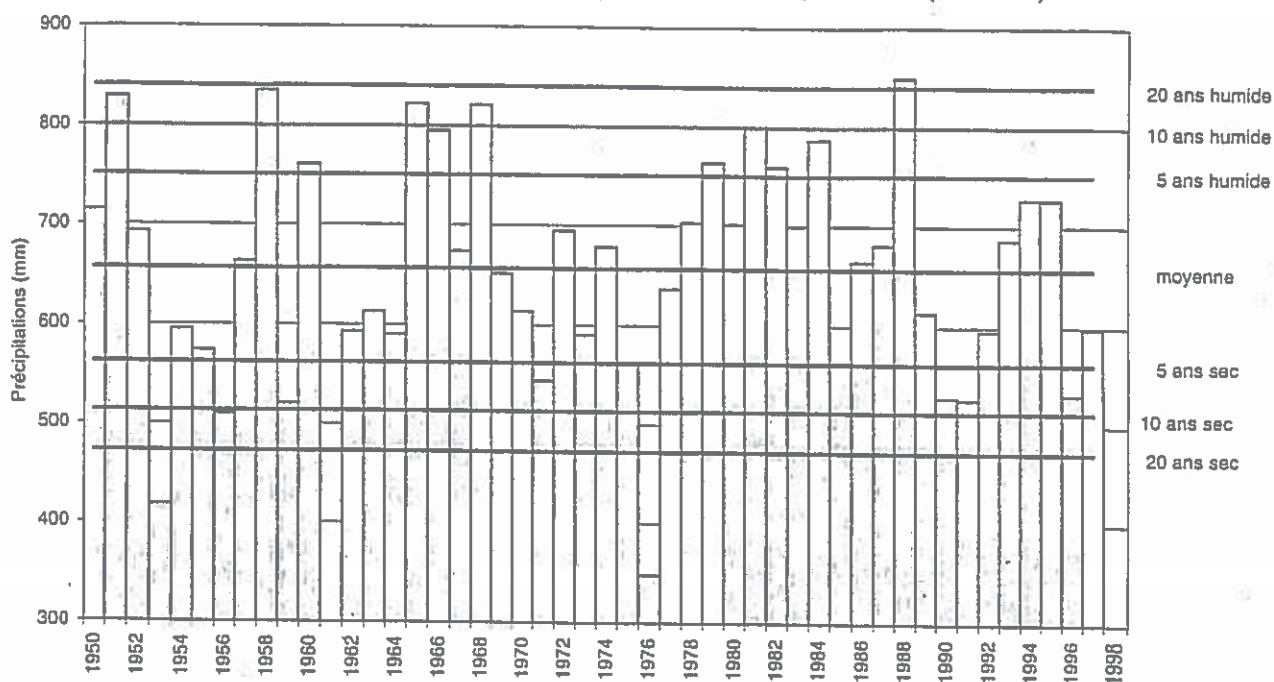
débits de la Brèche de 1978 à 1998 est la plus élevés sur la période de mesure (1968-1998)

Le Tableau 2-19 montre que les moyennes sur les périodes de 1950 à 1979 et de 1980 à 1997 ont environ 60% de chance d'être équivalentes : il n'y pas d'évolution notable des débits entre ces deux périodes.

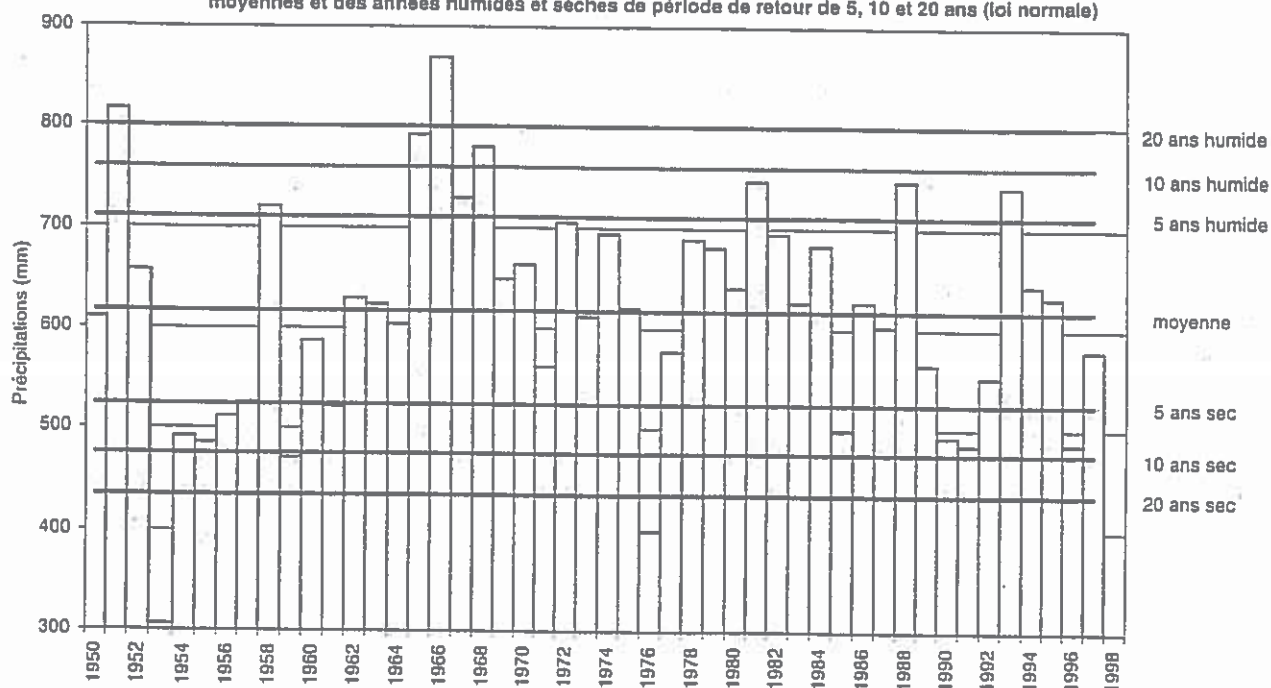
**Tableau 2-19 : Test sur la stabilité de la moyenne des débits**

Rivières	Moyenne 1968-1982	Moyenne 1983-1997	% confiance
La Brèche	1,34	1,23	57
L'Aronde	2,25	2,15	64

Poste de Breuil : Comparaisons des précipitations annuelles calendaires avec les valeurs des années moyennes et des années humides et sèches de période de retour de 5, 10 et 20 ans (loi normale)



Poste de Chevières : Comparaisons des précipitations annuelles calendaires avec les valeurs des années moyennes et des années humides et sèches de période de retour de 5, 10 et 20 ans (loi normale)



**Figure 2-5 : Comparaison des chroniques de précipitations aux valeurs des années humides et sèches de période de retour 5, 10, 20 ans**

**Figure 2-5 : (Suite) Comparaison des chroniques de précipitations aux valeurs des années humides et sèches de période de retour 5, 10, 20 ans**

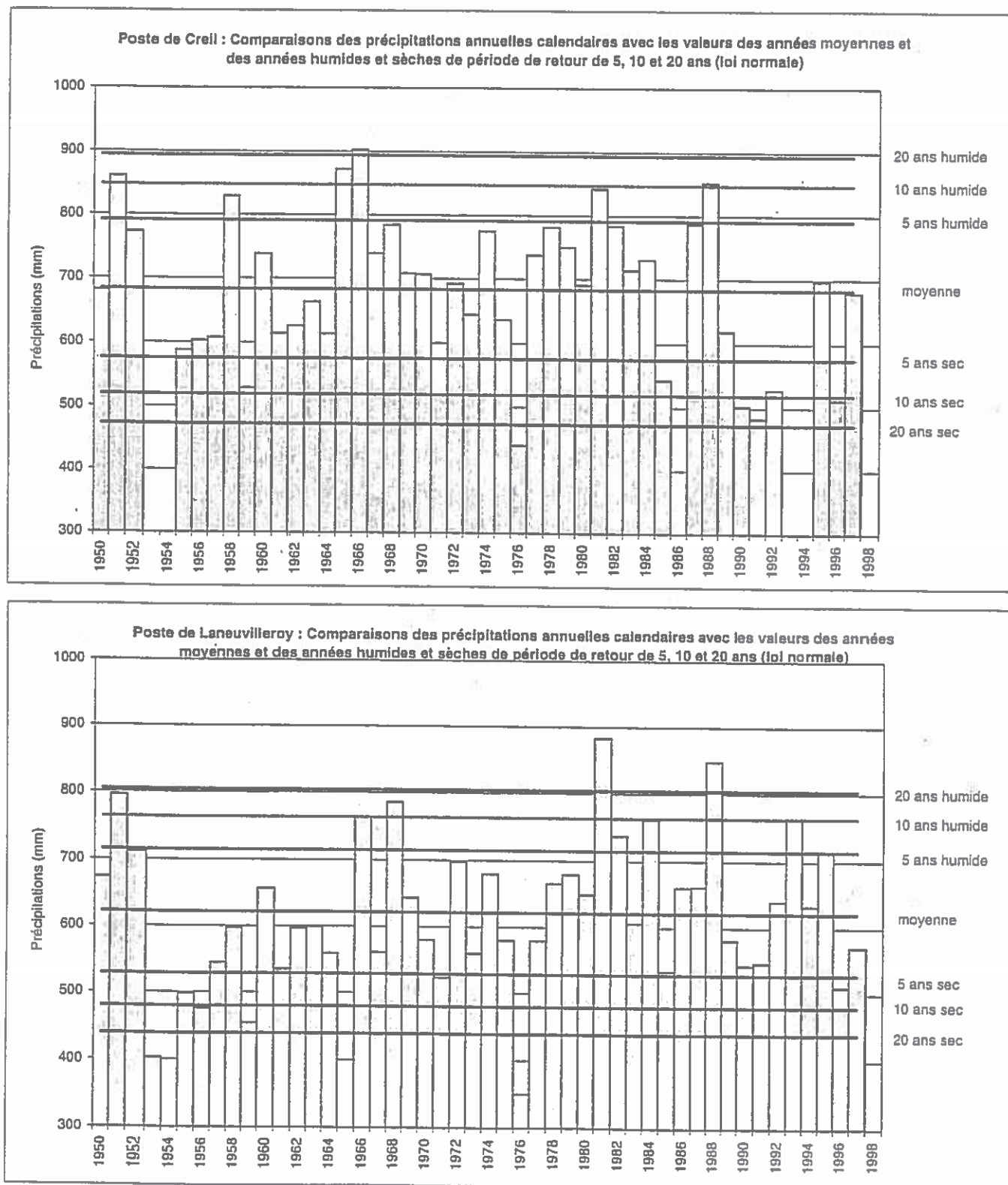


Figure 2-6 : Evolution de la moyenne mobile des précipitations et des débits

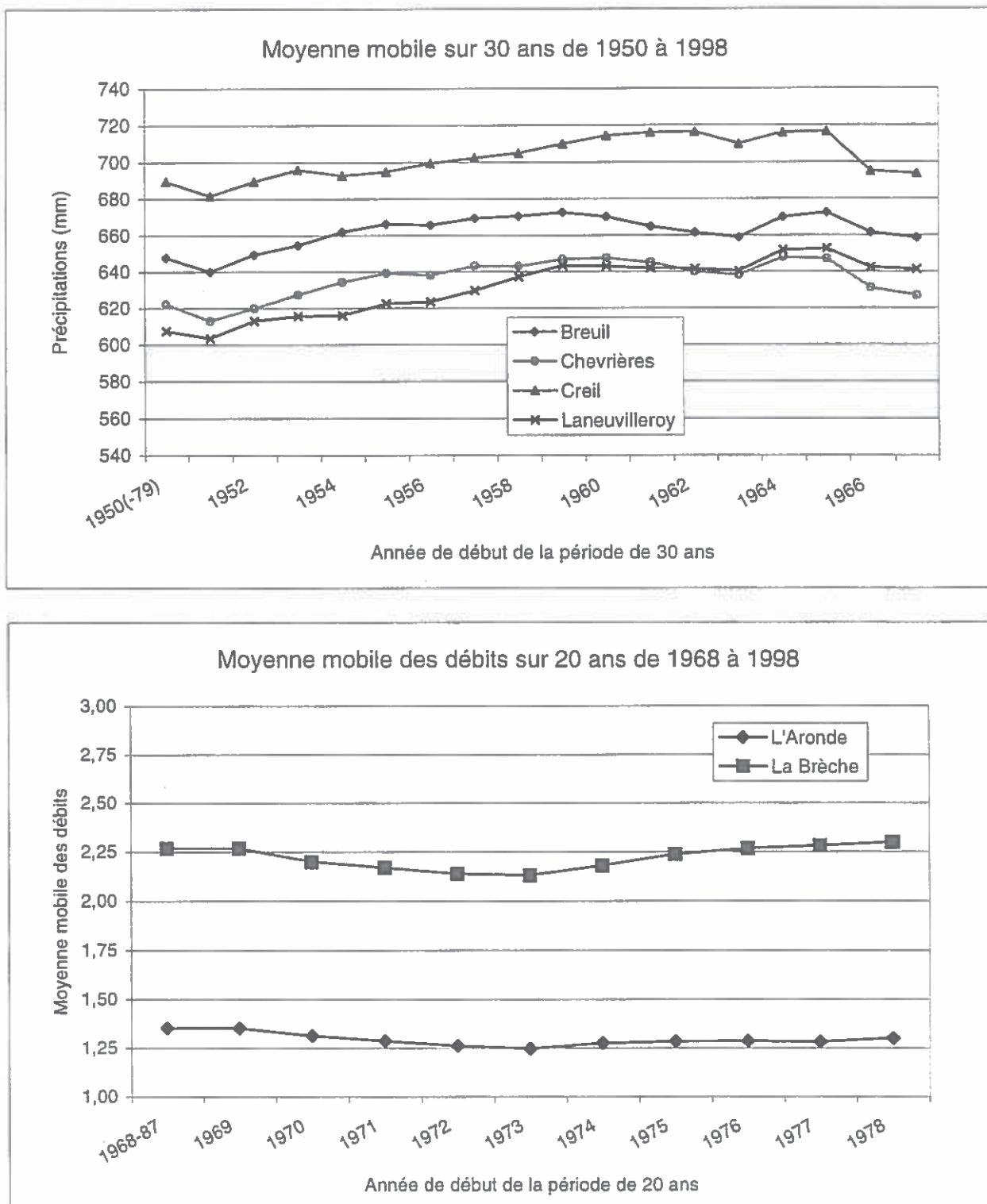
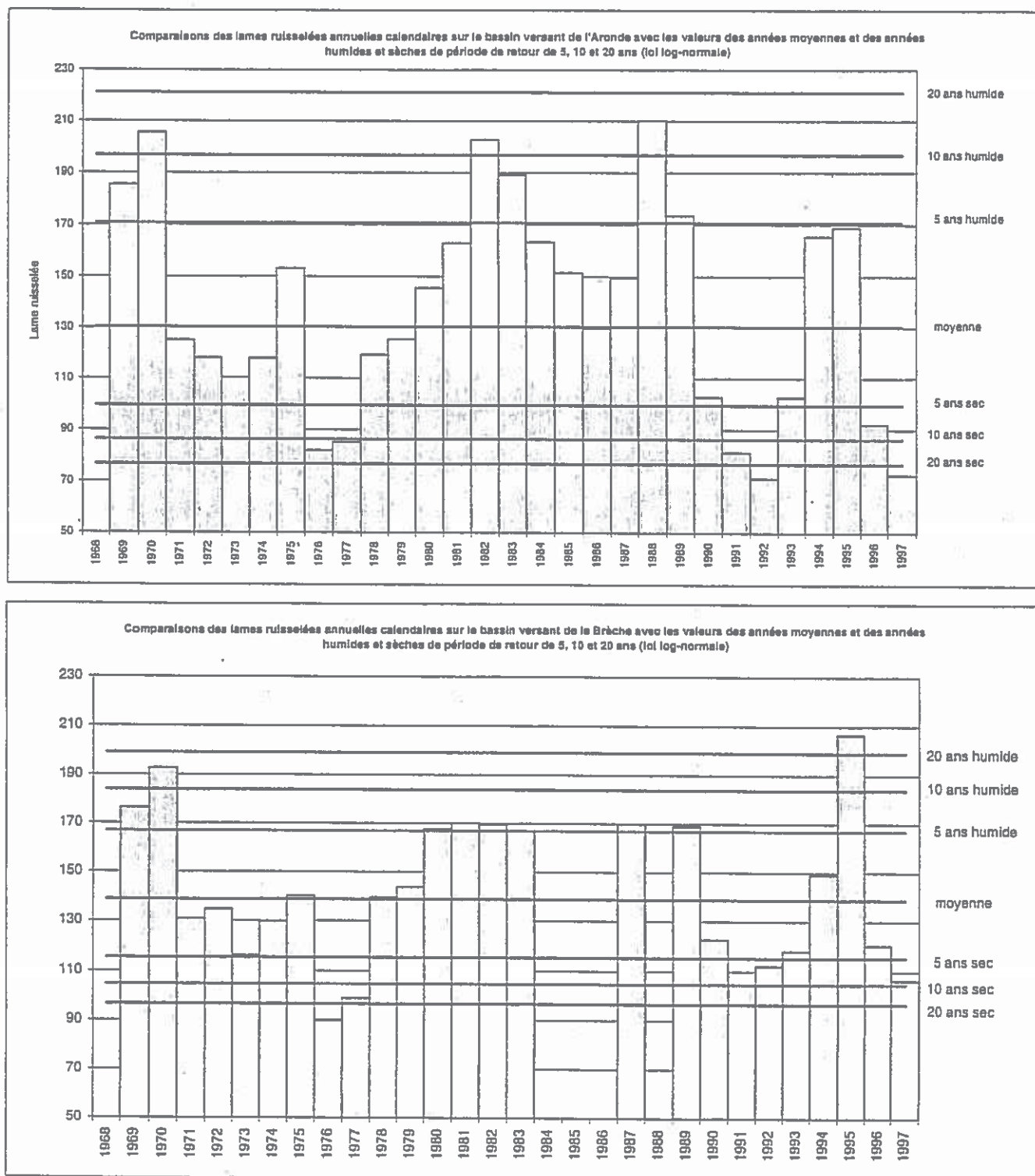




Figure 2-7 : Comparaison des chroniques de lames ruisselées aux valeurs des années humides et sèches de période de retour 5, 10, 20 ans



### 3 Suivi des niveaux d'eau dans les marais de Sacy-Le-Grand

A l'échelle des marais et des principales unités hydrauliques, le suivi du fonctionnement hydraulique fournit les éléments de compréhension des modalités d'échange entre les différents secteurs du marais, avec les cours d'eau voisins, naturels ou artificiels, et avec la nappe.

#### 3.1 Mesures limnimétriques

##### Carte 3

Un réseau d'échelles limnimétriques a été installé dans les étangs et les fossés des marais de Sacy-le-Grand. La situation des échelles est indiquée sur la carte 3. Afin de pouvoir comparer les niveaux entre eux, les échelles ont été rattachées au système NGF par un géomètre expert (SPOT France).

Les niveaux ont été relevés par différents observateurs (propriétaires ou locataires, conseillers municipaux, nos équipes à l'occasion de leur présence sur le site).

Le suivi des niveaux d'eau des marais s'est déroulé de juin 1998 à septembre 1999. L'été et l'automne 1998 ont fait l'objet d'une attention particulière. Le suivi a été plus discontinu à partir du printemps 1999 en raison des difficultés d'accès (certaines échelles étant totalement submergées).

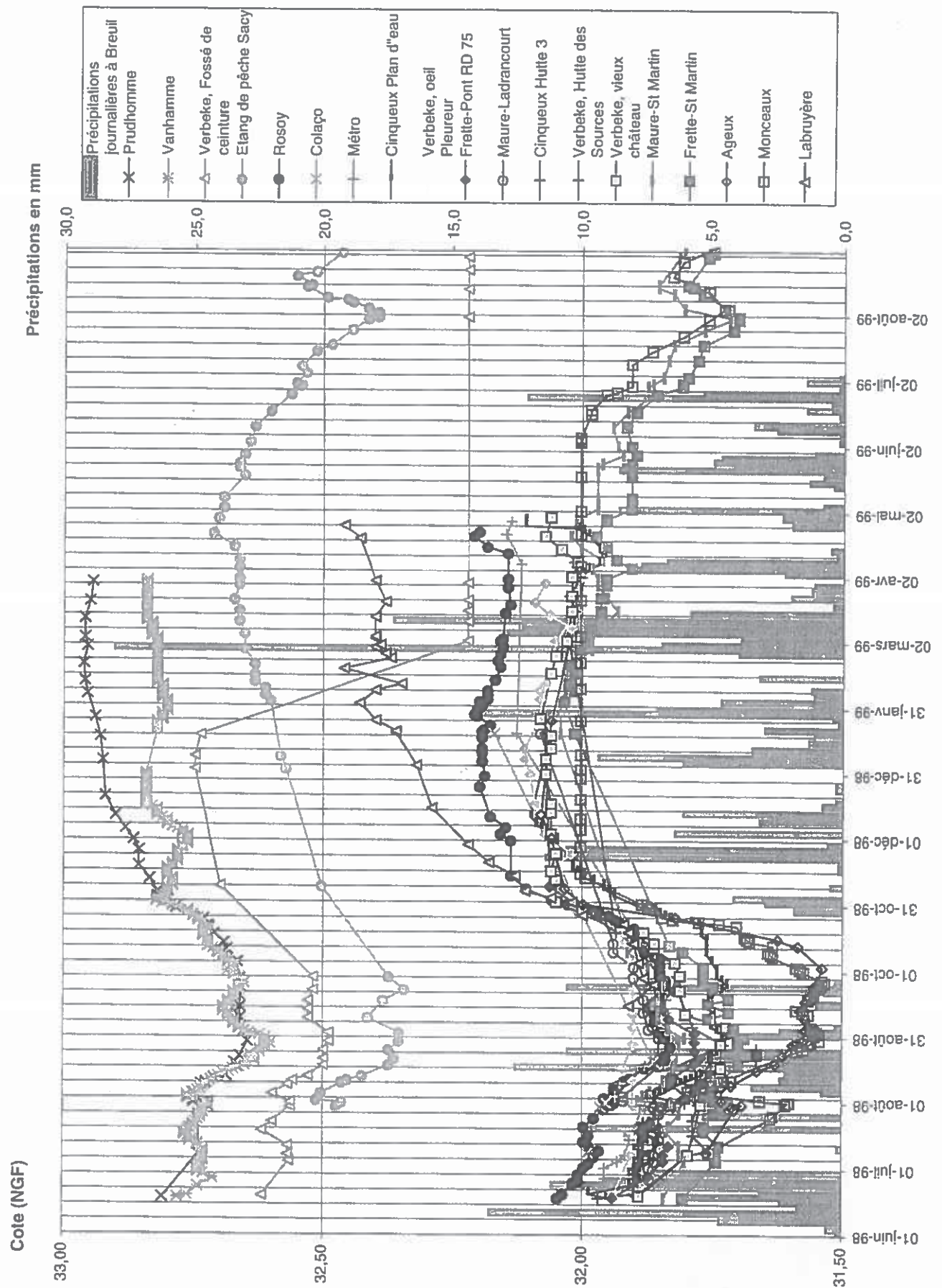
L'évolution des niveaux aux différents points de mesures est illustrée par la Figure 3-1. Les pluies représentées sont celles relevées à Breuil-le-vert. Elles sont représentatives des pluies sur les marais et aux alentours comme le montre l'annexe 8.

Globalement, on vérifie que les niveaux dans les marais de Sacy sont corrélés aux précipitations, et diminuent en été lors des périodes de forte évaporation et évapotranspiration.

On observe que certains plans d'eau présentent des comportements similaires, qui peuvent être regroupés en 4 groupes principaux selon leur localisation :

- Le Nord des Marais : Canal Maure, fossé de ceinture Verbeke, et les étangs Vanhamme, Prudhomme, Métro,
- Le centre des marais : La Frette et les étangs de la hutte des sources et du vieux château ,
- Les plans d'eau du Sud-Ouest et de l'Ouest de la Frette : Labruyère, Colaço, Rosoy, Cinqueux,
- Les étangs du Sud-Est de la Frette : Monceaux, Les Ageux.

Figure 3-1 : Suivi des niveaux sur l'ensemble du marais





## 3.2 Variation des niveaux d'eau

### 3.2.1 Le Nord des Marais : Le fossé de ceinture Verbeke, les étangs de Sacy (Vanhamme, Prudhomme, pêche) le Canal Maure et le Métro (Figure 3-2)

Les plans d'eau Vanhamme, Prudhomme, l'étang de pêche de Sacy, le fossé de ceinture Verbeke, le Métro, et le canal Maure ont des variations de niveaux similaires. Situés en limite Nord du marais, ils sont alimentés par les émergences de la nappe de la craie. Ils ne sont pas en relation directe avec l'axe de drainage principal de la Frette.

La figure 9 montre que les cotes des plans d'eau Vanhamme, Prudhomme, étang de pêche, et le fossé de ceinture Verbeke (amont barrage) sont au-dessus des cotes des autres points de mesure. Ils sont dans une zone légèrement en altitude du marais, où les niveaux d'émergence de la nappe de la craie sont assez hauts.

Bénéficiant d'une alimentation par la nappe, qui prolonge les apports en période estivale, l'amplitude des variations des niveaux lors de l'été 1998 pour cet ensemble de plans d'eau est beaucoup plus faible que celle des autres étangs.

Début février 1999, le barrage sur le fossé Verbeke s'est rompu en entraînant un rabattement des eaux de plus de 50cm, l'échelle amont étant alors dénoyée. L'impact hydraulique sur le plan d'eau Vanhamme voisin apparaît de manière peu marquée à cette époque, en raison sans doute des forts débits d'alimentation par les puits artésiens et de l'encombrement des axes d'évacuation des eaux. En revanche, en condition de faible alimentation estivale, il faut s'attendre à un abaissement plus important des niveaux dans l'étang Vanhamme par comparaison avec les étangs voisins.

### 3.2.2 Le centre des marais : La Frette et les étangs du centre (Hutte des Sources et Vieux Château) (Figure 3-3)

Les niveaux de la Frette sont assez bien corrélés aux précipitations sur les marais de Sacy. La réaction à une précipitation sur les marais est nettement visible.

Les cotes aux points de mesures de la RD 75 et de Saint-Martin sont espacées d'environ 10 cm, ce qui traduit la faible perte de charge de l'écoulement entre ces deux points de mesure espacés d'environ 4 km (pente de la ligne d'eau de l'ordre de 0,25‰).

Les cotes des plans d'eau, de la Hutte des Sources et du Vieux Château directement reliés à la Frette, ont une évolution identique à ceux de la Frette. La liaison de ces étangs à la Frette est située entre les deux points de mesure sur la Frette (au niveau de la RD 75 et au niveau de Saint-Martin), et la figure 11 montre que, logiquement, les cotes de ces deux plans d'eau sont situées entre celles de ces deux points de mesures.

Figure 3-2 : Suivi des niveaux : Le Nord des marais

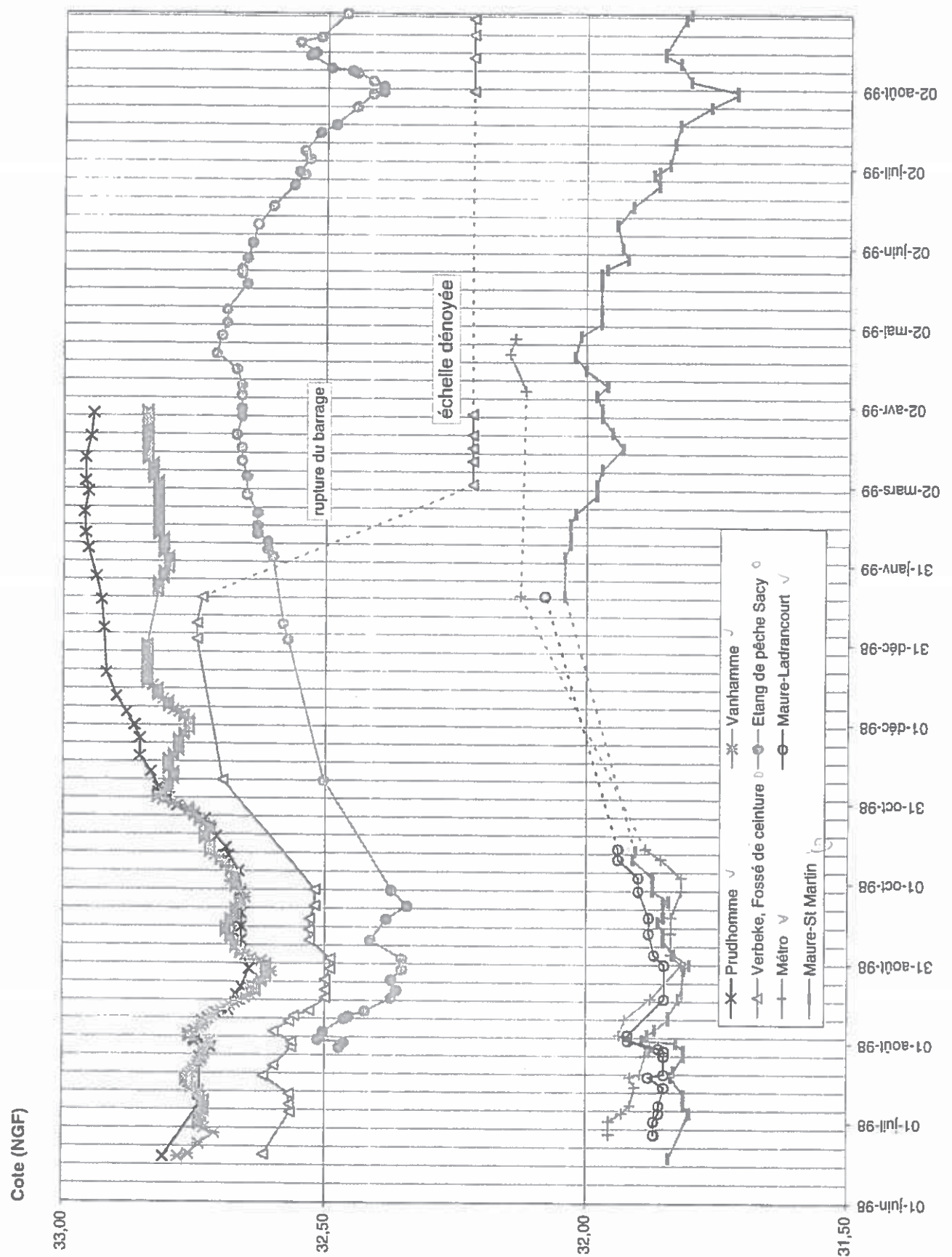
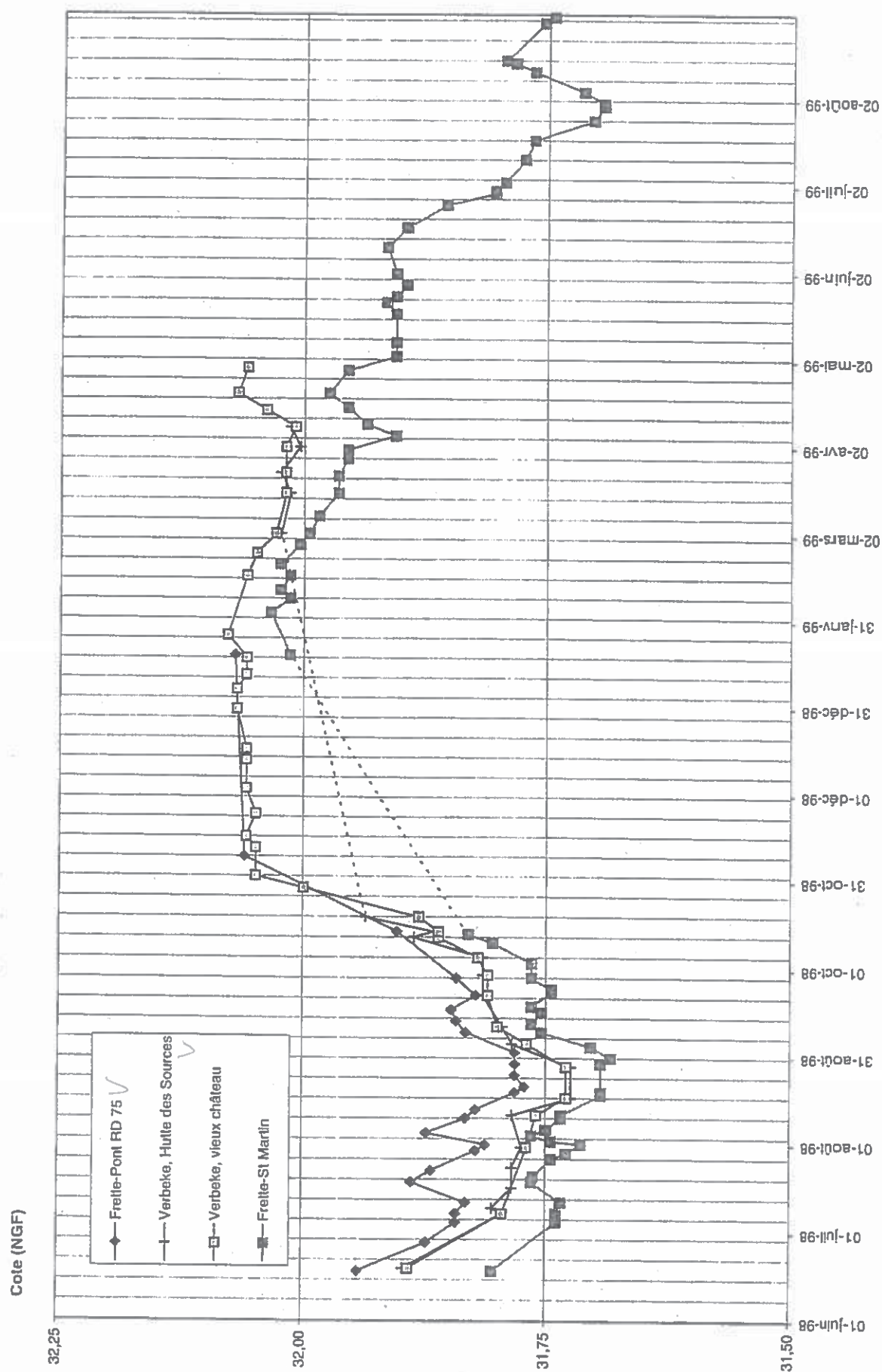


Figure 3-3 : Suivi des niveaux : Le centre des marais



### 3.2.3 Les plans d'eau du Sud-Ouest et de l'Ouest de la Frette : Rosoy, Cinqueux et Labruière, Colaço (Figure 3-4)

Dans la zone Ouest, les étangs de Rosoy et de Cinqueux, de Colaço et de Labruière ont des variations similaires dans le temps.

La figure 12 montre que les étangs de Rosoy et Cinqueux varient de manière identique : ils sont reliés entre eux par un fossé. Leur relation avec la Frette est indirecte par l'intermédiaire de plusieurs bras ou plans d'eau. Ces deux étangs sont alimentés par les ruissellements des coteaux Sud et ne sont pas soutenus par les apports de la nappe de la craie. En été, les niveaux de basses eaux peuvent être inférieurs à ceux de la Frette.

Les niveaux de l'étang de La Bruyère sont les plus élevés. Ce plan d'eau qui est au Nord de la Frette en bordure Ouest de la cuvette bénéficie d'un bassin versant relativement plus étendu que les autres, ainsi que d'apports de la nappe de la craie (présence d'anciennes cressonnières au relais de l'Aulne).

Les niveaux relevés dans l'étang Colaço sont quasiment identiques à ceux de l'étang de Rosoy ce qui paraît cohérent du fait de leur proximité en bordure de la Frette.

### 3.2.4 Les étangs du Sud-Est de la Frette : Monceaux, Les Ageux (Figure 3-5)

De faible extension et situés dans la zone Est de la cuvette et au Sud de la Frette, ces plans d'eau subissent les plus fortes amplitudes de variation des niveaux d'eau. Lors de l'été 1998, leur niveau est très inférieur à celui de la Frette.

L'interprétation des valeurs relevées en 1998 ne permet pas de mettre en évidence l'influence éventuelle de la gestion de l'ouvrage de mise en communication de la Frette avec l'étang de Monceaux (absence de manœuvre, mauvais calage des fossés ou des vannes ?).

A l'automne, on constate une réaction rapide aux précipitations de ces petits plans d'eau assez isolés.

### 3.2.5 Conclusions

#### Carte 4

L'analyse des courbes de variation des niveaux valide l'interprétation préalable de terrain et est en accord avec les résultats de l'étude hydrogéologique et les analyses chimiques des eaux (Cf. § 4). Une différenciation nette de fonctionnement apparaît entre les zones Nord et Sud de la Frette :

- une alimentation en bordure Nord par les émergences de la nappe, qui soutient les plans d'eau en période estivale. Ces plans d'eau sont les plus hauts en altitude. Le maintien des eaux est d'autant plus durable qu'il n'y a pas de communication avec la Frette,
- la Frette qui reste le drain principal de toute la cuvette. Les étangs en liaison directe sont totalement contrôlés par la capacité d'évacuation de la Frette à Saint Martin Longueau,



- une zone Sud, alimentée par les petits bassins versants des coteaux Sud et par les précipitations directes. Le drainage des plans d'eau de cette zone est plus ou moins rapide selon que leur liaison avec la Frette est plus ou moins directe. Cette zone Sud subit logiquement les plus grandes variations de niveaux. La sous alimentation estivale conduit à des plans d'eau inférieurs à ceux des mares du secteur Nord et même de la Frette.

Par ailleurs les observations sur quelques points locaux montrent :

- Qu'il est possible de retenir les eaux dans un fossé et de limiter le drainage rapide vers la Frette (exemple du « barrage » du fossé Verbeke, détruit en février 1999),
- Que des ouvrages simples peuvent permettre de contrôler localement les échanges avec la Frette (exemple de l'ouvrage de liaison du marais de Monceaux et de la Frette).

Figure 3-4 : Suivi des niveaux : Plans d'eau Sud-Ouest et Ouest de la Frette

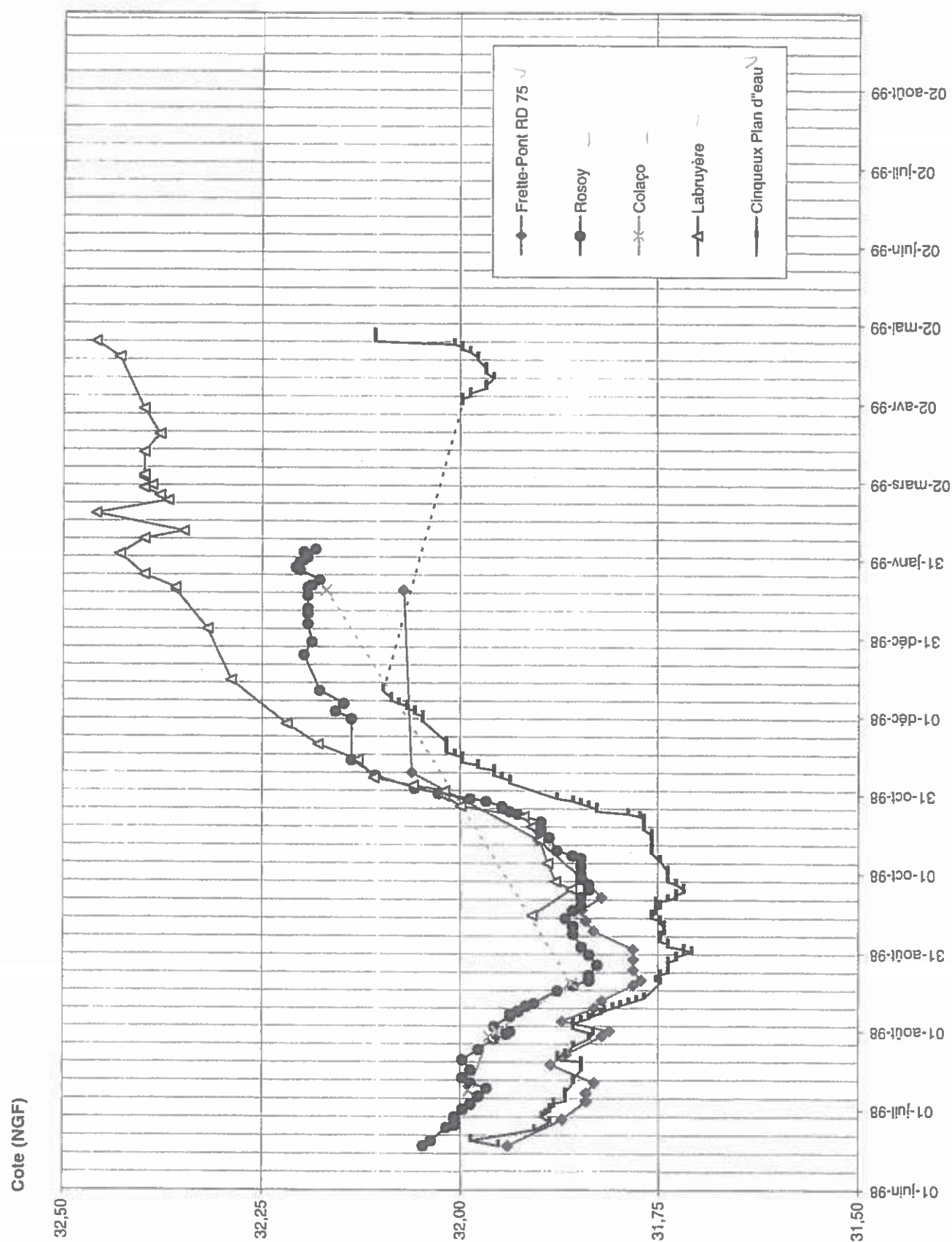
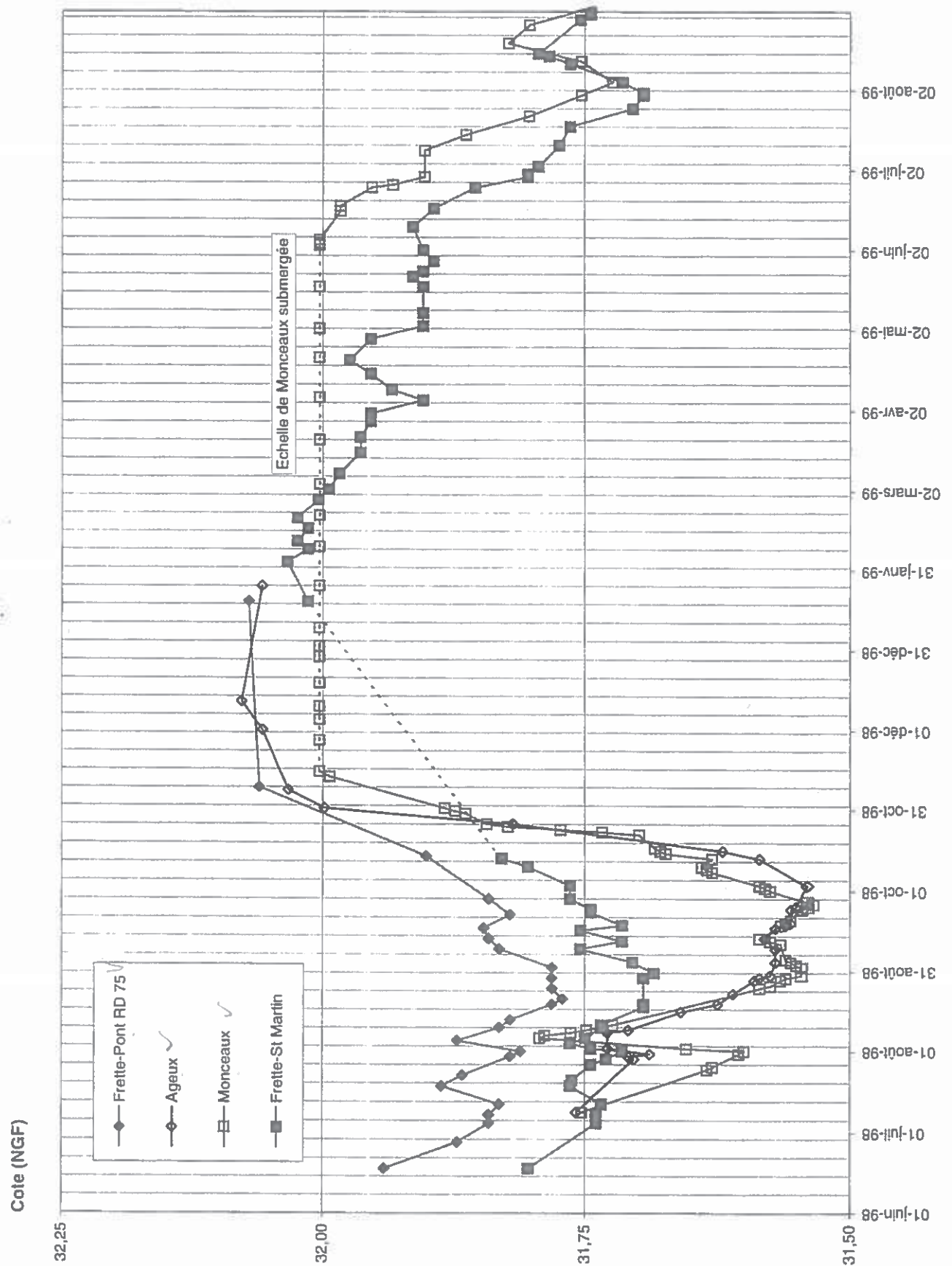


Figure 3-5 : Suivi des niveaux : Etangs du Sud-Est de la Frette



## 4 Fonctionnement hydrogéologique du marais

### 4.1 Présentation de l'étude hydrogéologique

Le présent chapitre a été rédigé par le Centre d'Informatique Géologique de l'Ecole des mines de Paris.

Les préoccupations sur le devenir des marais de Sacy Le Grand sont liées principalement à la sévérité des étiages qui se manifestent sur le terrain par l'assèchement des parties les moins profondes des plans d'eau, ce qui peut réduire de façon importante leur superficie. Le secteur sud du marais semble le plus concerné, marais de Cinqueux, de Monceaux et de Rosoy notamment.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces observations :

- Une diminution de l'alimentation en eau des marais qui serait liée aux conditions climatiques des ces deux dernières décennies
- Le développement des pompages (A.E.P ou agricoles) dans la nappe de la craie
- L'accroissement de la masse végétale qui augmenterait la quantité d'eau consommée par l'évapotranspiration durant la période estivale
- Des modifications du réseau de drainage qui aboutiraient à une élévation du débit évacué

Pour comprendre ce phénomène d'assèchement, en préciser l'origine (anthropique ou naturelle) et faire des propositions pour le réduire ou le supprimer il est d'abord nécessaire d'établir le fonctionnement détaillé de ce système hydraulique.

Le fonctionnement hydrologique des marais a une composante régionale car leur alimentation provient pour une part importante du débordement des eaux de la nappe de la craie sénonienne et dans une moindre mesure du ruissellement d'une partie des précipitations tombant sur son bassin-versant. Il est donc indispensable de quantifier ces contributions à partir d'une approche régionale adaptée aux limites naturelles des systèmes à l'origine de ces apports. La méthodologie a consisté à construire un modèle hydrologique validé sur les observations piézométriques et les débits des cours d'eau de la période 1990-1998. Cet outil a permis d'identifier les divers termes du bilan en eau, et notamment le débit d'alimentation en eau du marais provenant de la nappe de la craie.

Le fonctionnement des marais a également une dimension locale liée à l'hydraulique de l'écoulement (géométrie des diverses mares, caractéristiques du système de drainage) mais aussi aux pertes dues à l'évaporation directe des plans d'eau et à la transpiration des végétaux.



## 4.2 Cadre géologique et hydrogéologique

### 4.2.1 Cadre physique

Les marais de Sacy Le Grand se situent au contact de deux régions naturelles, le plateau Picard au nord et les monts et collines du Clermontois au sud. Le plateau Picard est un vaste glacis crayeux qui plonge régulièrement de l'altitude de 200 m vers 40 m sur la bordure des marais qui occupent une dépression elliptique (8 km sur 2 km) allongée dans la direction est-ouest. Leur superficie est voisine de 8 km<sup>2</sup> dont 1.2 km<sup>2</sup> de plan d'eau libre. Leur altitude est de l'ordre de 32 m. Des collines boisées culminant autour de 150 m bordent le sud de ces marais.

### 4.2.2 Litho-stratigraphie

La région étudiée appartient à la grande unité sédimentaire du Bassin de Paris. C'est une zone de transition entre les collines tertiaires du sud du marais et le plateau crayeux au nord. De la base vers le sommet la succession des terrains est la suivante (figure 4.2) :

- Crétacé-supérieur. Il forme le substratum de l'ensemble de la région. Dans le secteur de Sacy seul le sénonien affleure, il est constitué de craie blanche à silex noirs d'une centaine de mètres d'épaisseur.
- Thanétien. Cet horizon a une grande variété de faciès. Au voisinage des marais il est épais d'une vingtaine de mètres et comporte à sa base des sables fins et glauconieux parfois argileux ou ligniteux vers le sommet (Sables de Bracheux).
- Sparnacien. Sa partie supérieure est formée de sables fins blancs quartzeux (horizon de Sinceny) de 1 à 2 mètres d'épaisseur. On rencontre au dessous des argiles grises à bleuâtres sur une vingtaine de mètres.
- Cuisien. Formation essentiellement sableuse à intercalations argileuses coiffée par un niveau d'argiles brunes de 1 mètre d'épaisseur (Argile de Laon). L'épaisseur totale de cet ensemble est de 40 m environ.
- Lutétien. Cet étage d'une quarantaine de mètres de puissance est essentiellement formé par des calcaires marins très fossilifères que l'on désigne sous le nom de "calcaire grossier".
- Formations récentes. Les limons de plateau recouvrent presque totalement la craie du plateau Picard. Il s'agit de limons bruns argilo-sableux qui peuvent atteindre localement des épaisseurs importantes (7 m à Bailleul le Soc).  
La tourbe qui est présente dans tous le marais repose au nord directement sur les sables thanétiens et au sud sur les argiles sparnaciennes. Son épaisseur varie de 4 m au nord à moins d'un mètre vers Monceaux et le bois des Ageux.

### 4.2.3 Structure

La tectonique est peu marquée. On peut néanmoins distinguer deux rides de direction nord ouest-sud est, l'anticlinal d'Avriny suivi du synclinal d'Estrées St Denis. Au niveau du marais la craie plonge de quelques degrés vers le sud-ouest sous le tertiaire quasi-horizontal.

#### 4.2.4 Hydrogéologie

La composition lithologique des terrains permet de distinguer deux entités aquifères indépendantes, l'aquifère de la craie et le système multicouche du tertiaire. Ce dernier système est formé par le réservoir cuisien et la nappe des "calcaires grossiers" qui ne jouent pas un rôle très important dans cette étude même s'ils contribuent pour une petite part à l'alimentation en eau des marais sud. La nappe de la craie constitue la ressource en eau la plus importante et la plus exploitée de la région.

Cet aquifère auquel on doit associer les sables thanétiens est isolé des nappes du Tertiaire par l'écran argileux du Sparnacien. La perméabilité du réservoir est essentiellement assurée par la fissuration de la roche qui diminue avec la profondeur et disparaît sous recouvrement. Il en résulte que l'aquifère productif s'interrompt au sud du marais.

La nappe est alimentée par l'infiltration des précipitations tombant sur le plateau Picard, ses exutoires sont les cours d'eau de la Brèche, de l'Aronde, de l'Oise et les sources de débordement dans les marais. Le schéma hydrogéologique ci-dessous illustre ces propos.

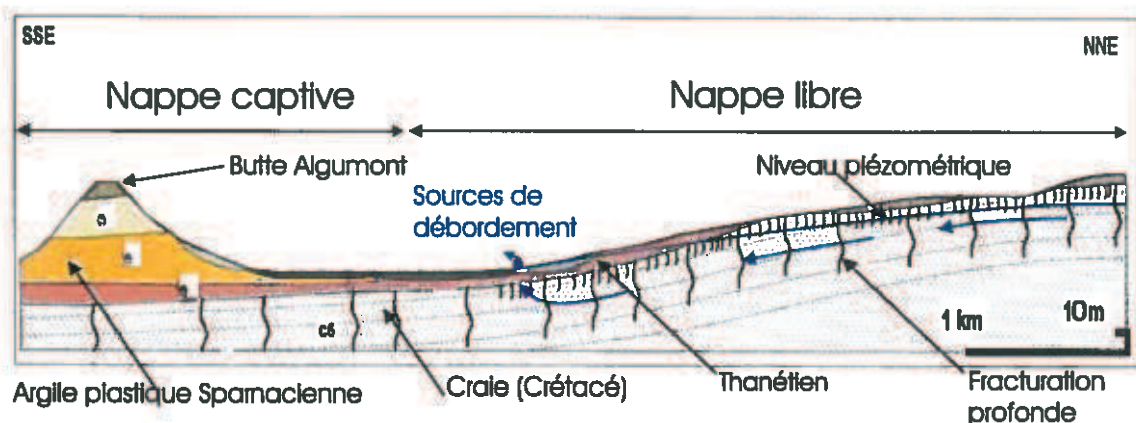
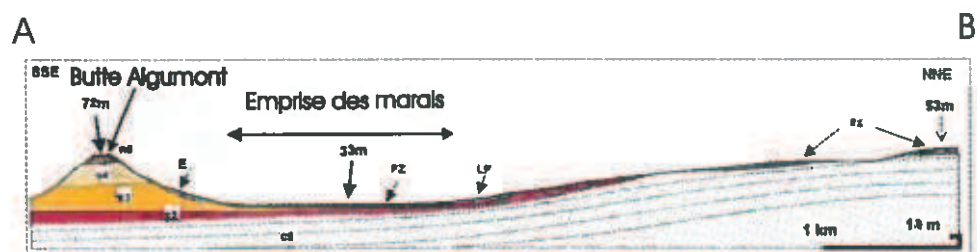
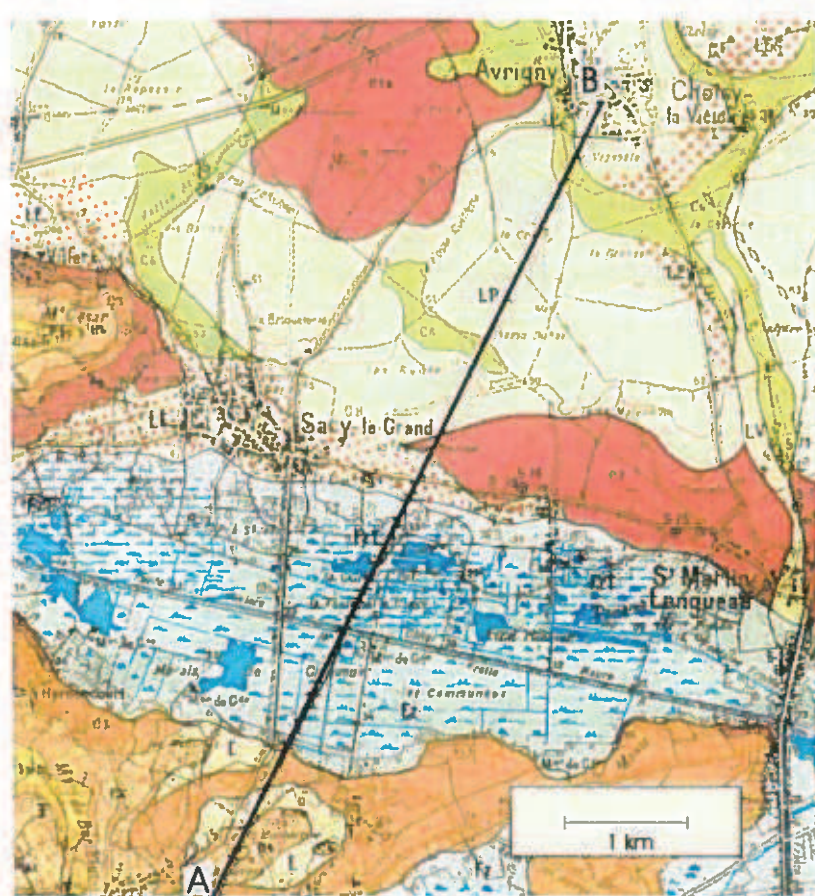


Fig. 4.1 – Contexte hydrogéologique des marais de la région de Sacy

Deux points particuliers retiendront notre attention :

- sur la moitié nord du marais la nappe de la craie se trouve en contact direct avec la tourbe du marais. C'est dans cette zone que l'on rencontre quelques sources d'alimentation des marais (Oeil pleureur, Ladrancourt).
- les argiles du Sparnacien qui débutent à peu près au niveau de la Frette jouent un double rôle. D'une part elles isolent les marais, situés au sud du canal, de la nappe de la craie qui ne peut donc pas les alimenter, d'autre part, elles limitent l'extension du réservoir crayeux productif qui a des caractéristiques hydrodynamiques très médiocres sous recouvrement.



### Légende :








	FZ : Alluvions modernes, Tourbes		e3 (Sarnacien) : Argilles et Lignites
	LP, E : Limon de plateau, Eboulis		e2a (Thanétien) : Sables de Bracheux
	e5 (Lutétien) : Calcaire glauconieux		C6 (Campanien) : Craie à Bélemnites
	e4 (Cuisien) : Sable verdâtre		

Fig. 4.2 – Contexte géologique des marais de la région de Sacy



### 4.3 Les données régionales disponibles

La présentation de ces données sera l'occasion d'un premier examen des causes possibles des étiages prononcés observés au cours de ces dernières années.

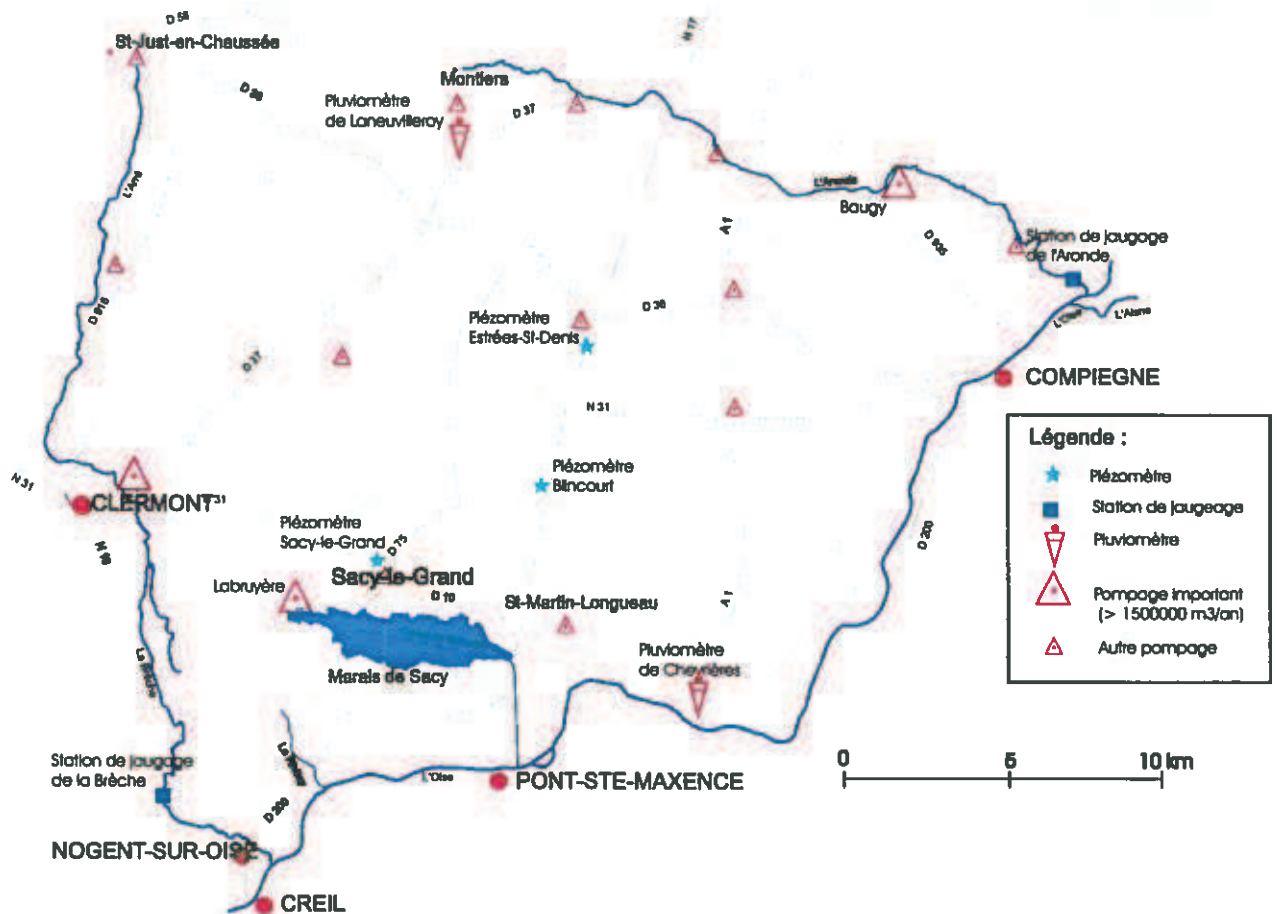


Fig. 4.3 – Situation géographique des points de mesures

Pour mener à bien cette étude les principales données utilisées ont été les suivantes :

- Les précipitations journalières mesurées aux pluviomètres de Laneuvilleroy et de Chevrières entre 1970 et 1998 (données de Météo-France).
- les valeurs d'ETP décennales <sup>1</sup> calculées par la méthode de Penman à la station de Beauvais-Tille de 1949 à 1997.
- les évolutions piézométriques relevées par le BRGM <sup>2</sup> sur trois ouvrages présents sur la zone d'étude; les piézomètres de Sacy, Blincourt et d'Estrées St-Denis.
- les historiques des pompages AEP, industriels et agricoles fournis par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (Agence de Compiègne).

<sup>1</sup>Quantité d'eau (exprimée en mm) susceptible d'être reprise par évaporation et transpiration des végétaux sur 10 jours dans les conditions où la réserve en eau du sol est supérieure ou égale à cette valeur

<sup>2</sup>Bureau de Recherches Géologiques et Minières.



- les mesures du débit sortant à l'exutoire des marais qui ont été effectuées dans le cadre de l'étude
- l'historique des débits moyens mensuels mesurés aux stations de jaugeage de la Brèche et de l'Aronde entre 1970 et 1997 (Données DIREN)

#### 4.3.1 Les précipitations

Deux postes pluviométriques sont implantés dans la zone d'étude, Chevrières, vers 31 m d'altitude en bordure de la vallée de l'Oise et Laneuvilleroy sur le plateau à 104 m d'altitude. Les précipitations annuelles enregistrées à ces deux postes sont les suivantes :

Année	Laneuvilleroy (mm)	Chevrières (mm)
1970	580	664
1971	523	562
1972	698	705
1973	560	612
1974	680	694
1975	580	621
1976	351	400
1977	580	577
1978	666	689
1979	680	681
1980	650	641
1981	883	747
1982	738	695
1983	606	627
1984	762	683
1985	534	498
1986	660	627
1987	662	603
1988	848	747
1989	581	565
1990	543	492
1991	547	484
1992	640	552
1993	763	741
1994	633	644
1995	713	632
1996	510	486
1997	571	579
1998	607	599
Moyenne	633	609

Tab. 4.1 – Historique des précipitations annuelles à Laneuvilleroy et à Chevrières (1970-1998)

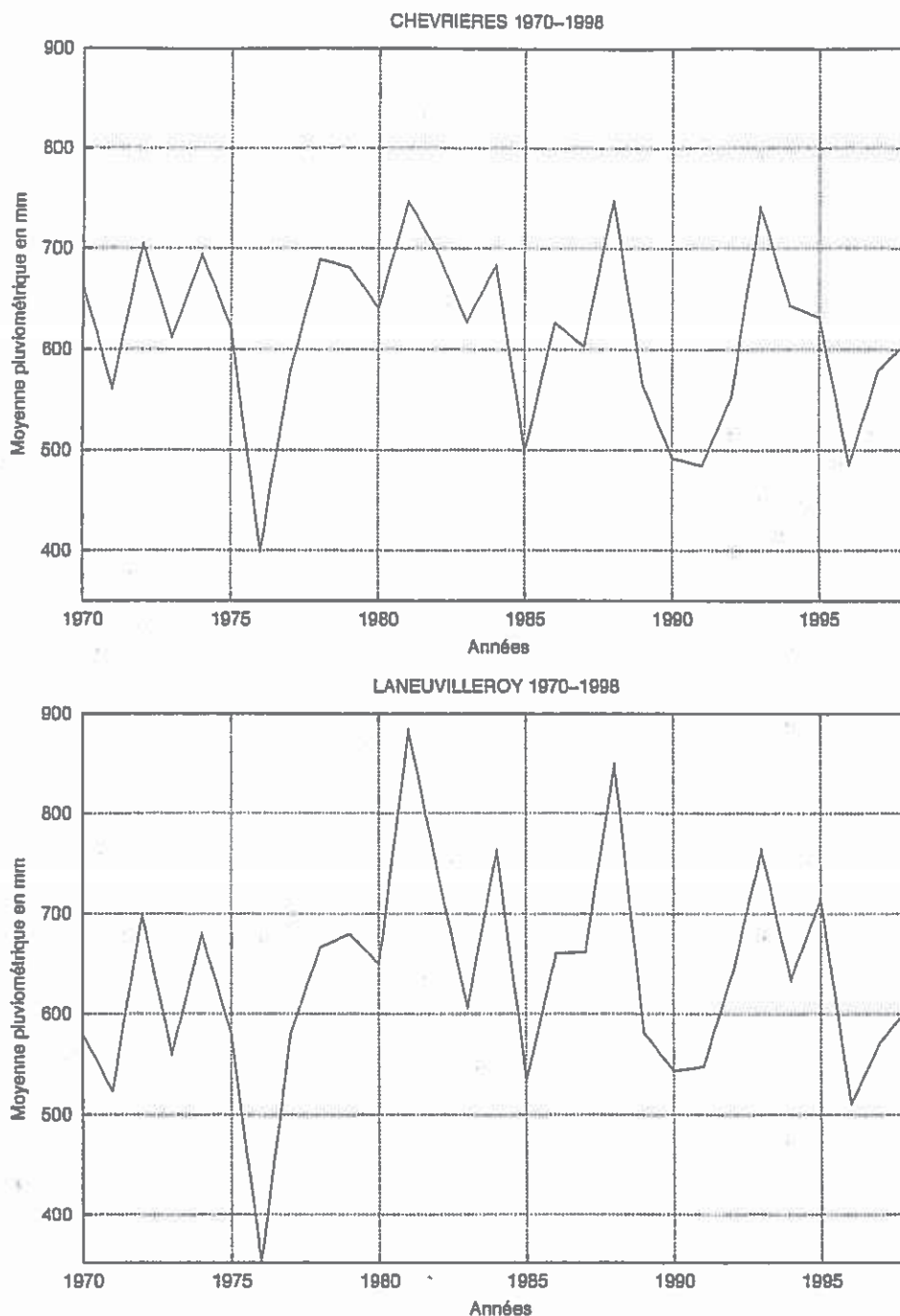


Fig. 4.4 – Pluviométrie annuelle de la période 1970-1998

La figure ci-dessus présente les variations annuelles de la pluviométrie au cours de la période 1970-1998 pour les postes de Laneuville et de Chevières. On observe que ces évolutions ne diffèrent pas fondamentalement entre les deux stations et que les moyennes sur une longue période sont très proches, 633 mm pour Laneuville et 609 mm pour Chevières. Ceci nous indique que la pluviométrie est répartie de manière relativement homogène sur le secteur étudié. L'année 1976 est la plus sèche de la période avec suivant la station, 350 à 400 mm, mais elle reste isolée dans un contexte pluriannuel plutôt humide. Les dix dernières années (1989-1998) sont les plus

déficitaires de l'historique, on y trouve les quatre années consécutives les plus sèches entre 1989 et 1992 (Moyennes de ces 4 années, 523 mm à Chevrières et 577 mm à Laneuvilleroy).

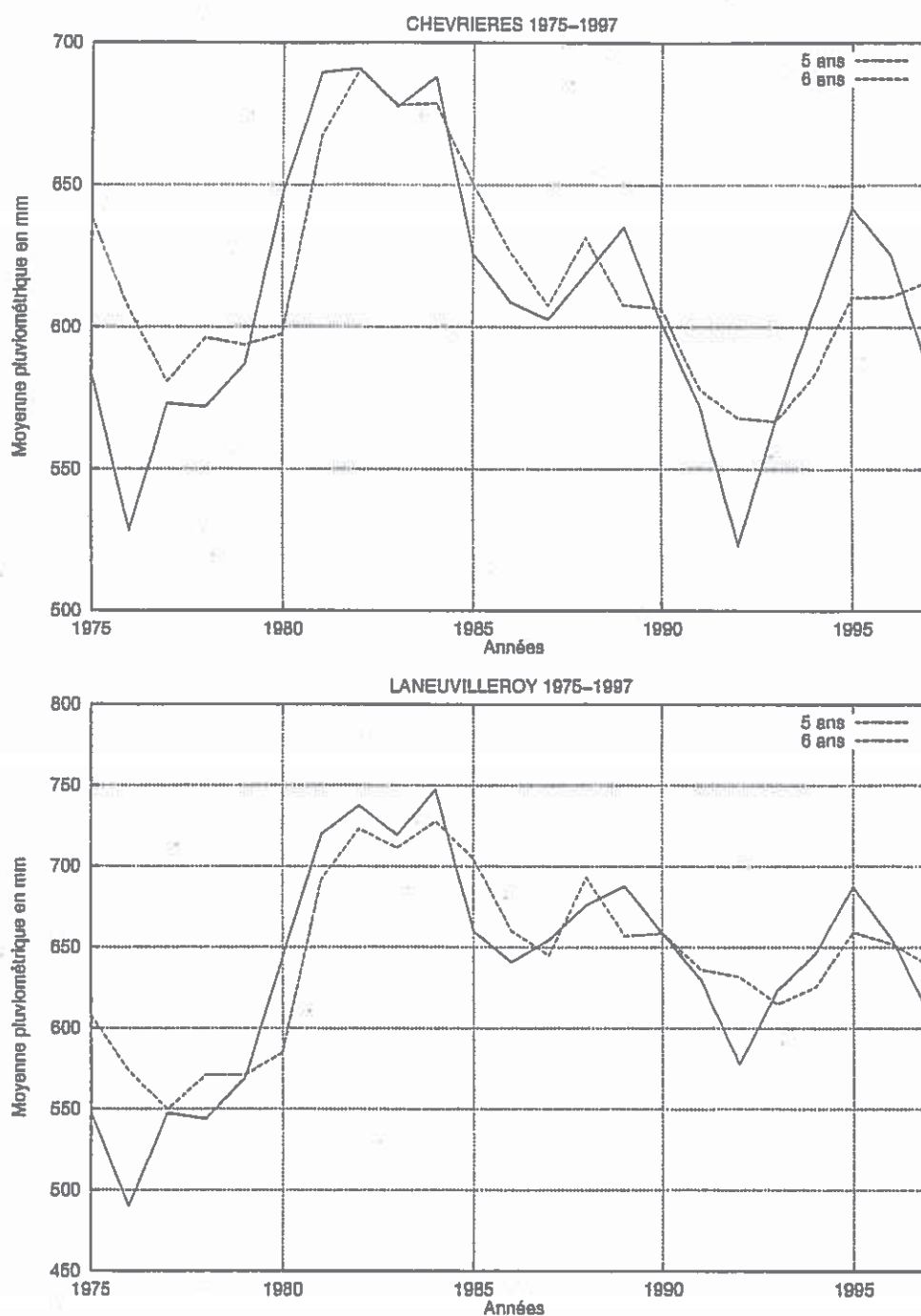


Fig. 4.5 – Evolution climatique du secteur (pluviométrie cumulée sur 5 et 6 ans)

Les graphes précédents qui donnent les moyennes mobiles (5 et 6 ans) des précipitations annuelles mettent également bien en évidence une tendance à la baisse qui s'est manifestée à partir de 1984.

### 4.3.2 L'Évapotranspiration potentielle

La plus grande partie des précipitations atteignant le sol est reprise par l'évapotranspiration qui regroupe en fait deux phénomènes. L'évaporation directe de l'eau libre (rivières, lacs, marais) et de l'eau disponible dans la partie supérieure du sol et la transpiration des végétaux qui prélèvent l'eau du sol par l'intermédiaire de leurs racines.

On distingue l'évapotranspiration potentielle (ETP) représentant la quantité d'eau évaporée par un sol avec couvert végétal dans le cas où l'eau serait disponible en abondance, et l'évapotranspiration réelle (ETR) qui est fonction de ETP et de la quantité d'eau réellement mobilisable compte tenu des précipitations. Dans les marais de Sacy, la présence constante de l'eau et l'abondante végétation font que l'ETR doit être voisine de l'ETP. Pour cette étude nous avons utilisé l'ETP décadaire Penman calculée par Météo France pour la station de Beauvais-Tille distante d'une trentaine de kilomètres des marais ce qui ne pose pas de problème particulier compte tenu du caractère peu variable de ce paramètre. Le tableau ci-dessous donne l'historique des ETP annuelles pour la période 1980-1998, la moyenne étant de 715 mm/an.

Année	ETP (mm)	Année	ETP (mm)
1980	662	1990	842
1981	638	1991	714
1982	716	1992	697
1983	726	1993	726
1984	685	1994	716
1985	686	1995	753
1986	715	1996	754
1987	641	1997	744
1988	652	1998	713
1989	775	Moyenne	715

Tab. 4.2 – Évapotranspiration annuelle à Beauvais-Tille - Météo-France

A l'échelle de l'année, on observe que c'est au cours des mois d'été que l'ETP est la plus forte car l'activité des végétaux est importante et la température de l'air est élevée.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Année
11	17	45	75	102	112	126	109	63	33	12	9	715

Tab. 4.3 – Moyenne des ETP mensuelles en mm (1980-1998)

Le graphe ci-dessous présente simultanément les ETP cumulées des mois de Mai à Août ainsi que ces mêmes ETP diminuées des précipitations tombées durant cette période ce qui correspond en fait au déficit en eau.



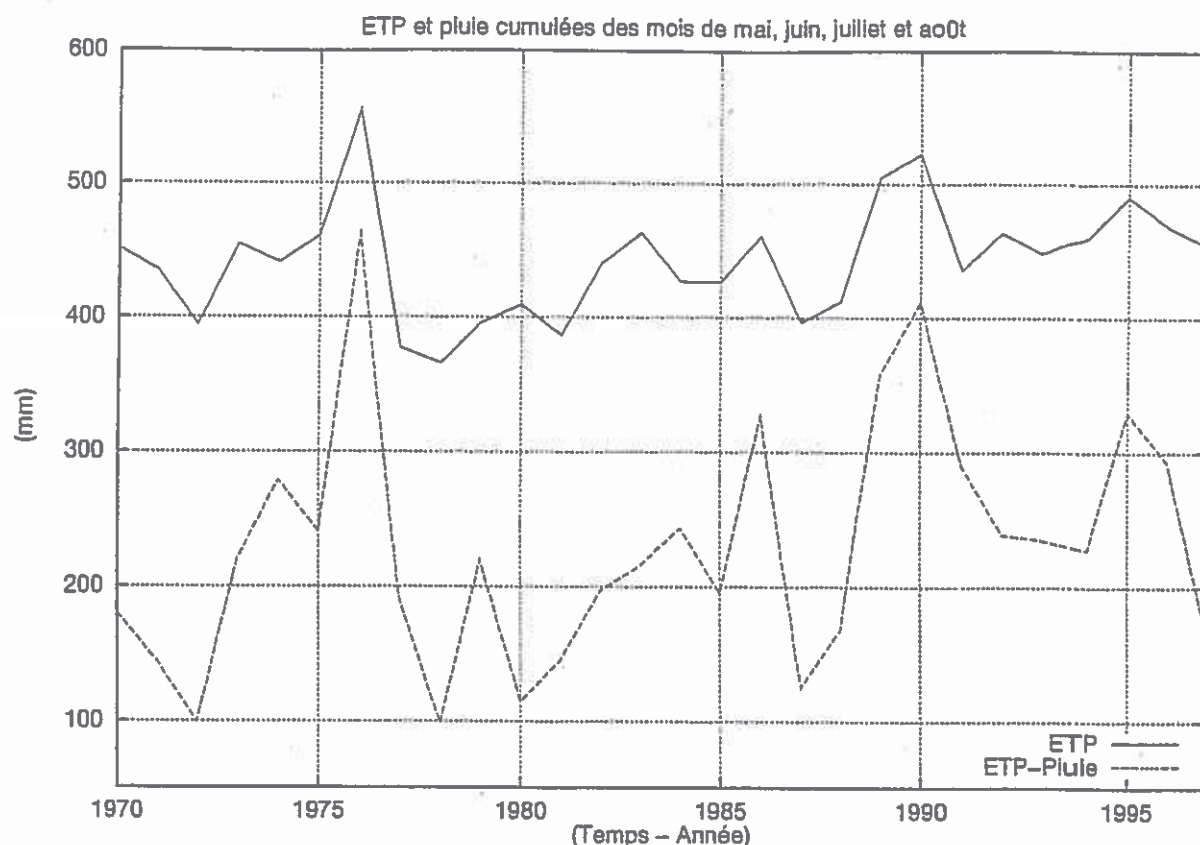


Fig. 4.6 – ETP et déficit en eau (ETP-P) cumulés des mois de mai à août  
(Période 1970-1997)

Deux points sont à retenir :

- L'ETP estivale a tendance à augmenter depuis 1977. Elle a gagné près de 100 mm au cours de ces vingt dernières années. Ceci est la conséquence de l'élévation de la température estivale observée durant ces deux dernières décennies.
- L'effet conjugué de la baisse des précipitations et de l'augmentation de l'ETP durant la période estivale conduit à une augmentation du déficit en eau

#### 4.3.3 La piézométrie

Les historiques piézométriques des trois piézomètres de surveillance de la craie présents sur le domaine d'étude sont tracés ci-après. L'évolution de la partie amont de la nappe est représentée par le piézomètre d'Estrée-St-Denis, la partie intermédiaire par celui de Blincourt et la partie aval par l'ouvrage de Sacy-le-Grand.

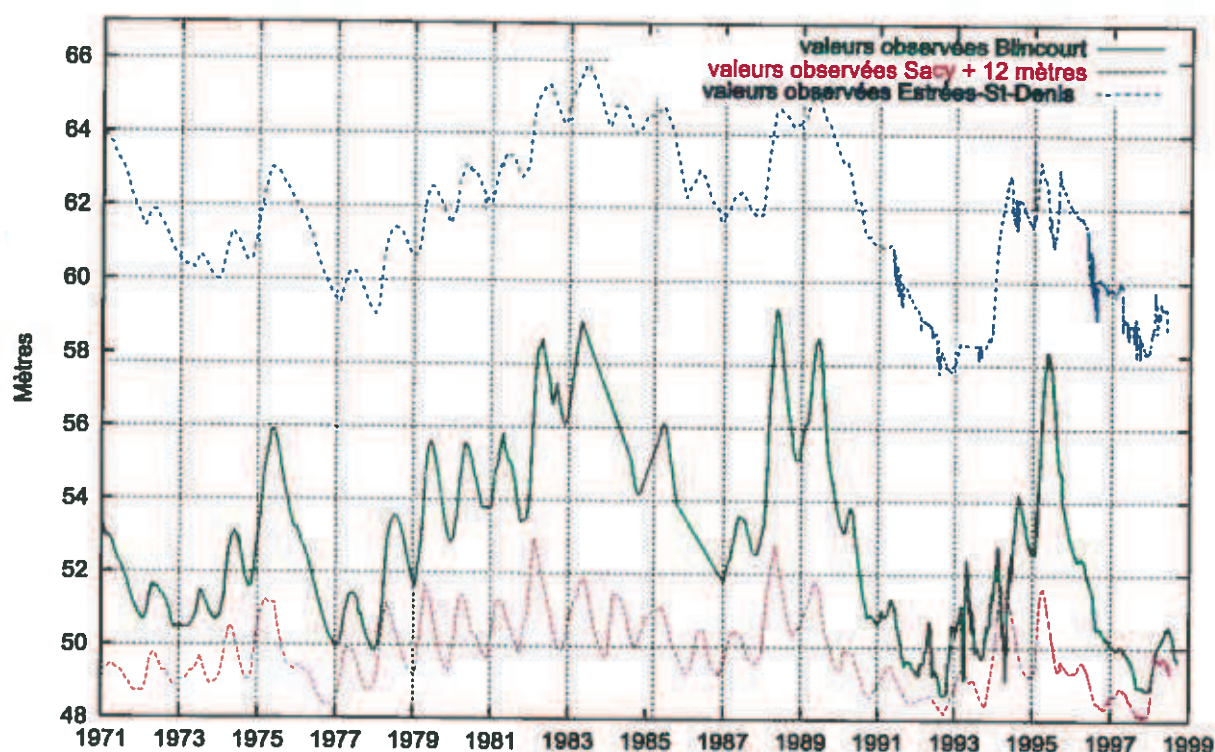


Fig. 4.7 – Evolution piézométrique à Blincourt, Estrées et Sacy. Données ABSN

La nappe est soumise à deux types d'évolution :

- des variations annuelles saisonnières avec des hautes eaux généralement en mars et des basses eaux en fin d'année
- des variations interannuelles qui représentent les tendances à long terme de la nappe, elles sont d'autant plus perceptibles que l'on est en amont de l'aquifère

Le piézomètre de Sacy traduit le mieux la situation hydrologique des marais car il en est le plus proche. Sur cet ouvrage les années 1976, 1992 et 1997 apparaissent les plus sévères. La succession d'années sèches constatée après 1990 affecte de manière très significative le niveau de la nappe de la craie. L'épisode humide de 1994-1995 n'empêche pas la nappe d'atteindre en 1997 un niveau exceptionnellement bas.

#### 4.3.4 Le débit des cours d'eau

Deux stations de jaugeages sont disponibles pour l'étude, elles sont situées sur l'Aronde et la Brèche au voisinage du confluent avec l'Oise (figure 4.3). Ces deux stations sont gérées par la DIREN.

Nom	Z (m)	Surface B.V $km^2$	Q moyen 70/97	Q moyen 90/97	Q sp. $l/s/km^2$
Brèche	40	468	2210 l/s	2090 l/s	4.72
Aronde	33	284	1254 l/s	1005 l/s	4.41

Tab. 4.4 – Caractéristiques principales des stations de jaugeages

Ces cours d'eau ont un écoulement très régulier puisque dans une même année le

débit moyen mensuel le plus élevé est moins de 2 fois supérieur au débit d'étiage. Ce comportement particulier est lié à la perméabilité de la couverture crayeuse qui interdit tout ruissellement important et à l'origine souterraine des eaux écoulées par la rivière. Le débit spécifique de la Brèche est un peu supérieur à celui de l'Aronde (7%) ce qui est normal dans la mesure où le B.V de la Brèche est un peu plus arrosé.

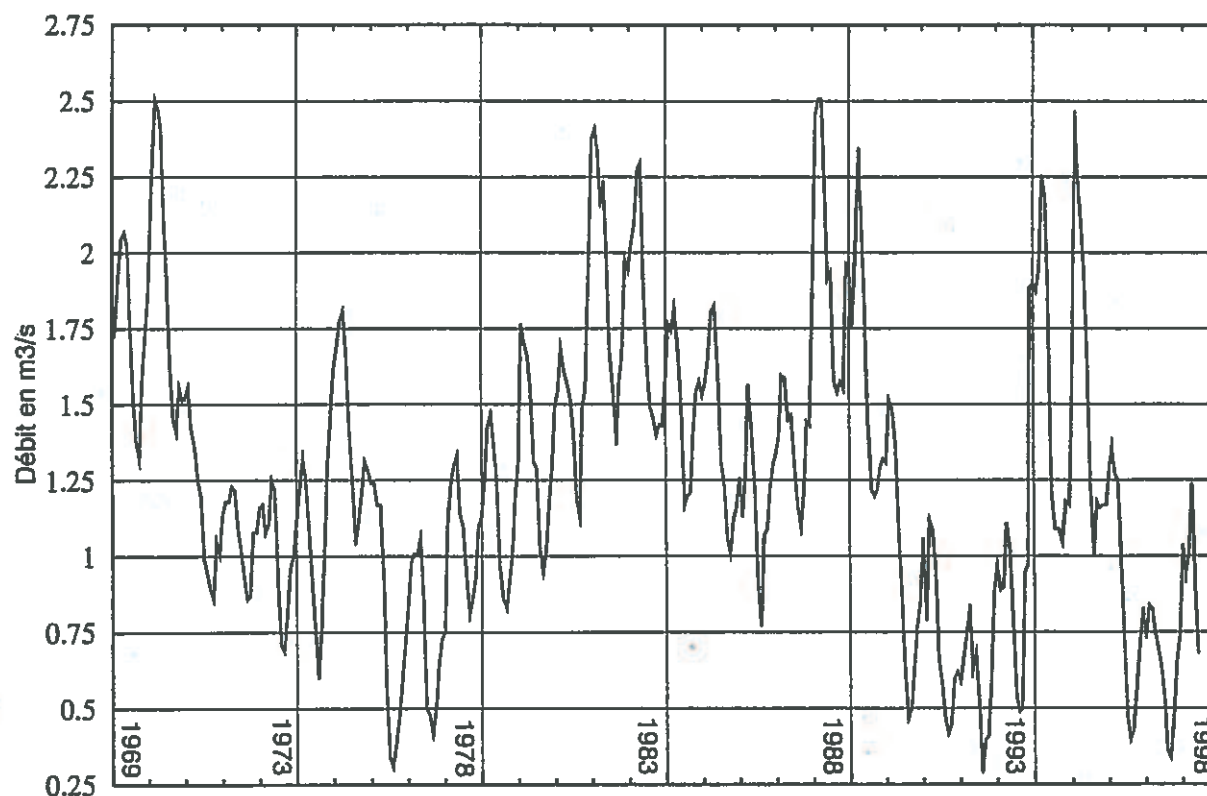


Fig. 4.8 – Débit de l'Aronde à Clairoix (1969 - 1998) Données DIREN

L'historique des débits moyens mensuels de la Brèche ou de l'Aronde (figure 4.8) sont très voisins de celui des précipitations. On peut par exemple remarquer que les étiages les plus sévères correspondent aux années les plus sèches (1976-1992-1997).

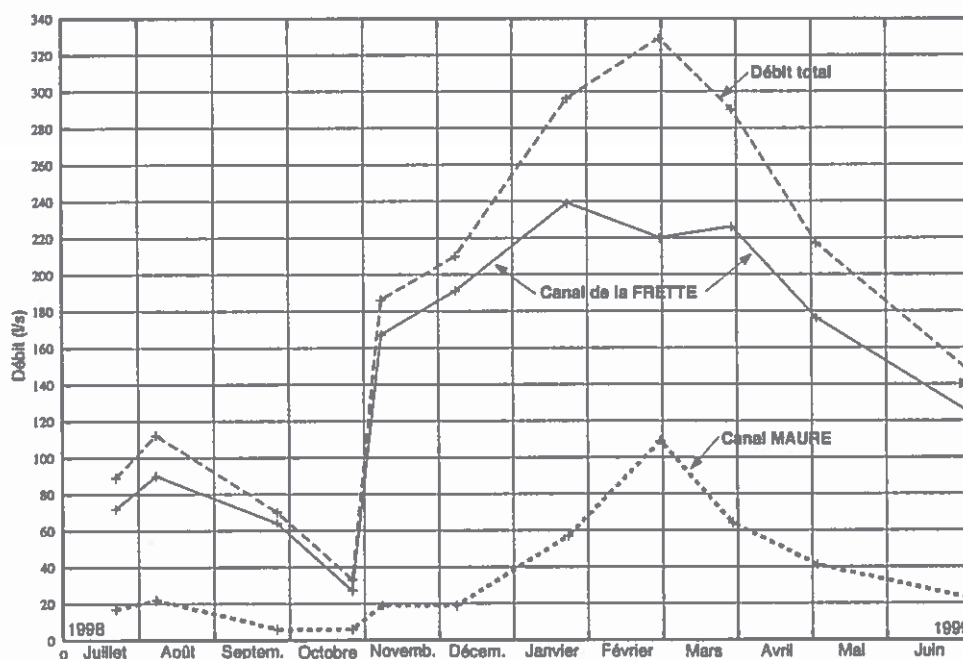
#### 4.3.5 L'écoulement à l'exutoire des marais

L'ensemble du système hydraulique des marais est drainé par le canal de la Frette et le canal Maure qui se rejoignent au niveau de St Martin Longueau. Le canal de la Frette est le plus important puisqu'il traverse l'ensemble de la zone humide sur plus de 6 km alors que le canal Maure ne concerne que la terminaison est. Ces canaux constituent les seuls exutoires naturels visibles des marais puisque les fuites souterraines vers l'ouest, l'est ou le sud peuvent être considérées comme insignifiantes voire nulles en raison du contexte hydrogéologique. Pour identifier le débit sortant de l'ensemble des marais nous avons mesuré le débit de ces deux canaux à l'exutoire du système c'est à dire au niveau de St Martin Longueau. Une douzaine de jaugeages ont été réalisés

entre les mois de juillet 1998 et juillet 1999. Les résultats de ces mesures effectuées au micromoulinet sont présentés dans le tableau et la figure qui suivent.

Date	Canal de la Frette (l/s)	Canal Maure (l/s)	Débit Total (l/s)
21/07/98	72	17	89
06/08/98	90	22	112
23/09/98	64	6	70
23/10/98	27	6	33
04/11/98	167	19	186
04/12/98	191	19	210
18/01/99	239	57	296
24/02/99	220	109	329
25/03/99	226	64	290
29/04/99	176	41	217
30/06/99	123	22	145

**Tab. 4.5** – Résultats des jaugeages réalisés sur la Frette et le Canal Maure à St-Martin-Longueau entre Juillet 1998 et juillet 1999



**Fig. 4.9** – Evolution des débits écoulés à l'exutoire des marais (juillet 1998 - juillet 1999)

On notera que la mesure du mois d'octobre (23/10/99) est une valeur par défaut car des feuilles formaient un barrage qui rendait le régime d'écoulement non permanent. L'ensemble de ces résultats montre que le régime d'écoulement est assez irrégulier et qu'il est en moyenne annuelle de l'ordre de 220 l/s.



### 4.3.6 L'exploitation des eaux des la nappe de la craie

Les données utilisées pour établir cet historique proviennent essentiellement du bureau de Compiègne de l'Agence de Bassin Seine Normandie. Elles sont détaillées dans l'Annexe 9. La qualité de ces informations est variable, les plus incertaines étant probablement les pompages agricoles de la bordure nord du marais entre Sacy et Saint Martin Longueau. Les derniers éléments fournis par Mr Cugnière précisent les consommations agricoles en bordure du marais, sur la commune de Sacy le Grand (Annexe 9). On constate une faible variabilité de ces prélèvements. Dans ce secteur, les compteurs viennent à peine d'être installés et les valeurs maximales de consommation sont estimées à 100 000 m<sup>3</sup>/an par exploitant. Nous discuterons plus loin des conséquences de ces imprécisions sur les résultats de l'étude. L'historique des prélèvements sur la période 1990-1998 s'établit ainsi :

Secteur	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Aronde	80	80	81	88	91	100	98	95	95
Brèche	91	91	93	102	90	92	95	93	93
Plateau	22	22	22	21	20	23	21	20	20
Sacy	66	68	75	78	75	78	80	75	75
Total	259	261	271	289	276	293	294	283	283

Tab. 4.6 – Historique de l'exploitation de la nappe de la craie [Débits en l/s]

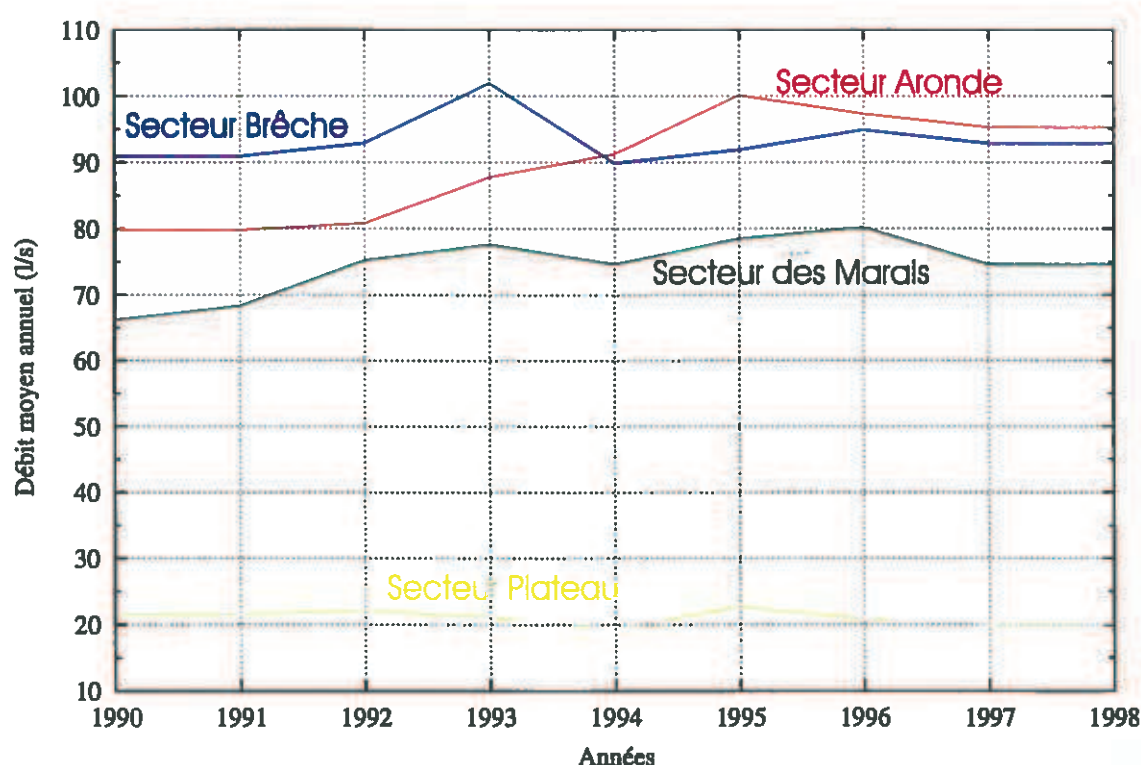


Fig. 4.10 – Historique des pompages au cours de la période 1990-1997

Ces données ne montrent pas d'augmentation significative des prélèvements par pompage dans la nappe de la craie au cours de ces neuf dernières années puisqu'ils sont

restés voisins de 280 l/s soit 9 000 000 m<sup>3</sup>/an.

#### 4.3.7 Conclusion

Au terme de cette présentation des informations disponibles et de leur commentaire il apparaît que les entrées naturelles d'eau dans le système (Précipitations moins évapotranspiration) sont plutôt en diminution au cours de ces vingt dernières années. Cette diminution des apports étant à la fois le fait d'une baisse de la pluviométrie et d'une augmentation de l'ETP estivale.

Les prélèvements par pompage qui commandent, avec les apports, l'évolution du système (niveau des nappes et des étangs, débits écoulés par les cours d'eau) étant demeurés stables au cours de ces dix dernières années il semblerait donc que les nuisances observées aient une origine climatique plutôt qu'anthropique. Cette analyse préliminaire semble confirmée par l'examen des observations de terrain (piézométrie de la craie, débits des cours d'eau). Le travail de modélisation qui a été réalisé et que nous allons maintenant décrire va nous permettre de consolider ou d'infirmer cette interprétation préliminaire.

Il est regrettable que nous ne disposions pas d'un historique des niveaux des plans d'eau qui pourrait être opposé aux observations climatologiques et hydrologiques. Les seules informations sur ce sujet sont très subjectives et ont probablement évolué avec le temps selon l'intérêt porté aux plans d'eau.

### 4.4 Modélisation régionale

Le but de la modélisation hydrogéologique régionale est de quantifier les divers modes d'alimentation du marais c'est à dire les apports issus du milieu souterrain et ceux qui ont pour origine le ruissellement des eaux tombant sur son bassin versant. Pour ce faire nous avons construit et calé un modèle mathématique permettant de simuler à la fois les écoulements superficiels et souterrains en utilisant le "MODèle COUplé" [logiciel MODCOU] mis au point à l'Ecole des mines de Paris. Le modèle comprend donc deux domaines :

- le domaine de surface, où s'effectue le routage des eaux superficielles
- le domaine souterrain chargé de simuler les écoulements se produisant au sein de l'aquifère de la craie

Ces deux couches sont discrétisées dans l'espace au moyen de mailles carrées de différentes tailles afin de s'adapter au problème posé et à la densité des informations disponibles. Ce maillage est également utilisé pour calculer de manière discrète les différentes fonctions schématisées et décrites ci-après :

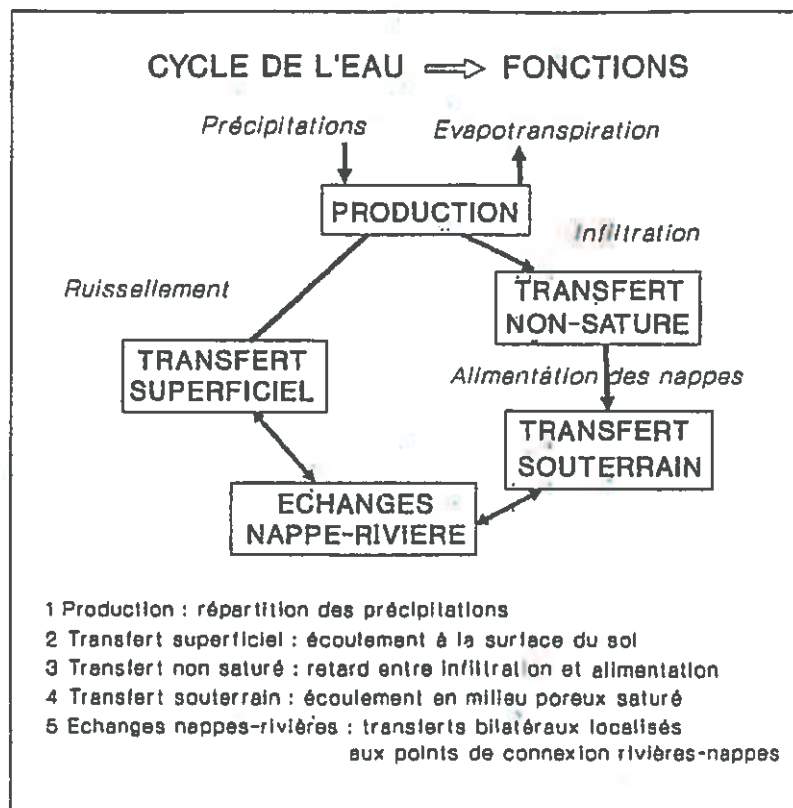


Fig. 4.11 – Fonctions du Modèle Couplé

- la fonction production dont le rôle est d'établir à partir des caractéristiques du sol et des précipitations journalières la part du ruissellement, de l'infiltration et de l'évapotranspiration ;
- la fonction transfert superficiel qui achemine l'eau ruisselée d'une maille à l'autre suivant les directions de drainage impliquées par les pentes topographiques ;
- la fonction de transfert souterrain qui simule l'écoulement dans les aquifères selon la loi de Darcy ;
- la fonction de transfert non-saturé qui calcule le temps de transfert de l'eau entre la surface du sol et la zone saturée ;
- enfin la fonction échange nappe-rivière qui gère la relation entre les aquifères et le réseau hydrographique.

#### 4.4.1 Géométrie du domaine modélisé

Les deux couches du modèle ont la même extension géographique, elles concernent une partie des bassins versants de la Brèche, de l'Aronde, et de l'Oise et la totalité du bassin versant des marais ce qui représente un total de 547 km<sup>2</sup>. Chaque couche est discrétisée en 1766 mailles carrées de 100 m, 500m et 250 m de côté.

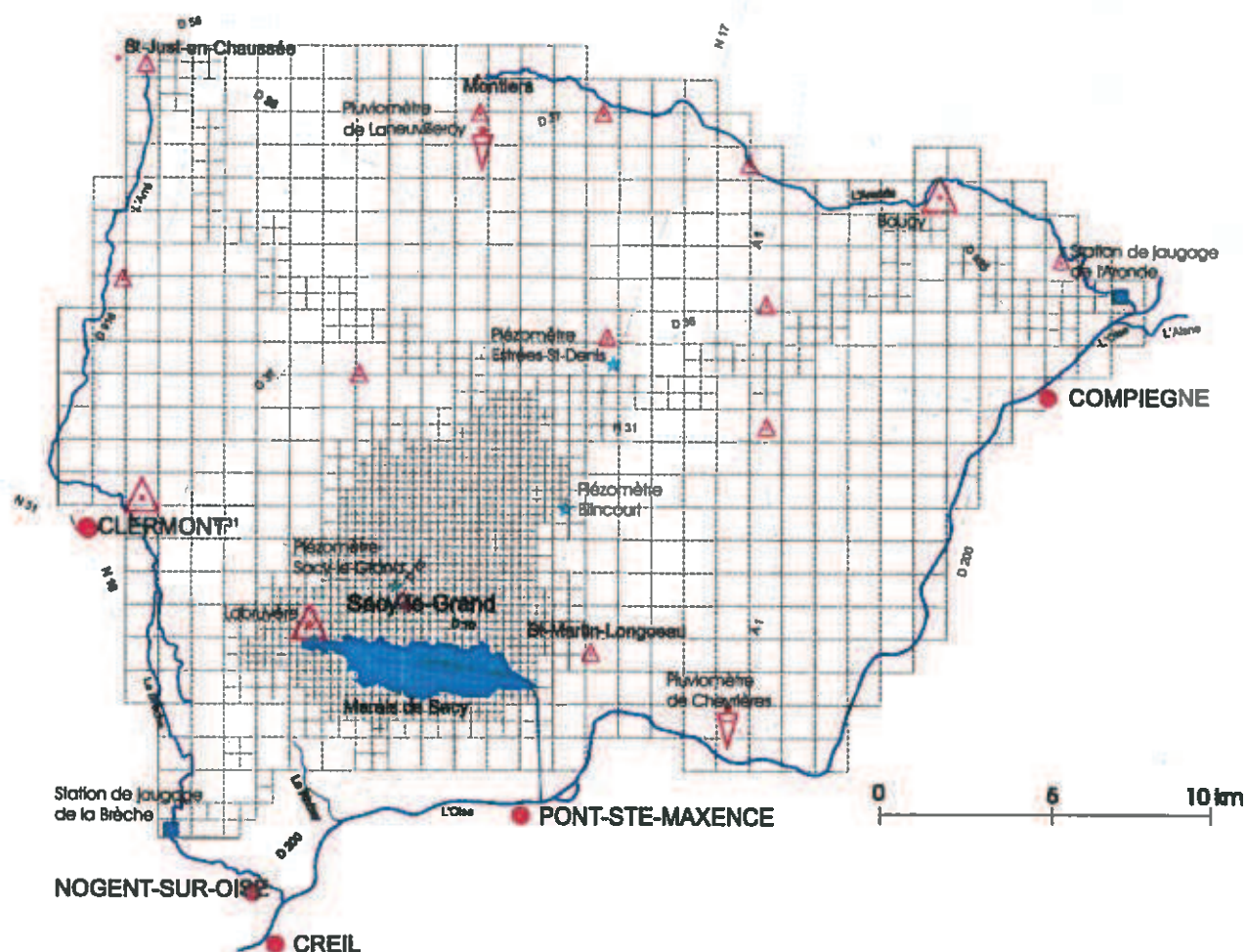


Fig. 4.12 – Maillage de la nappe de la craie

Le maillage le plus fin a été adopté pour le marais et son bassin versant superficiel qui sont bien documentés, ailleurs la discrétisation est un peu plus lâche. Le bassin versant des marais est modélisé en intégralité, sa surface est de  $60 \text{ km}^2$  ( $45+7+8$ ). Il n'en est pas de même pour les B.V. de la Brèche et de l'Aronde qui ne sont que partiellement reproduits, avec respectivement 30% et 64% de leur superficie. Dans ces conditions, les débits mesurés sur ces cours d'eau devront être réduits de ces mêmes proportions pour être comparés aux débits calculés par le modèle.

Nom du B.V	Superficie modèle( $\text{km}^2$ )	Superficie réelle $\text{km}^2$
Brèche	139	468
Aronde	182	284
Oise	166	
Nord Marais	45	45
Marais	7	7
Sud Marais	8	8
Total	547	

Tab. 4.7 – Superficie des Bassins versants modélisés



#### 4.4.2 Conditions aux limites

L'extension donnée au modèle dépasse largement le secteur des marais de façon à obtenir une représentation réaliste et fiable. Le modèle s'appuie donc sur les cours d'eau qui sont des limites hydrauliques et les exutoires naturels du système. Il atteint ainsi à l'Ouest la Brèche et l'Arré, au Nord l'Aronde et à l'Est et au Sud l'Oise (figure 4.12). Sur toutes les mailles en relation avec un cours d'eau une condition de drain est affichée. Cela signifie que l'eau de la nappe peut s'écouler vers la rivière et que la cote de débordement de la nappe est égale à celle du cours d'eau. Les cours inférieurs de l'Oise et de la Brèche qui coulent sur le tertiaire ne sont bien entendu pas connectés à la nappe de la craie. Les sources de débordement de la craie qui contribuent à l'alimentation en eau du marais sont également représentées par des drains.

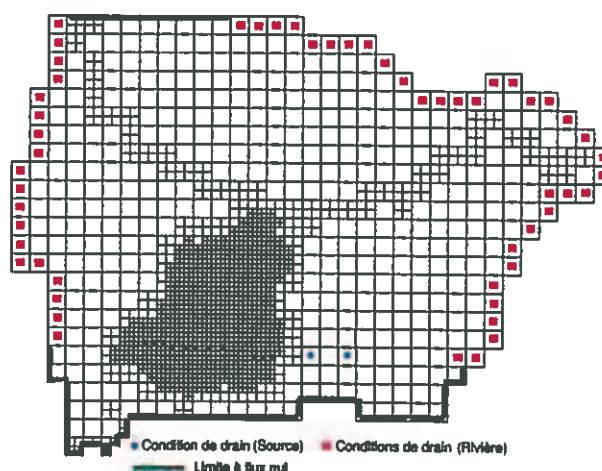


Fig. 4.13 – Conditions aux limites de la nappe de la craie

#### 4.4.3 Le calage du modèle

Le calage est l'opération qui consiste à ajuster les divers paramètres du modèle de façon à obtenir par le calcul des résultats les plus proches possibles des mesures de terrain. Dans le cas présent, le calage a concerné la période 1990-1998 qui est celle pour laquelle on dispose simultanément de toutes les données nécessaires. Les principales informations sur lesquelles nous nous sommes appuyés pour effectuer l'ajustement sont les suivantes :

- les historiques piézométriques et en particulier celui de Sacy qui est à la fois le plus proche des marais et le plus précis
- les débits écoulés aux stations de jaugeage de la Brèche et de l'Aronde

#### 4.4.4 Résultats du calage

Pour apprécier la validité du calage nous donnerons la priorité aux observations quantifiées, le débit des cours d'eau et les évolutions piézométriques, nous aborderons ensuite les paramètres hydrodynamiques et l'alimentation en eau des marais.

*Débit des cours d'eau*

B.V	Débit moyen mesuré B.V. total	Débit moyen du secteur modélisé	Débit moyen calculé par le modèle	Ecart en %
Brèche	2090 l/s	627 l/s	575 l/s	-8
Aronde	1005 l/s	643 l/s	633 l/s	-2

Tab. 4.8 – Comparaison des écoulements calculés et mesurés 1990-1998

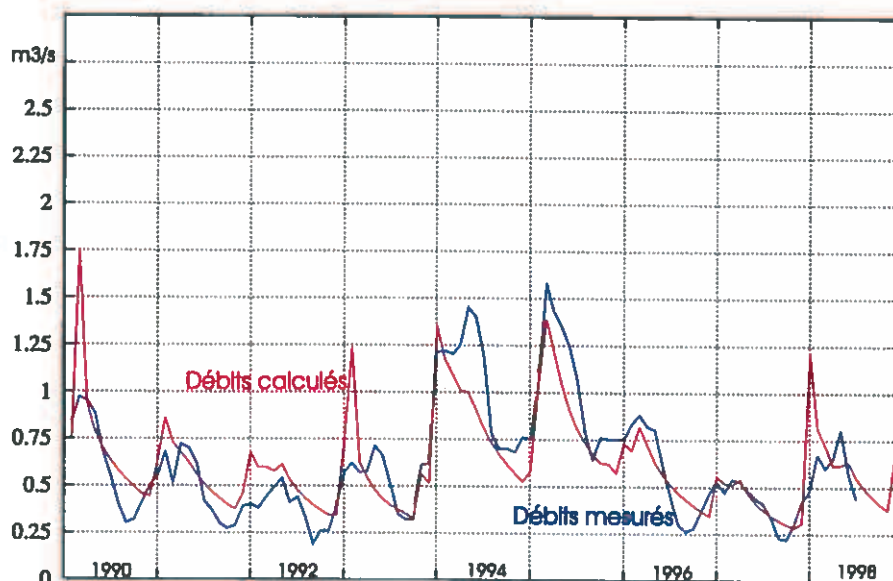


Fig. 4.14 – Comparaison des débits calculés et observés - Aronde 1990-1998

Le tableau et la figure qui précèdent donnent les résultats de la modélisation. On observe que la restitution de l'écoulement moyen sur la période est satisfaisante puisque l'écart avec les observations ne dépasse pas 8%. C'est le bassin de la Brèche, légèrement déficitaire sur le modèle, qui est le moins fidèlement reproduit. Cet écart est très probablement lié au fait que nous avons adopté pour l'ensemble de ce bassin les précipitations mesurées à Laneuvilleroy, or une partie importante du B.V se trouve plutôt sous l'emprise des pluviomètres de Froissy et Mesnil sur Bulles qui sont un peu plus arrosés.

La modulation du débit dans le temps est également correctement restituée (figure 4.14) bien que le tarissement soit un peu surestimé par le modèle.

*Evolutions piézométriques*

Les évolutions piézométriques calculées et observées sur l'ouvrage de Sacy le Grand, qui est le plus représentatif de la relation nappe marais, sont reportées sur la figure 4.15. On constate une bonne reproduction des mesures par le modèle, particulièrement après 1995 qui correspond à la mise en place d'un dispositif d'enregistrement continu du niveau.

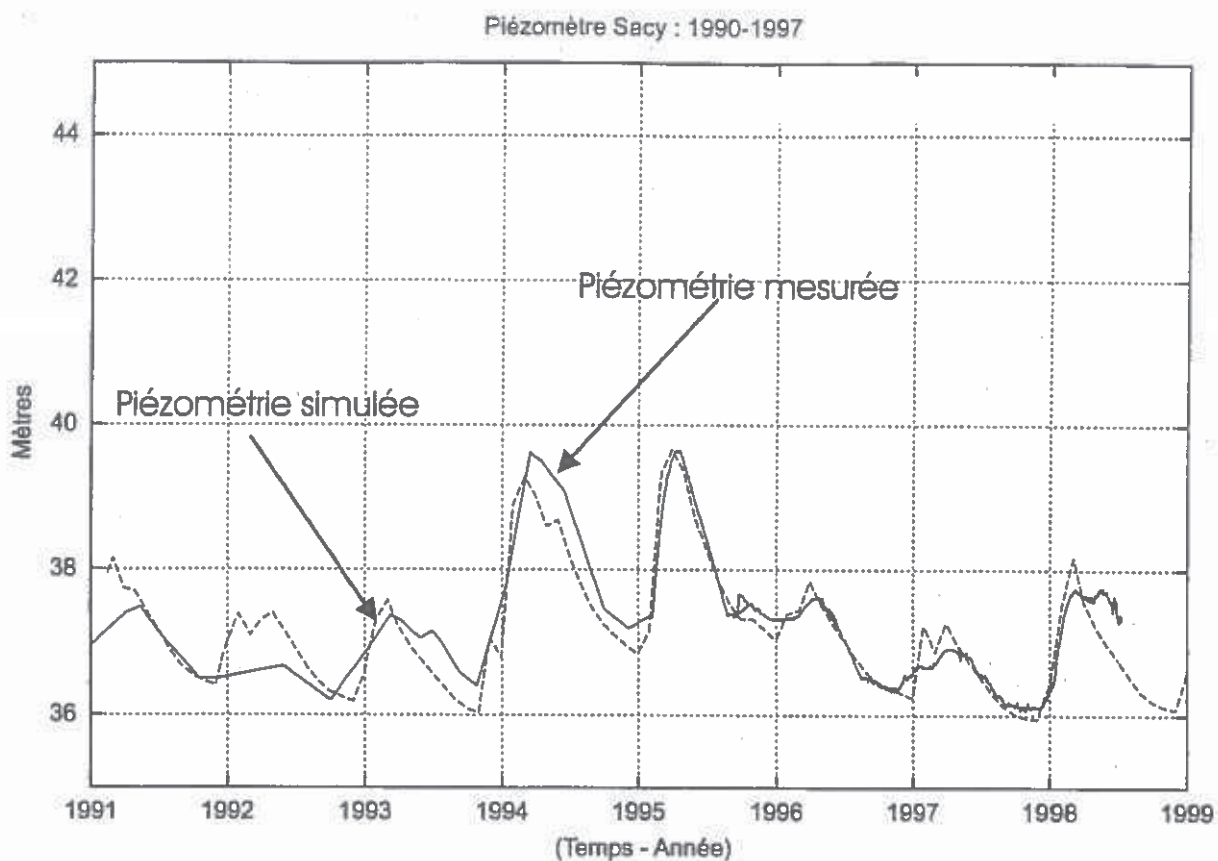


Fig. 4.15 – Comparaison des niveaux calculés et observés à Sacy le Grand

La carte piézométrique calculée pour le mois d'octobre 1998 est présentée ci-après. Elle met bien en évidence les axes d'écoulement des eaux souterraines qui rayonnent depuis le plateau Picard qui apparaît comme un château d'eau alimentant la Brèche, les marais, l'Oise et l'Aronde.

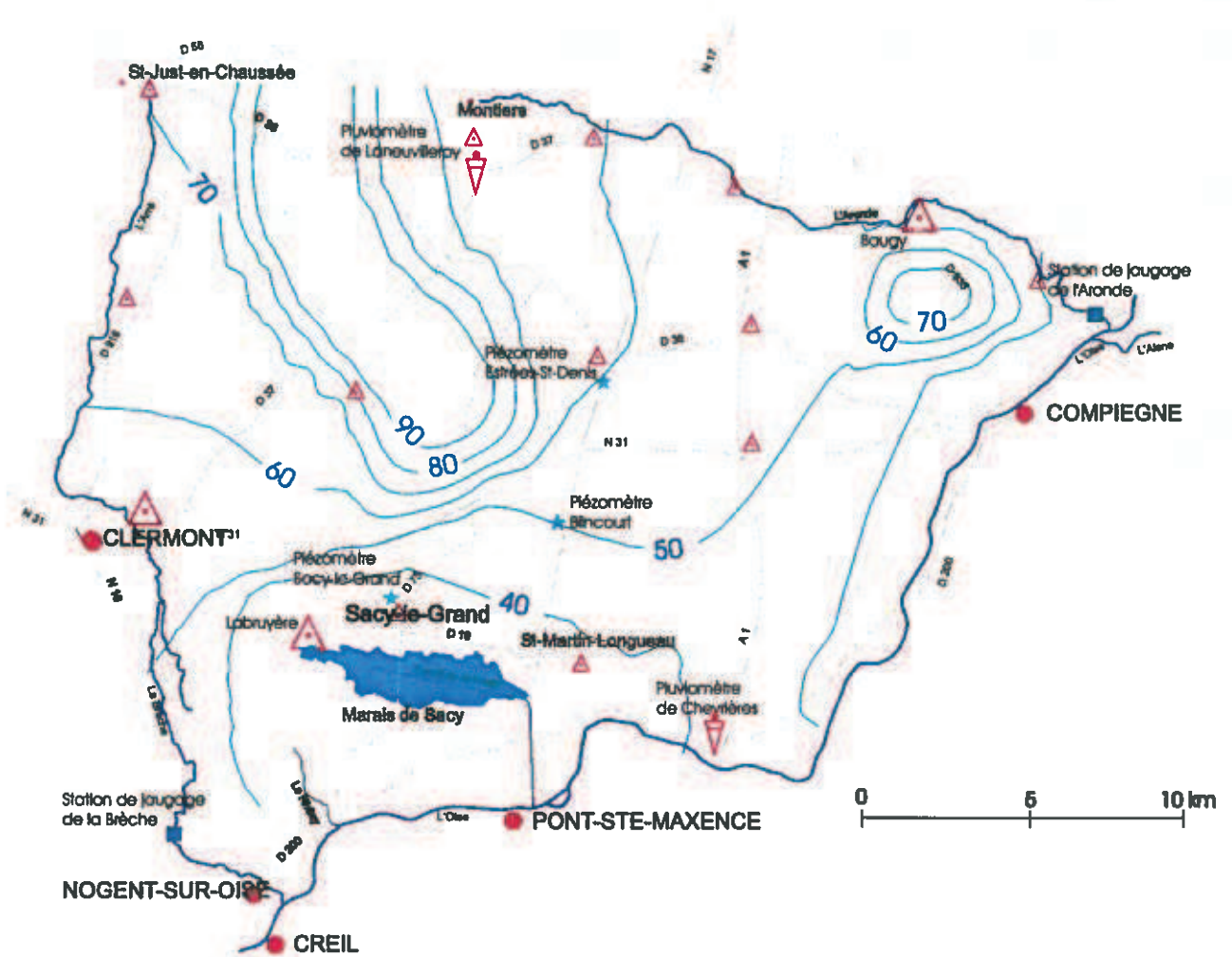


Fig. 4.16 – Carte piézométrique calculée pour le mois d'octobre 1998

### Paramètres hydrodynamiques

Les transmissivités affichées dans les mailles du modèle sont conformes aux valeurs classiquement retenues pour la nappe de la craie. Les valeurs les plus fortes se rencontrent sur les bordures des vallées et du marais ( $T$  varie de  $2$  à  $5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ ). Le centre du plateau est un peu moins transmissif ( $7$  à  $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ) en raison de la grande profondeur du niveau de l'eau par rapport au toit de la craie ( $30$  à  $60 \text{ m}$ ). Le secteur sous couverture tertiaire est très peu perméable ( $T = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ).

Les coefficients d'emmagasinement sont de  $4\%$  pour tout le modèle sauf dans la zone captive où ils sont fixés à  $4 \cdot 10^{-3}$ .



#### 4.4.5 Acquis de la modélisation

##### Alimentation en eau des marais

Cette alimentation a pour origine le ruissellement des eaux tombant sur le bassin versant du marais et surtout la nappe de la craie par l'intermédiaire des sites sourciers reconnus et des apports diffus qui concernent l'ensemble du secteur nord des marais. Pour la période 1990-1998 le modèle calcule un apport total moyen de 323 l/s, 315 l/s proviennent du milieu souterrain et seulement 8 l/s du ruissellement qui ne se produit qu'à de très rares occasions. La figure 4.17 présente l'évolution temporelle du débit émis par la craie et autorise les observations suivantes :

- les débits sont peu variables sur l'année puisque le rapport hautes eaux/basses eaux est le plus souvent voisin de 1.4 seulement
- les trois dernières années sont déficitaires (moyenne apport 1996-97-98 280 l/s)

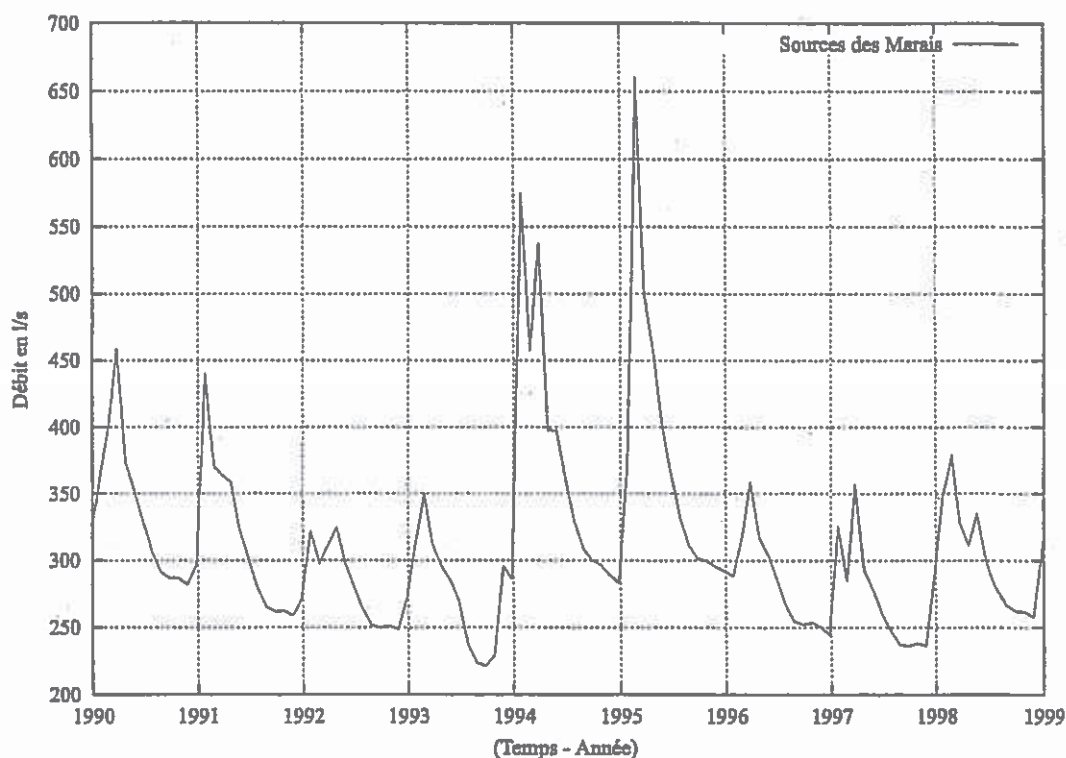


Fig. 4.17 - Evolution des apports d'eau souterraine au marais

#### 4.5 Les observations locales

Pour affiner nos connaissances sur le mode de fonctionnement des marais des informations complémentaires ont été acquises au cours de l'étude. Ces compléments concernent la chimie des eaux et le suivi des niveaux d'eau des principales mares et canaux de drainage.

#### 4.5.1 La chimie des eaux

La campagne de prélèvement des échantillons s'est déroulée les 18 et 19 janvier 1999. La figure 4.21 et le tableau 4.10 précisent la localisation des trente échantillons prélevés. L'analyse complète a été faite au laboratoire de l'école des mines tandis que la température, l'alcalinité, le Eh et le ph étaient mesurés sur le terrain. Les résultats complets de ces analyses, que nous allons interpréter, sont fournis en Annexe 10.

##### La température

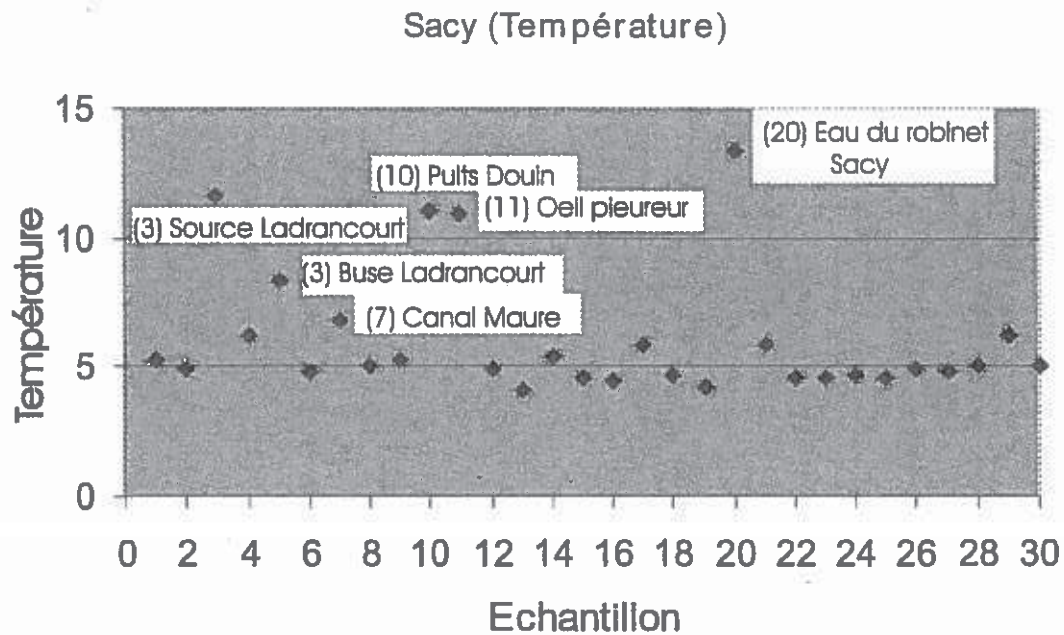


Fig. 4.18 – Température des eaux (18-19 janvier 1999)

Les températures des différents échantillons prélevés sont représentées sur la figure 4.18. On distingue clairement trois sites (Ladrancourt, Puits Douin, Oeil pleureur) dont les eaux sont autour de 11 °C. Ces point d'eau sont des sources de la nappe de la craie ce qui explique leur température élevée par rapport aux eaux des marais qui sont à l'équilibre avec la température de l'air. Au voisinage du marais les eaux de la nappe de la craie ont une température peu variable voisine de 11.8 °C comme l'indique le tableau ci-dessous.

Site	21-07-98	06-08-98	23-09-98	23-10-98	29-04-99
Puits Cugnière	11.7	11.8	12.1	12.4	11.8
Frette St Martin	20.5	19.7	17.4	16.5	15.2

Tab. 4.9 – Evolution de la température des eaux [Degrés Celsius]

### Les nitrates

Les analyses chimiques réalisées sur les prélèvements de la campagne du 18 janvier 1999 montrent :

- un pH moyen autour de 7,5 caractéristique des zones de tourbières et un Eh voisin de 400 mV indiquant un milieu en contact avec l'oxygène atmosphérique
- les concentrations en  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{SiO}_2$  sont de 5-15 mg/l; 15-20 mg/l; 1-9 mg/l et 5-10 mg/l, respectivement.
- la concentration en  $\text{Ca}^{2+}$  varie de 75 à 150 mg/l et celle en  $\text{HCO}_3^-$  de 200 à 350 mg/l.
- les concentrations en nitrates et sulfates sont très variables et méritent un examen plus approfondi

Une distribution spatiale des eaux semble se dessiner pour les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{HCO}_3^-$ . Les eaux au Sud de la Frette ont toutes des concentrations en calcium supérieures à 120 mg/l et des concentrations en bicarbonates inférieures à 250 mg/l. Les eaux au Nord de la Frette ont un comportement chimique inverse à celles du Sud.

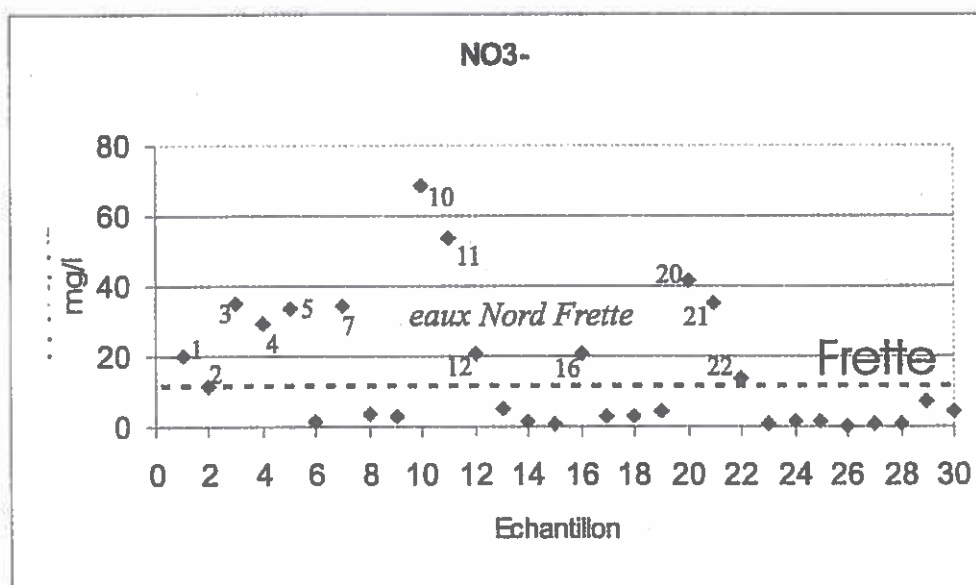


Fig. 4.19 – Concentration des échantillons en nitrates

Cette distribution spatiale est cependant bien mieux marquée pour les nitrates (figure 4.19 et 4.22) qui semblent se distribuer selon leur position par rapport à la Frette. Les eaux du nord ont des concentrations relativement élevées, autour de 30 mg/l. Par contre, celles situées au sud ne renferment qu'au maximum 5 mg/l. Cette stratification nord-sud traduit l'origine différente des eaux alimentant les marais. Au nord, les eaux ont pour origine la nappe de la craie marquée par les nitrates d'origine agricole. Le puits de la ville de Sacy présente 41 mg/l et le puits Douin 68 mg/l. Au sud les eaux proviennent du ruissellement sur les coteaux tertiaires et du drainage des horizons sableux. Cette région ne comporte aucune activité ou présence humaine susceptible

d'apporter des nitrates.

### Les sulfates

Les eaux du Sud de la Frette sont les plus riches en sulfates (figures 4.20 et 4.23). Les argiles sparnaciennes des buttes tertiaires, dont l'eau alimente les marais, contiennent de la pyrite. Ce minéral s'oxyde rapidement dès qu'il est en contact avec une eau riche en oxygène, libérant des ions sulfates, des ions ferreux et des protons :



Suite à cette réaction, on a une diminution importante du pH, une augmentation des sulfates et du fer en solution. Ce phénomène est observé sur les deux échantillons d'eaux du plan d'eau de Rosoy où un pH de 3, une concentration en fer de 268 mg/l et en sulfates de 3000 mg/l ont été mesurés sur le terrain.

Les eaux de la nappe de la craie ont des concentrations beaucoup plus faibles de l'ordre de 20 à 30 mg/l ce qui est à l'origine de l'opposition nord sud qui apparaît sur la carte.

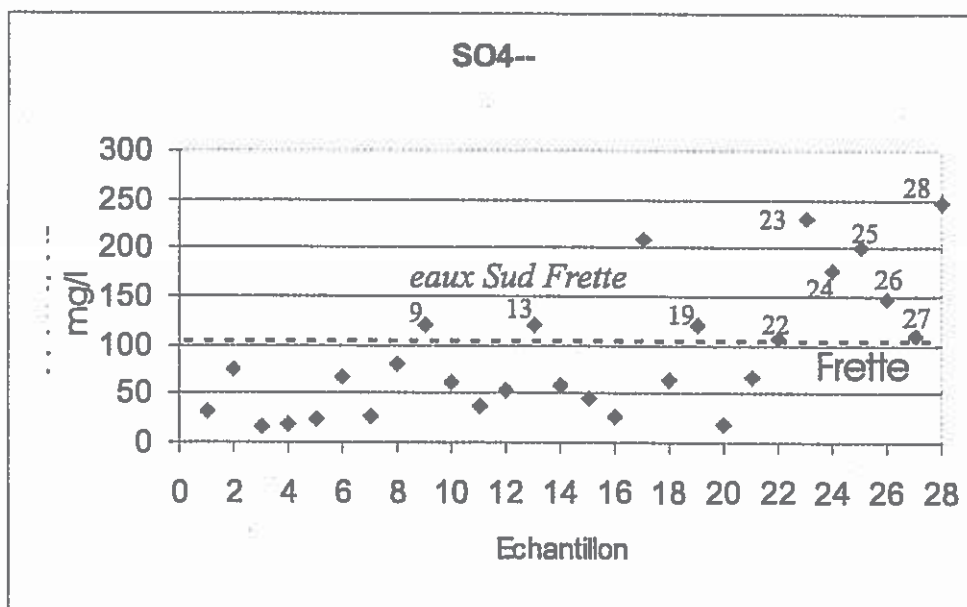


Fig. 4.20 – Concentration des échantillons en sulfates

### Conclusion

Les mesures de température et les analyses chimiques permettent de mettre clairement en évidence l'origine des eaux d'alimentation des marais. On trouve d'une part, des eaux chargées en nitrates, dont la température est constante et voisine de 11 °C, qui proviennent de la nappe de la craie et alimentent le secteur nord des marais, et d'autre part, des eaux sulfatées issues des formations tertiaires qui alimentent les plans d'eau situés au sud de la Frette.



Numéro du site	Lieu
1	Canal Maure
2	Canal Frette
3	Source Ladrancourt (nappe de la craie)
4	Mare Ladrancourt
5	Buse Ladrancourt
6	Proxi Camarguais
7	Canal Maure
8	Ageux Petit plan d'eau
9	Ageux Grand plan d'eau
10	Puits Douin (nappe de la craie)
11	Oeil pleureur (source craie)
12	Hutte Verbeke
13	Frette aval
14	Marais Monceau
15	Fossé Monceau
16	Puits du maire (nappe de la craie)
17	Etang Prud'homme
18	Canal Frette (pont Verbeke)
19	Etang vieux château
20	Eau du robinet de Sacy (nappe de la craie)
21	Etang de pêche de Sacy
22	Amont pont Verbeke
23	Cinqueux Est
24	Etang cul-de-sac
25	Etang près de l'échelle
26	Labruyère
27	Colaço
28	Rosoy plan d'eau
29	Rosoy entrée aval
30	Rosoy entrée amont

Tab. 4.10 – Nom et situation des points de prélèvements[18-19 janvier 1999]

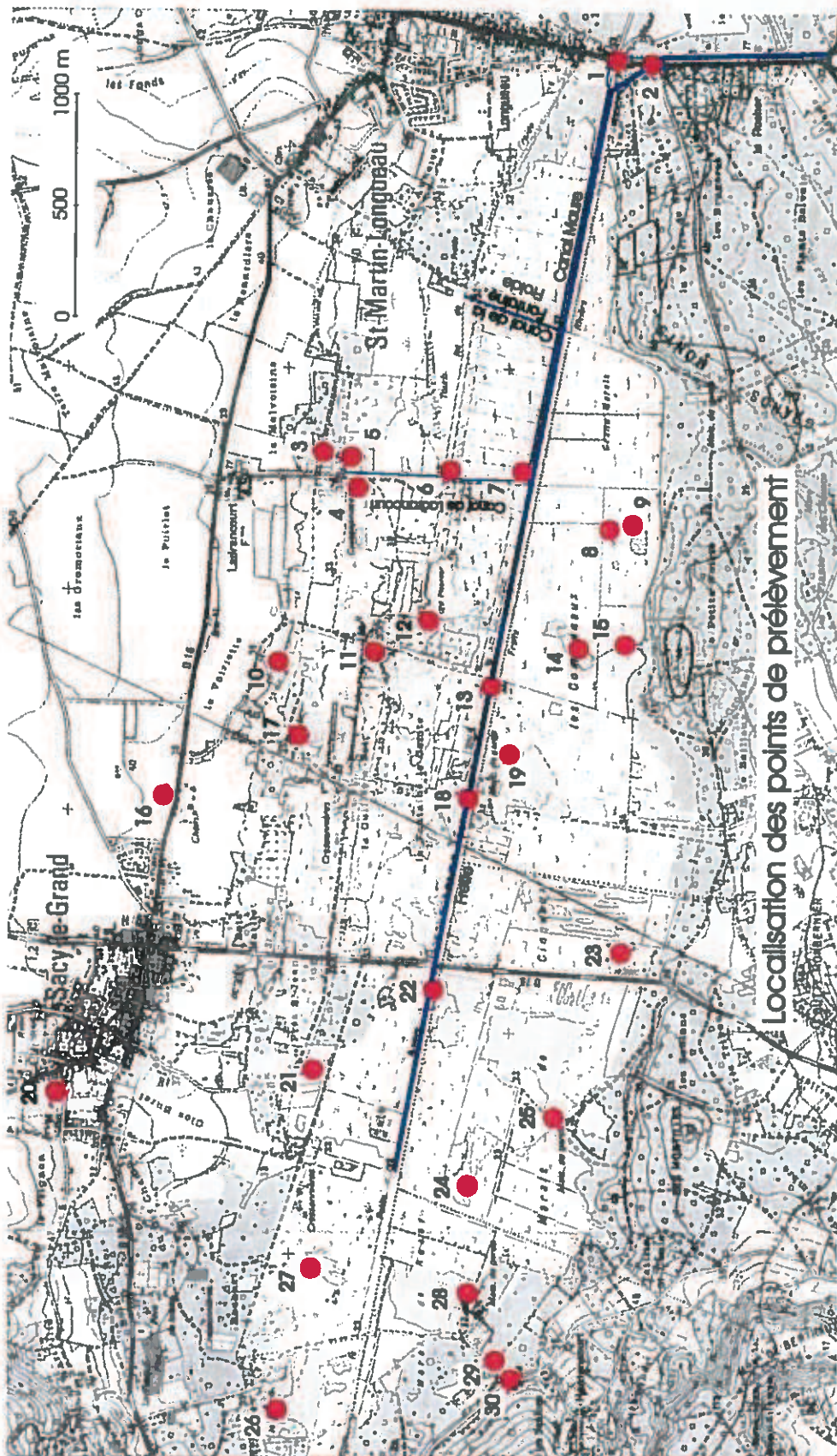


Fig. 4.21 – Situation des prélèvements



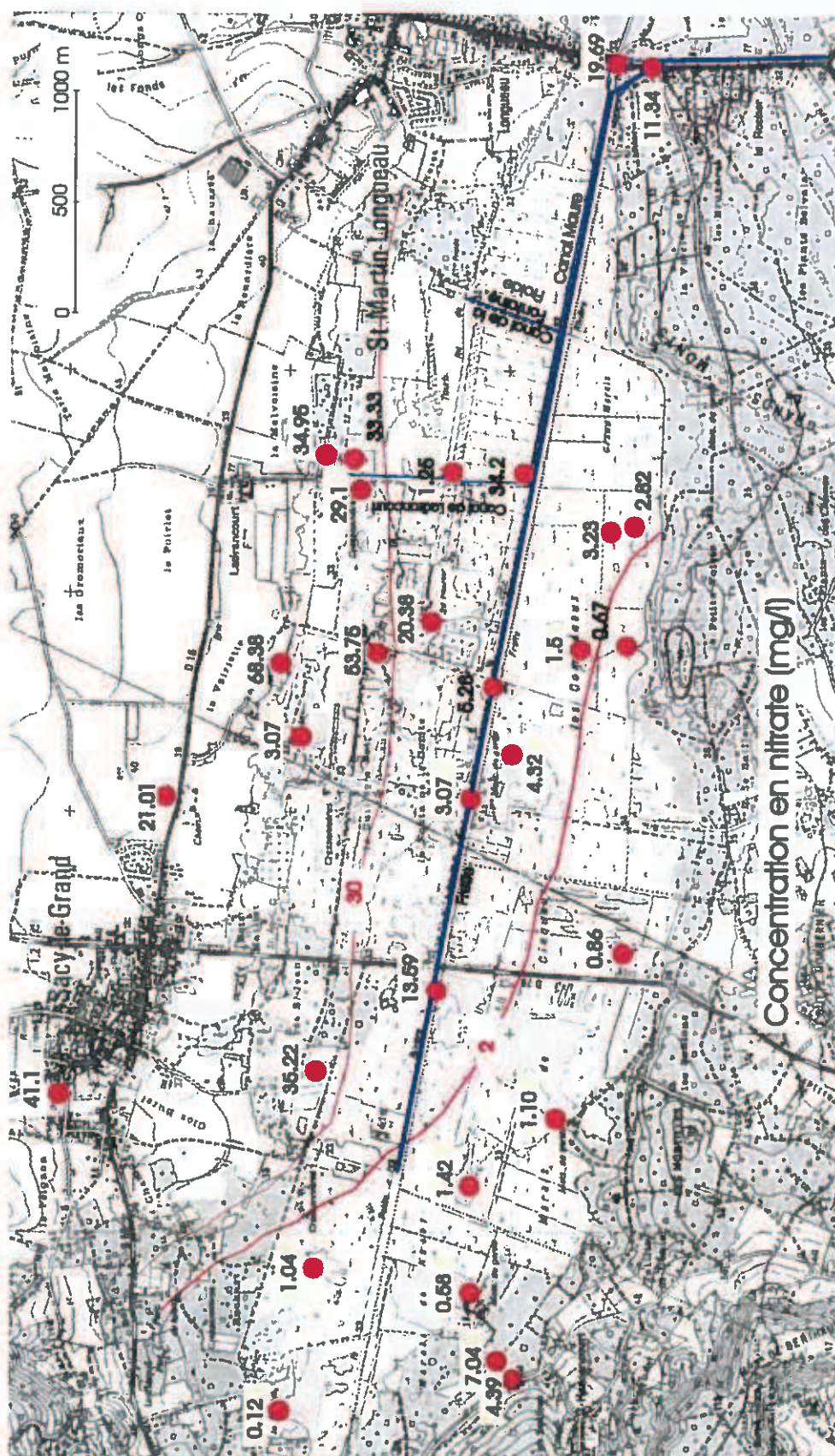


Fig. 4.22 - Concentration en nitrates



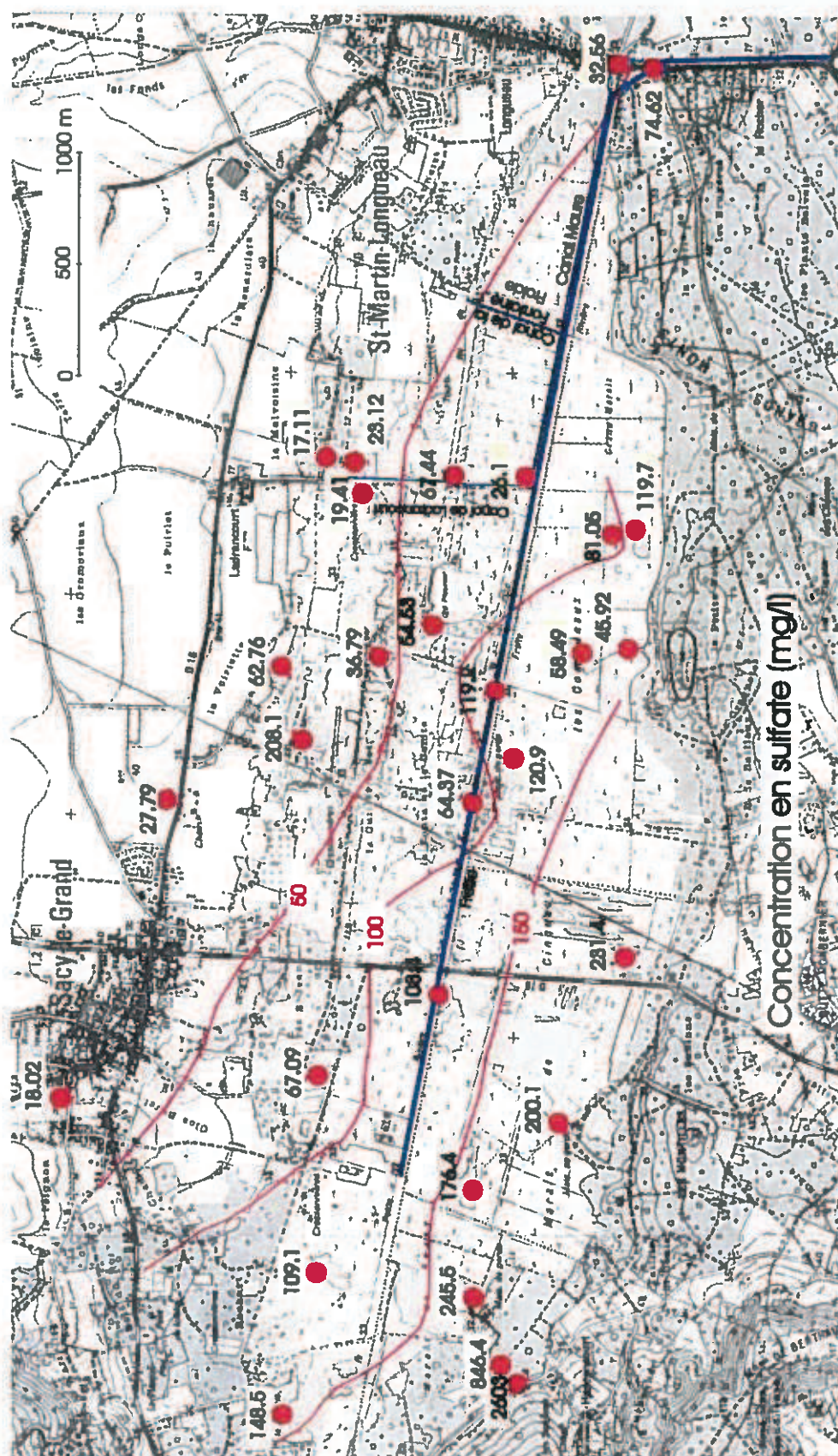


Fig. 4.23 – Concentration en sulfates



#### 4.5.2 Caractérisation du niveau des marais

Un relevé hebdomadaire du niveau des différents plans d'eau a été engagé à partir du mois de juin 1998. Le nivellement de chaque échelle limnimétrique a permis de connaître l'altitude des marais et d'en préciser l'évolution au cours du temps. C'est le commentaire de cette évolution, sur la période juin 1998 - janvier 1999, que nous allons maintenant aborder.

La pluviométrie et l'Evapotranspiration correspondant à cette période et qui commandent pour une part les modifications de niveau des marais sont décrites ci-dessous.

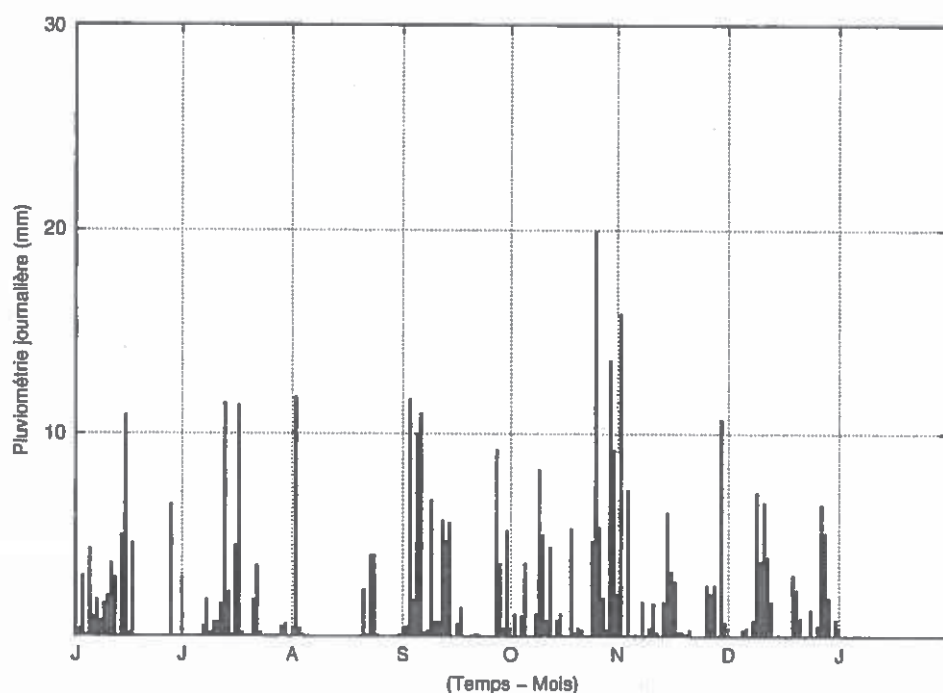


Fig. 4.24 – Pluviométrie journalière. Chevrières [juin - décembre 1998]

	J	J	A	S	O	N	D
Pluie (mm)	56	42	23	80	106	44	34
ETP (mm)	114	114	124	67	34	12	9
Bilan (mm)	-58	-72	-101	+13	+72	+32	+25

Tab. 4.11 – Précipitations et ETP mensuelles [juin - décembre 1998]

Les données indiquent que les mois de juin, juillet et août sont déficitaires en eau et qu'il faut attendre le mois d'octobre pour voir les précipitations dépasser nettement l'E.T.P. Le dépouillement des historiques de niveau permet de distinguer deux types de comportement des marais liés à leur situation géographique par rapport au canal de la Frette.

### *Les marais du sud de la Frette*

Ce groupe est constitué par tous les marais situés au sud de la Frette (Rosoy-Cinqueux-Monceaux-Ageux) sauf le plan d'eau du vieux château appartenant au domaine Verbeke qui est en liaison directe avec la Frette.

### *Les marais des Ageux et de Monceaux*

Ces deux plans d'eau, d'une surface comparable de l'ordre de 3 ha, sont isolés de la Frette par une vanne.

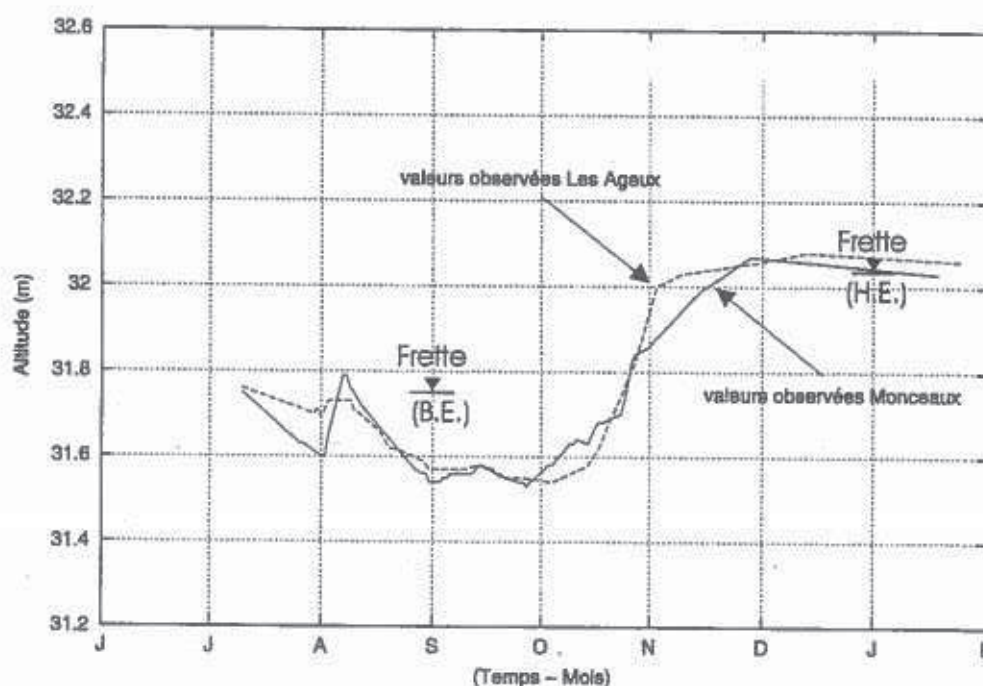


Fig. 4.25 – Les plans d'eau de Monceaux et des Ageux

Leurs évolutions sur la période étudiée sont similaires et présentent les caractéristiques suivantes :

- un étiage sévère qui se situe à la fin septembre et qui s'établit très au dessous du niveau de la Frette
- une amplitude importante (50 cm) entre les basses et les hautes eaux
- une forte réactivité aux précipitations

### *Les marais de Rosoy et de Cinqueux*

Ces deux plans d'eau situés au Sud-Est de la zone d'étude n'ont pas de relation directe avec la Frette mais sont reliés entre eux par un fossé.

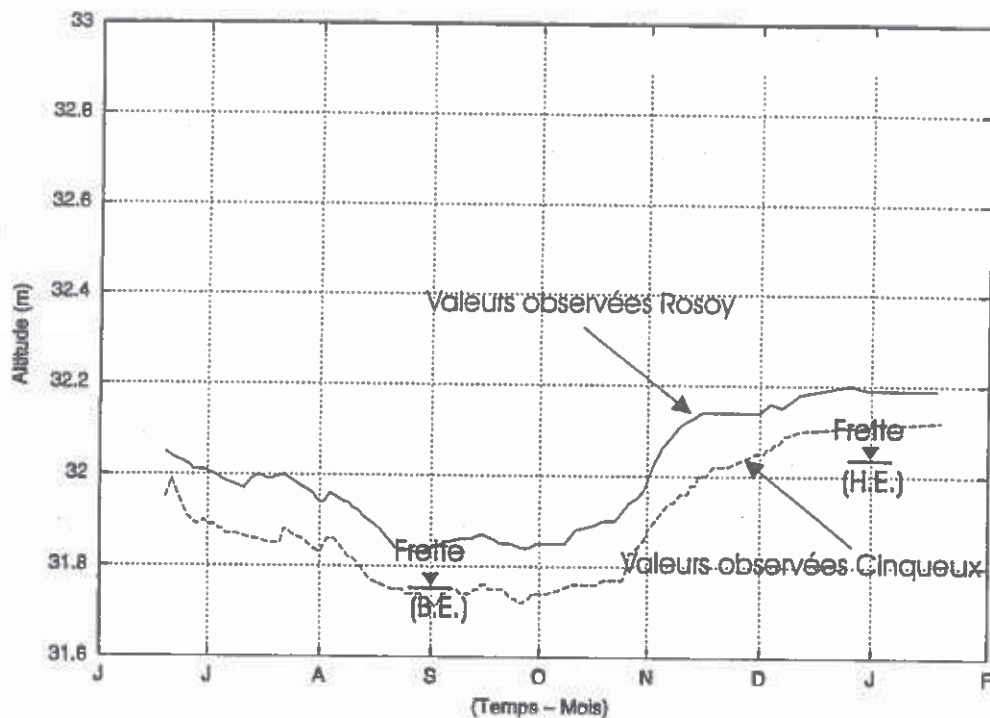


Fig. 4.26 – Evolution des niveaux d'eau dans le marais de Rosoy et de Cinqueux

Leurs évolutions sur la période de mesure sont similaires et conduisent aux mêmes remarques que pour les Ageux et Monceaux :

- des amplitudes basses eaux/hautes eaux importantes mais légèrement inférieures à celles de Monceaux et des Ageux
- des étiages sensiblement au même niveau que celui de la Frette et même légèrement plus bas sur le plan d'eau de Cinqueux
- une différence constante d'une dizaine de centimètres à l'avantage du plan d'eau de Rosoy sur toute la période de mesure

### Conclusion

Si l'on compare les évolutions de niveau observées sur ces différents marais avec les évolutions théoriques d'une cuvette étanche qui serait alimentée par les précipitations et dont l'exutoire serait l'évapotranspiration potentielle on remarque une totale concordance des deux courbes jusqu'à la fin du mois de septembre (figure 4.27). Après cette date, les courbes divergent, le plan d'eau du marais s'élève beaucoup plus rapidement que la courbe théorique traduisant une alimentation supplémentaire par rapport à la pluie directe tombant sur les marais.

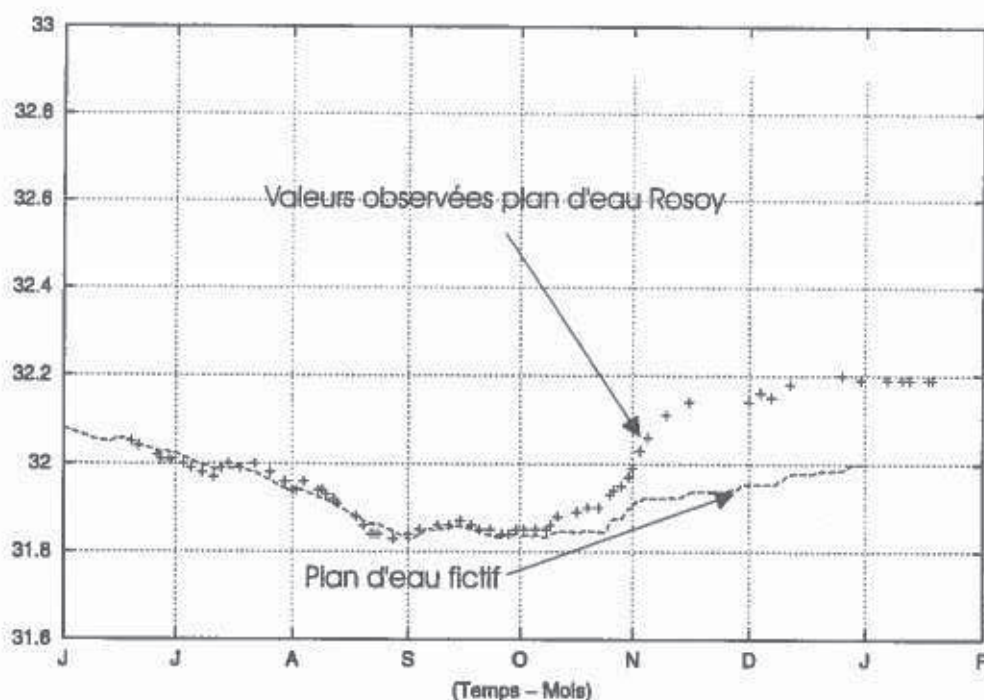


Fig. 4.27 – Comparaison entre les niveaux du marais de Rosoy et un plan d'eau libre isolé fictif

L'ensemble de ces observations nous amène à considérer que les marais situés au sud de la Frette sont hydrauliquement isolés, ce qui explique un affaissement au cours de l'été conforme au bilan pluie-ETP. La remontée de leur niveau, qui se manifeste tardivement par rapport aux précipitations et de façon plus intense traduit une réalimentation par des horizons perméables tertiaires (sables de Sinceny probablement) peu capacitifs qui ne peuvent compenser les pertes estivales.

#### *Marais situés au nord de la Frette*

Les évolutions du niveau de ces marais sont comparables (figure 4.28) et présentent les caractéristiques suivantes :

- les plans d'eau sont largement au dessus de la Frette en toute saison
- l'amplitude des variations de niveau entre les basses et les hautes eaux est de 20 cm à 30 cm seulement
- la remontée du plan d'eau qui a lieu après l'étiage est beaucoup plus lente que pour les marais du sud de la Frette



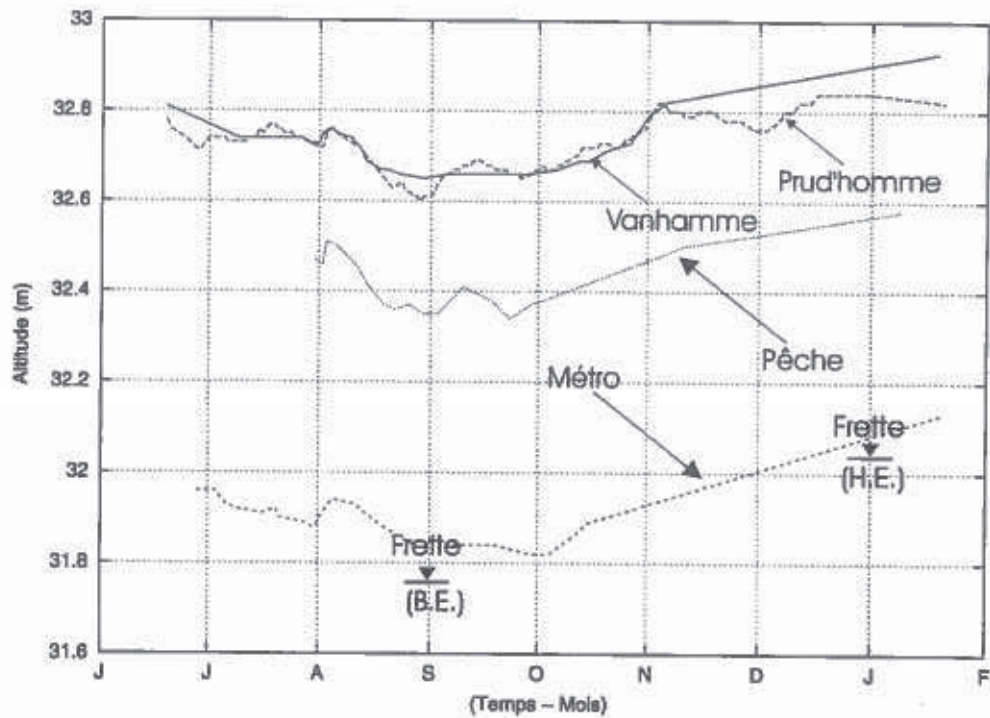


Fig. 4.28 - Evolution des plans d'eau de Prud'homme, Vanhamme, Pêche, Métro

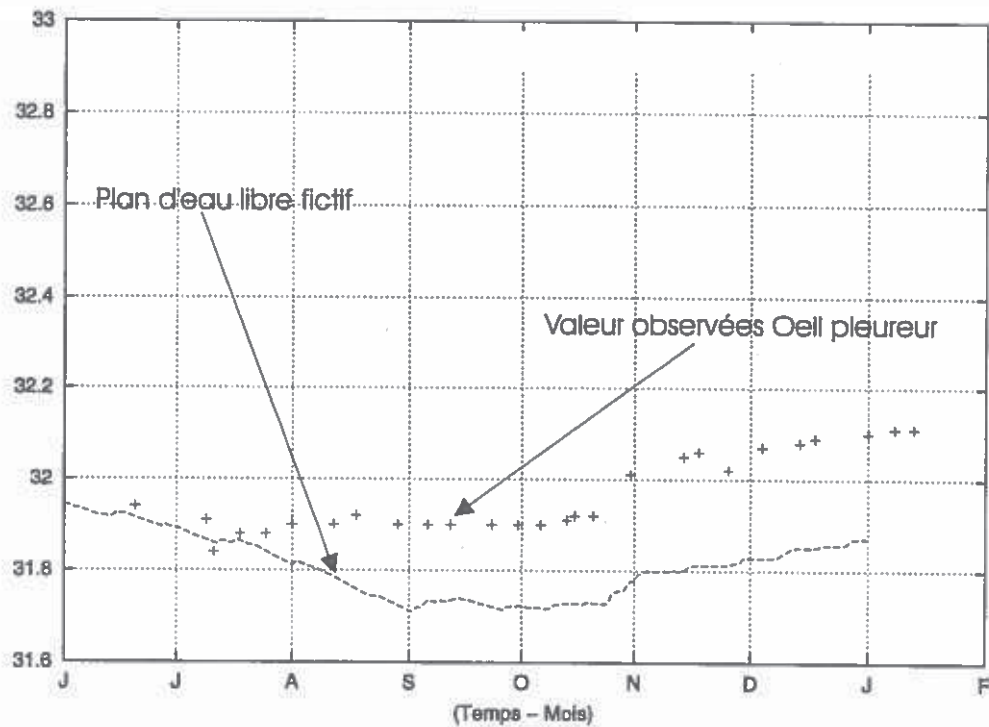


Fig. 4.29 - Comparaison entre les niveaux d'eau dans l'oeil pleureur et un plan d'eau libre isolé fictif

L'évolution du plan d'eau de l'Oeil Pleureur diffère nettement de celle d'un plan d'eau isolé soumis au seul bilan précipitation moins évapotranspiration (Figure 4.29). Le marais ne baisse pas significativement en été ce qui indique une alimentation du plan d'eau par la nappe de la craie. Les autres marais du secteur nord Frette ont, suivant leur positionnement et leur taille, des évolutions intermédiaires entre le type source et le type plan d'eau libre.

L'alimentation constante des marais par le biais des sources de débordement assure à l'ensemble des eaux de la zone nord une altitude relativement élevée tout au long de l'année et des étiages moins marqués que dans la zone sud. La Frette constitue un drain pour ce groupe de marais et ceci quelle que soit la période de l'année.

### *Analyse spatiale du niveaux des plans d'eau*

La cartographie de l'altitude des plans d'eau en hautes et basses eaux est présentée par les figures 4.30 et 4.31. Elles mettent bien en évidence un secteur nord, aux variations saisonnières faibles, mais toujours très élevé par rapport à la Frette car bien alimenté par la nappe de la craie, et un secteur sud très fluctuant et s'affaissant sous la Frette lors des étiages.

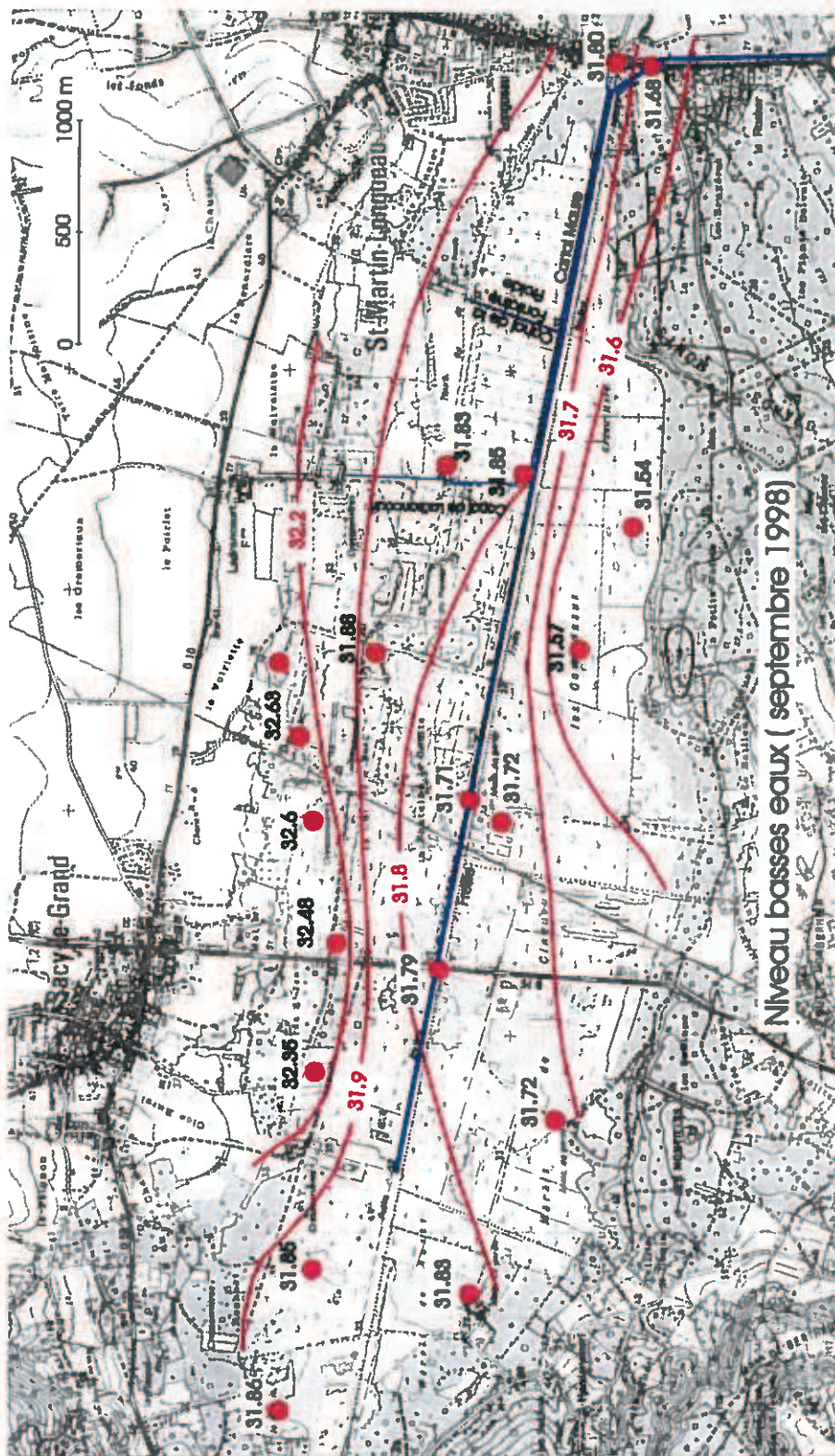


Fig. 4.30 – Altitude des plans d'eau en basses eaux [septembre 1998]



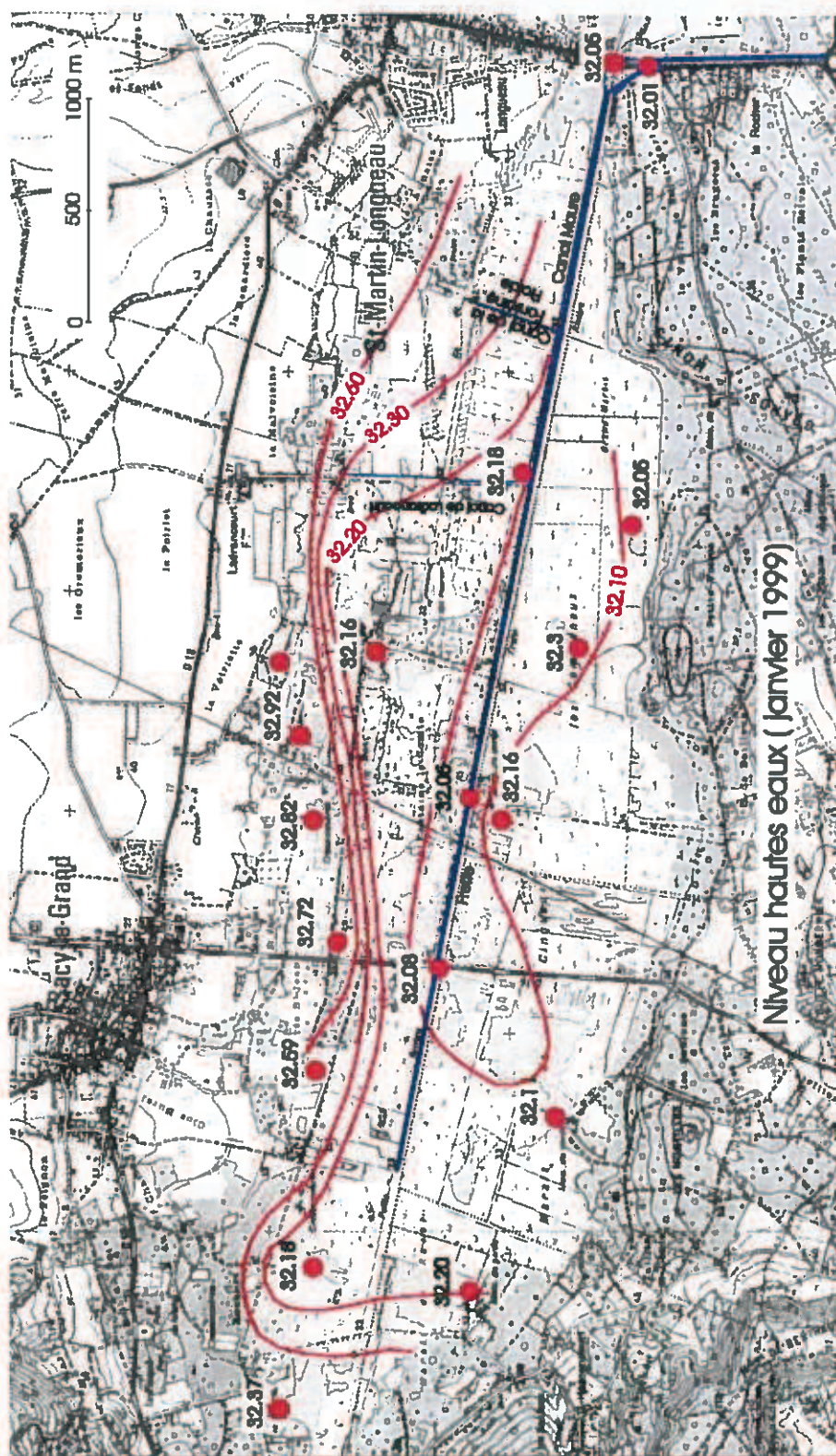


Fig. 4.31 – Altitude des plans d'eau en hautes eaux [janvier 1999]



### 4.5.3 Conclusion

L'analyse des historiques de niveau des plans d'eau a permis de confirmer et de renforcer les résultats tirés de l'étude géochimique des eaux. Malgré leur apparente uniformité les marais de la région de Sacy le Grand appartiennent à deux domaines très différents du point de vue géochimique et hydraulique. Cette particularité est liée à la présence des marnes imperméables du sparnacien qui ne sont présentes que sur la moitié des marais. On peut distinguer deux domaines opposés :

- un domaine sud, sans liaison avec la nappe de la craie, qui se caractérise par des étiages sévères et des niveaux s'affaissant souvent sous la Frette,
- un domaine nord, alimenté par la nappe de la craie qui lui assure un bon soutien d'étiage et le maintien toujours très au dessus de la Frette qui le draine.

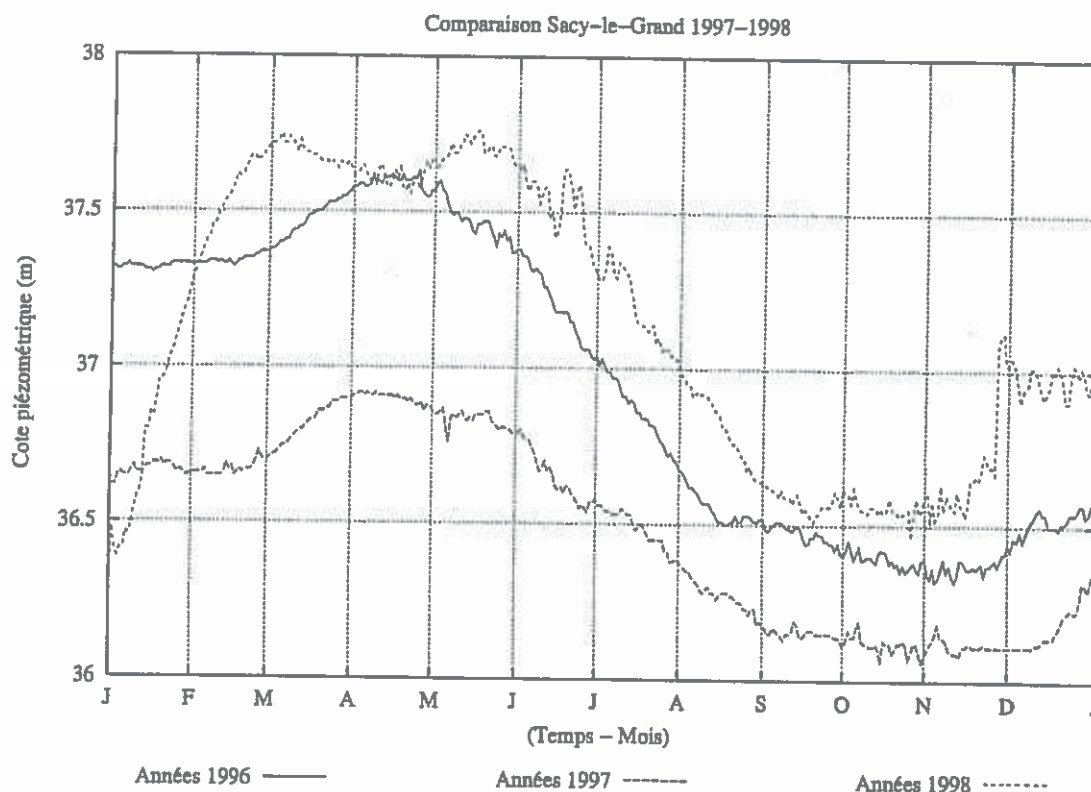
## 4.6 Sensibilité hydraulique des marais

Dans ce chapitre, nous étudions l'influence des facteurs qui commandent les évolutions du niveau des marais. Nous aborderons ici les deux principaux, la climatologie et l'exploitation des eaux de la nappe de la craie.

Les modifications éventuelles du réseau de drainage qui se sont produites au cours du temps et qui peuvent, elles aussi, influencer les niveaux sont présentées au chapitre 1.3.

### 4.6.1 Les marais situés au sud de la Frette

C'est dans ce secteur que l'on rencontre les plans d'eau les plus touchés par le phénomène d'assèchement qui se manifeste surtout en août et septembre. Parmi ces trois dernières années, qui sont bien présentes dans la mémoire des exploitants, l'année 1997 a vu des niveaux très bas alors que 1998 a été supportée sans problème.



**Fig. 4.32** – Comparaison des évolutions de la nappe de la craie [piézomètre de Sacy]

Ces marais sont, comme nous l'avons vu, sans liaison étroite avec la nappe de la craie. Ils sont alimentés par les précipitations, le ruissellement des eaux tombant sur les côteaux tertiaires et, en période d'étiage, par le drainage des quelques maigres horizons perméables présents dans cette unité tertiaire. Leur niveau d'eau dépend des réserves en eau de ces horizons donc des conditions climatiques de l'année qui conditionnent leur recharge.

Le piézomètre de Sacy (figure 4.32) est un excellent intégrateur de la recharge des nappes de la région puisque ses évolutions sont imputables à ce seul effet étant donné que les prélèvements n'ont pas significativement évolué au cours de ces trois dernières années. Cet enregistrement nous indique que l'année 1998 est beaucoup plus favorable du point de vue de la recharge des aquifères que 1997. Ceci est tout à fait en accord avec les observations qualitatives tirées des exploitants et valide ainsi l'analyse du fonctionnement de ces plans d'eau effectuée plus avant.

Ce piézomètre peut d'ailleurs être utilisé comme outil de prévision des étiages. On peut, dès la fin mai, par comparaison avec les états de la nappe en 1997 et 1998 apprécier ce que sera la situation estivale. Selon cette méthode, on a vérifié que l'étiage 1999 a été encore plus favorable que celui de 1998.

#### 4.6.2 Les marais du nord de la Frette

Le niveau de ces marais, presque exclusivement alimentés par le débordement de la nappe de la craie, peut être influencé par une diminution de cette contribution. Nous allons dans un premier temps utiliser le modèle pour calculer la diminution de cette contribution selon différentes hypothèses, nous verrons ensuite l'impact possible de cette réduction des apports sur le niveau des plans d'eau.

Quatre simulations ont été réalisées, elles sont en tous points identiques à la période de calage 1990-1998 et ne diffèrent que par les conditions d'exploitation de la nappe. Aux prélèvements réels de la période 1990-1998, on a ajouté les pompages supplémentaires suivants :

- Simulation 1 - Prélèvement constant de 100 l/s dans la vallée de l'Aronde
- Simulation 2 - Prélèvement constant de 100 l/s dans la vallée de la Brèche
- Simulation 3 - Augmentation de 10 l/s (36 m<sup>3</sup>/h) des prélèvements du champ de captage de Labruyère. Ceci correspond à une augmentation de 20% de l'exploitation de ce site qui est actuellement voisine de 1 500 000 m<sup>3</sup>/an
- Simulation 4 - Création d'un nouveau prélèvement agricole (500 m au nord de Sacy) de 100 000 m<sup>3</sup>/an extraits entre les mois de mai et juillet ;

Le tableau ci-dessous récapitule les conditions de pompage adoptées.

	Secteur Aronde	Secteur Brèche	Labruyère	Pompages agricoles
Simulation 1	+100 l/s	-	-	-
Simulation 2	-	+100 l/s	-	-
Simulation 3	-	-	+10 l/s	-
Simulation 4	-	-	-	+13 l/s (Mai, Juin et Juillet)

Tab. 4.12 – Augmentation des pompages par rapport à l'historique 1990-1998

#### *Influence des pompages éloignés*

Les simulations 1 et 2 consistent à étudier l'influence d'une augmentation des pompages dans des zones éloignées du marais. Le dépouillement des résultats montre que cette augmentation de 100 l/s, aussi bien dans le secteur de la Brèche que de l'Aronde, n'affecte pas le débit des sources d'alimentation en eau du marais, démontrant ainsi l'indépendance du bassin hydrogéologique de ces régions. On peut en tirer deux enseignements :

- le développement de l'exploitation des eaux dans ces régions, au cours de ces quinze dernières années, ne peut être à l'origine d'une dégradation de la ressource en eau du marais
- une incertitude sur les données d'exploitation de ces secteurs est sans conséquence notable au niveau du marais

#### *Influence des pompages proches : Labruyère*

Dans cette simulation numéro 3, le débit extrait par le champ captant de Labruyère a été augmenté de 10 l/s tout au long de l'année. L'impact de cette augmentation sur le débit émis par les sources du marais est représenté sur la figure ci-dessous sous la

forme d'un déficit d'alimentation exprimé en débit ou en pourcentage du débit normal émis.

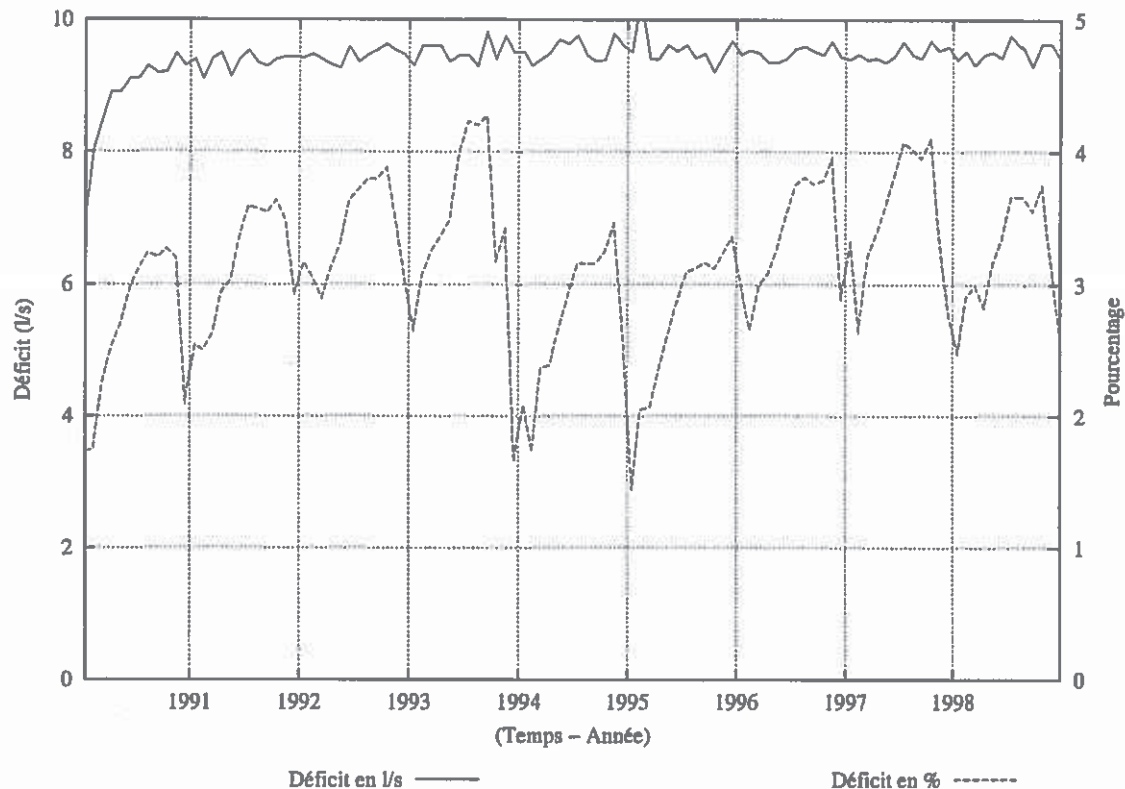


Fig. 4.33 – Impact d'une augmentation des pompes à Labruyère

On observe que le déficit met environ un an pour se stabiliser autour de 9.5 l/s et s'y maintenir pendant toute la période de simulation. Exprimée en pourcentage, la diminution du débit des sources se situe entre 1.3 et 4.5 %, son ampleur étant maximale à l'étiage et minimale aux hautes eaux. En moyenne, sur la période, la baisse de débit est voisine de 3% (9.5 l/s / 323 l/s qui est l'alimentation moyenne des marais).

Ainsi la quasi totalité d'une augmentation du pompage de Labruyère se répercute sur le débit des sources alimentant le marais. Dans cette simulation, l'augmentation étant faible l'influence reste modeste vis à vis du débit reçu par le marais.

#### *Influence des pompes proches : Les pompes agricoles*

Pour cette simulation, un pompage de type agricole a été rajouté au Nord de Sacy dans le secteur du piézomètre. Le volume total pompé a été fixé à 100 000 m<sup>3</sup>/an soit un débit fictif continu de 13 l/s pendant les mois de mai, juin et juillet. Son impact sur le débit des sources a été représenté sur la figure ci-dessous.



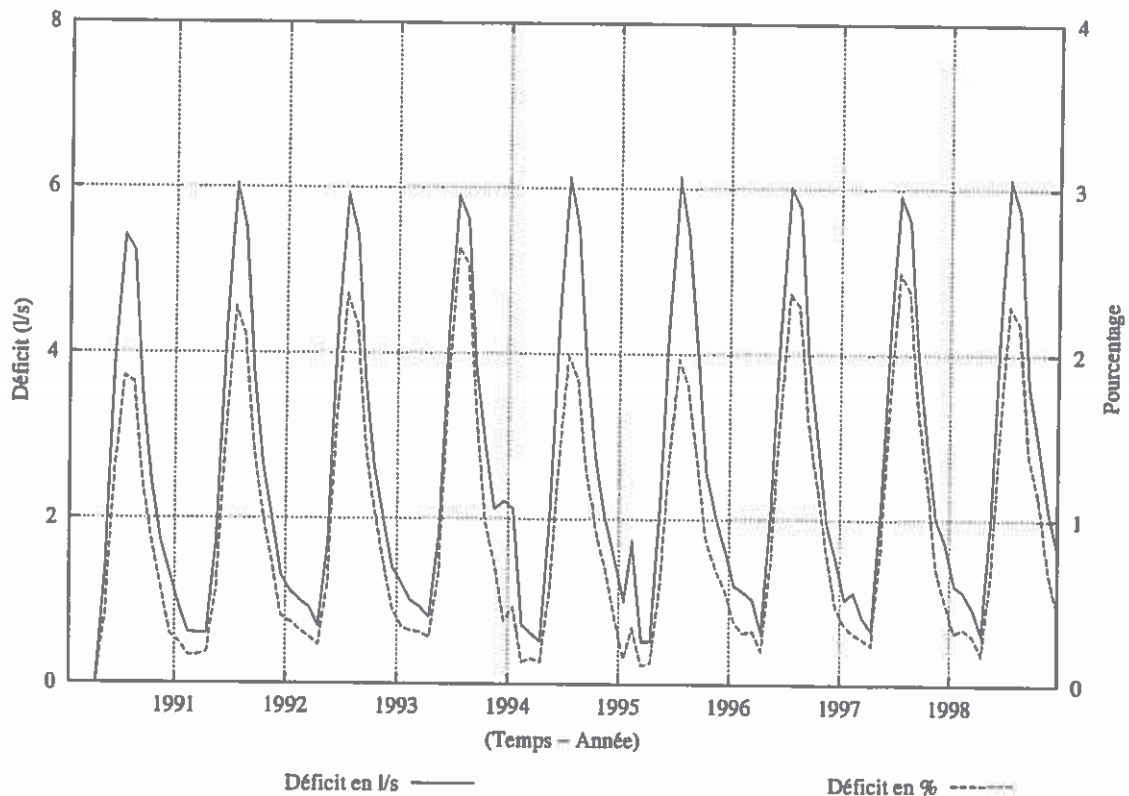


Fig. 4.34 – Courbe du déficit du débit des sources (en l/s et en % du débit des sources)

Il apparaît que le déficit fluctue entre 0.6 l/s, en période de hautes eaux, et 6 l/s au mois de Juillet ce qui correspond à une réduction de 0.2% du débit des sources en hiver et 2.5% en été.

De la même manière que dans le cas précédent, la totalité de l'augmentation du pompage agricole se répercute sur l'alimentation en eau du marais dont le déficit moyen annuel se situe autour de 3 l/s.

#### 4.7 Conclusions et recommandations

Au terme de cette étude sur la sensibilité du niveau des divers plans d'eau des marais de Sacy le Grand, nous considérons que le secteur situé au sud de la Frette est hydrauliquement isolé de la nappe de la craie par les argiles sparnaciennes. Les marais de ce secteur sont seulement alimentés par des horizons tertiaires peu productifs et sont donc sous l'influence directe des conditions climatiques. Il s'ensuit que lors des années déficitaires l'alimentation en période d'étiage est insuffisante et la superficie des plans d'eau se réduit avec l'abaissement de la cote de l'eau, ce qui constitue une nuisance pour les exploitants.

Le piézomètre de Sacy, bien que captant la nappe de la craie, est un bon indicateur de l'état des ressources en eau des nappes de la région et peut permettre d'apprécier, dès la fin mai, les conditions générales de l'étiage à venir.

Les marais du nord de la Frette sont incontestablement alimentés par la nappe de la craie. Leur alimentation fluctue avec les conditions climatiques sans toutefois induire des variations de niveau aussi importantes et gênantes que dans le sud. Ceci tient au fait que la nappe de la craie est un aquifère puissant qui résiste bien aux étiages en régularisant ses apports, ce que ne peuvent assurer les maigres horizons perméables du tertiaire qui soutiennent les étiages des marais du sud. Les marais du nord peuvent cependant être menacés par un développement excessif de l'exploitation de la nappe de la craie qui se ferait aux environs immédiats des marais, puisque nous avons vu que tout prélèvement réduisait d'autant l'alimentation des plans d'eau. Actuellement, l'exploitation totale de la bordure du marais est voisine de 70 l/s, cela signifie qu'elle ampute d'autant les apports aux marais nord sans pour autant conduire à des nuisances importantes.

Dès lors une question se pose, quelle est la limite d'exploitation de la nappe par rapport à l'exploitation actuelle ? Il est difficile de répondre avec précision à cette question car on ne connaît pas la relation liant le débit d'alimentation des marais à la cote des divers plans d'eau. Cette relation reste inaccessible dans le détail car les plans d'eau sont à des altitudes différentes, la qualité de leur relation hydraulique avec la nappe de la craie est variable et par conséquent leur sensibilité face à une réduction du débit diffère d'une mare à l'autre.

On peut néanmoins fixer une valeur maximale en remarquant que le débit émis à l'exutoire en période d'étiage est de l'ordre de 100 l/s ce qui signifie que si un tel prélèvement constant était effectué dans la craie, la Frette verrait son débit s'effondrer puisqu'il ne proviendrait plus que de la vidange des mares. D'après la modélisation, la différence d'alimentation de la craie vers les marais nord au cours de l'étiage aurait été de l'ordre de 30 l/s entre l'année 1997 très déficitaire et l'année moyenne 1998. L'extraction d'un tel débit en continu aurait donc un impact sur les mares comparable à la différence des niveaux observés à l'occasion de ces deux situations passées. Nous considérons ce débit comme une valeur plafond d'accroissement dans l'état actuel des connaissances.

Nous concluons ce travail sur les deux propositions suivantes :

- rationaliser le réseau actuel de surveillance des niveaux des plans d'eau en sélectionnant les échelles limnimétriques les plus représentatives et en poursuivant les mesures, particulièrement pendant les étiages, pour disposer de références dans l'avenir. Cet acquisition de données est indispensable pour préserver et surveiller l'évolution de ce milieu humide.
- éviter la création de nouvelles mares ou l'extension des mares existantes surtout dans la partie sud du marais qui est très sensible. Il faut également éviter de creuser des canaux qui drainent le système et tendent à uniformiser et à abaisser son niveau.

## Annexes

---

## Annexe 1 : Postes pluviométriques en proximité des marais de Sacy



## Postes pluviométriques en proximité des marais de Sacy

Poste	Coordonnée Lambert (X ;Y)	Altitude NGF	Période de mesure
Airion	(6059 ;24927)	71	1989-1998
Arsy	(6250 ;24892)	80	1981-1998
Auteil	(5818 ;24825)	140	1931-1939
Baugy	(6299 ;24966)	47	1974-1998
Beauvais	(5814 ;24930)	69	1930-1934
Bresles	(5939 ;24897)	56	1970-1998
Breuil-le-Vert	(6072 ;24847)	52	1948-1998
Cauvigny	(5935 ;24781)	90	1932-1952
Chevrière	(6240 ;24814)	31	1934-1998
Clermont	(6055 ;24867)	88	1931-1946
Creil	(6130 ;24724)	87	1950-1998
Erquery	(6094 ;24891)	70	1953-1988
Ercuis	(5977 ;24707)	146	1934-1951
Estrée-St-Denis	(6221 ;24921)	75	1935-1962
Fleurines	(6181 ;24736)	112	1931-1968
Fitz-James	(6068 ;24880)	58	1951-1953
Hermes	(5934 ;24843)	48	1949-1952
Laneuville-roy	(6178 ;24978)	104	1946-1998
Le Fayel	(6261 ;24862)	59	1970-1974
Le Mesnil/Bulles	(6006 ;24987)	145	1952-1998
Longueil-St-Marie	(6282 ;24838)	33	1974-1981
Mouy	(5988 ;24800)	45	1938-1957
Moyenneville	(6217 ;24992)	82	1967-1971
Pontpoint	(6221 ;24781)	35	1929-1933
Remy	(6269 ;24936)	69	1937-1939
Silly-Tillard	(5873 ;24807)	95	1949
Ste-Geneviève	(5891 ;24778)	210	1972-1998
Tille	(5838 ;24958)	106	1946-1998

## Annexe 2 : Précipitations mensuelles et annuelles aux postes de :

---

Breuil-le-Vert

Chevrières

Creil

Laneuvilleroy

# Précipitations mensuelles à Breuil-le-vert de 1950 à 1998 (en mm)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1950	26,9	86,6	23,7	67,5	42,1	49	97,1	57,9	86,1	10,6	86,1	80,7	714,3
1951	54,1	82,1	87,2	41	67,7	102,2	45	67,7	53,6	21,2	76,6	69,8	828,7
1952	59,1	36,4	75,4	6,2	45,8	23,8	15,9	66,4	103,7	55,6	89,3	115,1	692,7
1953	11,9	32,3	0	65,9	39	79,6	56,7	26,9	45,4	24,9	24,4	10,7	417,7
1954	26,1	60,9	61,6	3,5	21	71,9	32	84,5	106,9	37,3	44	45,2	594,9
1955	69,1	58,1	23,6	19,2	82	35,9	65,5	22,1	54,2	35,8	21,9	83,2	573,6
1956	64	10,1	9,5	52,2	17,5	55,5	36,8	74,4	51,8	49,3	36,8	51,7	509,6
1957	17,5	123,4	32,2	15,5	21,7	118,1	75,6	44,2	99,6	33,6	34,6	47,2	663,2
1958	77,6	105,1	26,7	37	55,6	126,5	58,3	119,6	39,8	45,2	59	85	835,4
1959	67,5	1,2	59,8	68,1	16,1	55,1	25,1	48,7	2,3	53,6	50,5	72,6	520,6
1960	43	41,5	75,4	9,9	50,6	40	86,8	88,2	42,8	132,7	81,7	67,8	760,4
1961	93,6	45,8	55,3	42,5	24,1	35,8	77,8	6,1	54,3	73,6	68,3	76,2	592,5
1962	65,7	28,5	61,7	51,6	34	21,1	78,9	60	54	27,2	61,9	54,3	612,9
1963	17,1	6,8	58,5	58,5	67,7	124,3	11	113	44,9	26,5	71,8	9,6	590,1
1964	27,1	37,4	80,3	59,9	19,1	83,7	21	22,9	35,3	93,8	40,1	69,5	822
1965	99,8	9,8	64,6	57,7	81,8	37,4	47,6	50,6	79,8	25,4	128,4	139,1	794,9
1966	53,1	37,4	22,7	82,9	71,4	37,3	104,8	50,3	25,9	131,2	72,7	105,2	673,3
1967	41,8	42,6	32,4	22,3	99	21,8	17,8	62,9	96,9	85,3	77	73,5	821,2
1968	70,3	82,7	56,9	55,3	64,3	112	56,1	103,3	88,7	44,4	32,2	55	651,1
1969	34,1	30,7	63,4	59,3	93,7	71,3	39,7	52,6	38	5,3	106	57	613,4
1970	64,8	99,5	48,8	46,7	40,1	79	50,5	58,2	22,3	25,6	58,4	19,5	544
1971	60,7	35,8	31,1	31,7	67,6	99,9	37,4	68,5	11,1	17,5	78,6	4	694,7
1972	89,3	71,2	50,8	55	52,1	60	102,1	34,8	40,5	71,3	48,8	34,8	590,5
1973	18,9	51,1	6,9	44,6	110,7	56,5	21,7	40,8	84,4	104,7	89,2	48	678,1
1974	67,4	42,2	55,6	3,1	38	56,6	17,8	37,2	118,3	27	58,4	10,1	562,7
1975	61	15,8	53,3	35,4	51,5	42,6	39,7	70,3	97,6	27	44,4	64,7	636,5
1976	16,7	25,9	23,9	13,9	13	0,7	37,2	9,6	47	50,9	44,4	47,9	702,8
1977	61,5	80,9	49,2	33,1	93,1	47	26,2	43,2	61	80,5	81,3	96,9	763,1
1978	61,4	66,3	84	64,4	58,2	86,1	65,9	62,1	14,9	8,8	6,6	125,7	701,3
1979	38	53,9	109,7	71,7	59,6	51,3	32,3	51,5	18,8	75,5	48	23,7	563,3
1980	36,6	63,9	74,1	12,6	62,4	70,4	115,9	18,7	61,2	161	25,8	121,2	799,5
1981	62,6	29,6	56,2	23,7	112,5	82,7	44,3	15,5	54,5	112,5	59,7	77,2	759,8
1982	66,4	18,5	69,5	17,1	116,6	94,1	21,1	52,6	67,1	24,3	51,2	37,4	700,1
1983	39,6	53,8	59	86,5	86,3	92	66,4	36,5	114,4	84,4	65	23,7	787,3
1984	140,6	44,5	48,9	18,5	94,3	29,9	61,8	61,3	18,6	11,9	56,7	23,7	563,3
1985	36,4	17,3	57,8	59	82,5	77,7	72,9	48,8	85,6	49,4	53,1	91,5	664,1
1986	78,4	11,9	77,5	90,8	24,6	46,1	18,4	36,8	29,2	102	57,9	27	680,9
1987	29,8	44,7	56,5	28,7	67,8	94,4	72,4	70,5	47,5	63	51,3	51,6	849,7
1988	123,6	71,3	114,5	29,8	81	55,2	117,5	43,4	38,2	48,7	41,2	66,3	614,2
1989	38,4	44,1	78,7	110,7	33,8	74,2	17,9	22	30,1	65,8	29,3	53,4	529
1990	39,1	102,9	13,6	68,7	8,8	69,5	21	26,8	48,7	48,1	50,6	48,3	595,7
1991	58,6	10,6	58,5	37,9	27	57,6	69,2	11,9	46,3	42,3	82,3	54,3	686,7
1992	6,4	25,3	52,6	33,2	46,1	104,5	30,3	72,1	65,5	44,8	52,5	59,5	727,5
1993	53,3	9,2	6,6	59,8	67,4	87,8	66,3	5,1	91,4	20,9	10,3	65,7	726,7
1994	77,8	49,5	44,1	79,9	74,2	41,2	30,3	108,2	65,5	44,8	99,2	53,8	531,8
1995	127,4	90,7	81,2	48,6	73,6	29,7	76,1	87,9	4,1	41,2	67,5	88,1	598,1
1996	31,3	59,9	21,9	10,7	61	21,2	24,8	81,6	62,7	128,1	49,1	51,4	647,8
1997	5,1	63,4	7,7	11,5	65,3	104,8	33,1	19,8	48	48	48	48	48
1998	61	10,1	25,4	108,6	6,9	77,2	47,5	49	54,9	54,8	58,7	62,7	656
Nombre valeurs	49	49	48	49	49	49	49	49	48	48	48	48	48
Moyenne	54,5	47,4	50,6	45,1	56,9	65,2	50,8	53,0	54,9	54,8	58,7	62,7	58,7
Ecartype	30,1	29,6	26,9	27,1	28,8	30,1	28,2	30,4	31,0	35,4	25,3	33,4	111
Coef var	0,55	0,62	0,53	0,60	0,51	0,46	0,56	0,57	0,56	0,65	0,43	0,53	0,17
MIN	5,1	1,2	0	3,1	6,9	0,7	11	5,1	2,3	5,3	6,8	4	347,9
MAX	140,6	123,4	114,5	110,7	116,6	126,5	117,5	128,2	118,3	161	128,4	149,2	849,7

# Précipitations mensuelles à Chevières de 1950 à 1998 (mm)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1950	37,7	69,1	21	44,8	50	17,5	80,9	52,6	80,6	8,3	70	77,3	609,8
1951	56,6	64,4	90,4	41,4	122,7	93,7	37,2	121,2	41,6	22,7	69,1	55	816
1952	55,3	36,1	62,6	4	43,1	48,4	14,3	91,7	92,6	43,6	82,1	83,7	657,5
1953	9,1	15,6	9,1	37,4	38,1	61,3	39,1	26,9	25	16,1	27,2	10,2	306,5
1954	30,5	42,3	48,5	3	34,7	37,6	22,3	57,2	107,5	36,2	35,5	36,1	491,4
1955	52,8	48,7	23,1	12,6	57,1	26,4	79,5	14,2	49,4	25,3	21,8	74,5	485,4
1956	62,2	16,3	6,6	56,6	21,7	59,6	59,4	57,1	53,5	44,6	32	41,7	511,3
1957	12,3	104,6	19,5	15,3	20,2	55,2	46,8	60,9	89,8	27,2	29,4	44,3	525,5
1958	66	92,2	18,5	37,4	50,2	119,8	65,5	93,1	41,9	36,4	37,8	61,8	720,6
1959	60,5	1,9	47,7	68	34,8	18,2	67,9	15,8	3,2	49,1	35,4	68,3	470,8
1960	34,4	31,9	60,1	6,3	21,3	44,1	66,9	49,2	33,9	112,3	67,1	59,8	587,3
1961	76,9	45,2	3,8	52,9	25,8	30,2	59,7	5,7	46,6	64,2	52	58	521
1962	71,7	24,4	52,7	47,3	40,9	9,2	111	74,1	52,2	38,8	55,8	51,7	629,8
1963	12,5	5,3	54,4	42,7	57,3	111,8	14,9	145,4	45,4	29,1	94,5	10,7	624
1964	27	36,6	68,5	45,4	20,5	80,3	52,1	26,4	32,9	108,5	43,6	61,9	603,7
1965	88	6,9	50,2	46,1	71,2	50,1	61,6	60,5	96,8	25,5	106	128,5	791,4
1966	42,5	38	23,5	96,8	96,9	42	168,1	51,9	19	119,5	77,1	93,3	868,6
1967	46,4	46	35,4	46,5	98,7	24,3	8,1	87,3	102,1	95,1	68,8	70,7	729,4
1968	73,8	65,3	60,5	47,1	72,5	84,5	67,9	79,5	104,9	38,5	33,6	51	779,1
1969	39,4	30	67,6	50,1	60,8	89,8	53,5	66,3	25,6	7,2	99,7	59,3	649,3
1970	69,6	101,7	40,2	57,1	54,7	87,4	60,7	68,8	24,3	21	56,2	21,8	663,5
1971	65,4	40,8	31,2	30,7	101,1	95,2	51,6	42,5	9	19,5	69	5,2	561,2
1972	77,7	65,7	32,2	68,2	59,5	37	161,2	36,9	42,9	15	84,7	24	705
1973	23,4	45	7	43,5	98,8	47,9	32,6	55,2	96,9	78,8	50,4	32,3	611,8
1974	64,3	44,4	57,7	5,8	33,6	55,3	33	40,3	133,5	106,7	74,4	45,1	694,1
1975	67,4	12,7	57,9	31,3	54,9	43,2	53,4	69,5	131,8	16	68	15,1	621,2
1976	18,5	23,5	27,9	22,5	28,7	5,4	52,1	7	48,1	58	49	58,9	399,6
1977	69,7	66,6	43,5	33,1	77,7	56,9	28	23,6	13,3	54,4	63,8	46,5	577,1
1978	70,7	60,1	77,3	46	44,3	87,5	93,1	42,1	56,7	7,9	5,3	98	689
1979	35,8	54,7	100,8	48,6	58,4	36	21,8	59,9	17,5	61,5	60,4	125,7	681,1
1980	34	61,4	61	9,6	85,9	65,6	94,7	48,4	14,8	61,4	44,3	60	641,1
1981	56,3	28,1	56,1	22,1	96,7	63,5	64,1	16,6	58,4	141,7	27,6	115,5	746,7
1982	63,3	14,3	74	14,9	105	88,6	27,1	22,2	50,7	100,1	61	73,5	694,7
1983	38,8	46,3	58,6	78,6	103,9	30,9	90,9	21,7	67,5	21,4	35,8	32,5	626,9
1984	102,9	37	55,2	26	89,4	32,4	23	39,2	119,7	79,3	57,5	21,6	683,2
1985	37,4	16	61,6	52,2	67,4	66,5	49,3	47,7	20,8	11,9	47,1	20,2	498,1
1986	71,2	10,5	83,6	77,5	28,4	36,5	18,3	50,6	59,4	54,9	56,4	79,4	626,7
1987	8,9	39,8	52,8	30,9	56,3	94,5	58,5	61,7	35,1	81,7	58	24,5	602,7
1988	98,2	58,9	104,2	26,8	65,1	33,9	91,6	53,7	53,6	61,8	41,6	57,4	746,8
1989	29,7	38	71,7	107	33,3	73,2	21,5	18,6	36,1	34,2	35,9	65,3	564,5
1990	40	92,6	11,2	66,5	10,2	51,8	25,4	23,4	18,8	62,8	34,7	54,8	492,2
1991	69,6	15,3	59,4	37,6	20,6	59,2	56	10,2	41,1	25,4	49,1	40,8	484,3
1992	8,3	28,6	51,5	31,1	44,2	82,9	35,1	62,8	37,3	37,8	77,3	54,9	551,8
1993	68,2	12,3	5,3	80,8	89,3	63	55,8	5,3	104	85,4	31,3	140,2	740,9
1994	68,5	51,8	43,1	66,6	77,7	42,3	25	88	51,8	30,4	44,2	54,5	643,9
1995	131,7	76,1	75,2	36	66,6	19,1	58,6	17,1	61,6	20,8	9,3	59,7	631,8
1996	28,6	46,7	22,7	10,2	56	21,3	39,2	66,9	22,2	38,3	90,6	50,9	485,6
1997	4,1	61,1	8,6	13,7	70,3	118,1	39,2	60,8	6	62,7	66,6	67,4	578,6
1998	72,5	11,4	27,1	95,5	7,8	51,6	42	22,9	70,2	106,3	44,3	46,9	598,5
Nombre valeurs	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Moyenne	52,0	42,5	46,4	42,3	57,6	56,1	54,5	49,4	54,0	51,1	53,7	56,9	617
Ecartype	27,1	25,5	25,9	25,1	28,6	28,6	33,0	29,8	34,1	33,9	22,4	30,1	110
Coef var	0,52	0,60	0,56	0,59	0,50	0,51	0,61	0,60	0,63	0,66	0,42	0,53	0,18
MIN	4,1	1,9	0,5	3	7,8	5,4	8,1	5,3	3,2	7,2	5,3	5,2	306,5
MAX	131,7	104,6	104,2	107	122,7	119,8	168,1	145,4	133,5	141,7	106	140,2	868,6



**Précipitations mensuelles à Creil de 1950 à 1998 (en mm)**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1950	26,8	87,7	31,5	54,8	61,4	44,0	68,8	34,8	81,8	6,0	85,1	98,2	680,9
1951	60,7	88,8	91,7	41,4	94,7	101,6	42,0	103,7	47,9	30,3	90,5	67,0	860,3
1952	79,4	40,7	84,0	3,8	62,7	24,2	19,8	69,9	84,9	58,9	117,1	127,6	773
1953	14,8	31,7	0,0	53,3	51,9	99,3		22,5	34,9	22,2	20,1	12,8	
1954	32,7	50,8	61,1	5,5	35,8	70,8	80,6	80,6	106,3	35,5	41,8	42,0	
1955	85,2	49,8	30,0	10,5	63,0	76,0	80,6	28,6	44,1	27,8	24,0	68,0	587,6
1956	50,9	13,9	11,3	52,8	37,6	59,9	88,7	83,4	48,8	60,1	37,7	57,4	602,5
1957	18,1	118,7	30,3	19,9	14,1	58,8	73,0	82,1	96,6	23,6	27,9	43,9	607
1958	65,6	99,2	19,8	43,5	65,0	104,6	102,9	103,6	43,2	48,2	60,8	72,1	828,5
1959	65,5	0,6	55,4	106,3	28,9	41,6	31,7	17,4	5,5	58,8	49,5	67,6	528,8
1960	54,1	44,1	61,6	10,0	27,2	50,2	95,8	68,2	58,4	127,3	77,6	63,8	738,3
1961	80,6	47,6	3,2	60,5	49,3	37,7	61,8	7,1	58,6	66,5	71,5	69,7	614,1
1962	68,4	26,6	57,3	57,7	61,5	7,3	87,7	71,7	49,8	32,0	51,8	53,8	625,6
1963	17,8	10,3	65,5	55,0	75,5	116,4	5,1	133,1	40,1	28,5	105,4	10,3	663
1964	23,0	42,9	97,8	59,3	18,9	69,4	44,4	27,9	32,9	85,3	56,1	55,6	613,5
1965	94,1	9,3	63,6	56,9	85,3	60,4	54,1	54,9	119,6	22,8	117,2	133,7	871,9
1966	69,3	45,2	31,0	102,3	67,2	46,1	134,9	54,3	21,5	133,0	86,4	110,9	902,1
1967	44,8	41,9	33,5	28,5	99,3	21,7	11,0	82,8	126,6	103,3	69,5	76,3	739,2
1968	77,8	66,8	58,6	48,3	57,2	74,6	73,0	96,6	96,4	37,9	41,4	55,5	784,1
1969	34,9	32,6	60,6	77,7	77,1	100,7	57,8	59,2	33,1	5,3	114,5	54,3	707,8
1970	67,3	121,9	61,3	63,5	42,5	106,3	61,0	56,1	27,1	22,5	53,8	23,2	706,5
1971	62,3	40,0	31,6	38,4	62,0	90,8	58,0	33,6	12,5	13,5	70,9	4,6	518,2
1972	94,2	70,8	32,5	61,4	63,8	48,3	91,7	41,7	42,3	18,8	96,7	29,9	692,1
1973	21,9	42,0	7,2	51,2	94,1	49,3	51,6	53,5	99,6	68,0	64,2	41,5	644,1
1974	71,8	46,7	73,9	6,7	39,6	75,9	42,1	47,1	133,1	107,7	87,3	42,8	774,7
1975	87,5	14,7	68,4	40,1	68,1	40,9	42,7	54,5	106,5	23,7	74,7	14,5	636,3
1976	18,6	28,6	31,6	17,3	18,9	4,9	73,0	9,3	56,4	57,5	58,2	65,1	439,4
1977	74,8	76,0	56,7	46,3	106,0	58,9	57,2	55,6	16,4	61,0	79,8	48,8	737,5
1978	72,3	83,1	96,0	56,3	73,8	91,5	94,0	40,8	52,0	15,7	4,8	101,2	781,5
1979	33,9	62,0	116,7	54,7	63,6	31,9	10,4	70,0	18,6	71,1	85,6	131,2	749,7
1980	36,4	63,5	78,6	10,8	56,0	78,1	96,9	53,0	26,5	65,6	47,8	77,2	690,4
1981	56,9	39,9	65,9	21,8	108,9	81,7	59,3	19,7	53,7	159,1	32,1	143,4	842,4
1982	69,0	19,6	70,7	12,7	104,9	119,3	31,1	25,1	68,5	109,8	68,1	84,8	783,6
1983	49,9	62,5	60,2	90,7	102,7	40,0	79,7	61,5	62,6	26,9	44,1	33,3	714,1
1984	117,4	44,1	47,7	16,9	91,4	35,0	25,1	56,2	111,0	96,8	65,7	23,2	730,5
1985	35,6	15,2	41,4	51,6	61,4	80,0	73,0	56,0	28,0	11,0	58,0	32,0	543,2
1986													
1987	29,0	48,0	68,0	29,8	79,8	100,0	86,0	90,8	42,8	127,6	55,6	29,6	787
1988	141,8	61,8	100,0	35,8	93,0	52,2	90,0	41,6	56,2	74,8	47,2	57,8	852,2
1989		40,6	74,2	160,0	30,2	69,0		22,2		40,6	42,6	74,0	
1990	40,2		10,2	66,2	5,8	59,8		48,0	18,8	65,0	28,0	57,0	
1991	61,8	9,2	58,2		17,6	73,8		15,4	36,0	26,2	59,2		
1992	10,0	20,4	55,6	33,4		82,4	37,0		41,4	43,2	74,6	52,6	550,4
1993	63,0	10,4	4,6	59,6	32,2	67,4	53,4	6,0	74,2	24,4	29,4	125,8	
1994	77,2	47,0	38,2			40,0	34,4	95,8	41,6	41,6	50,0	57,0	
1995	125,2	75,2	82,0	40,2	72,4	24,6	82,4	25,2	84,6	19,4	13,6	52,4	697,2
1996	28,2	48,1	30,0	8,8	56,4	14,2	29,0	65,0	24,0	46,4	104,8	57,0	511,9
1997	4,0	74,8	15,2	17,8	70,4	125,6	26,2	118,6	7,8	58,8	69,4	90,8	679,4
1998	84,2	7,6	30,2	132,2	15,8	60,6	40,2	30,2	64,8	124	41,2	48,4	679,4
Nombre valeurs	47	47	48	46	46	48	43	47	45	47	47	46	41
Moyenne	57,4	47,3	51,1	47,2	60,1	63,9	59,5	54,8	56,3	53,4	62,0	62,9	694,4
Ecartype	30,7	28,7	28,2	32,8	27,7	29,9	28,8	30,3	33,8	37,2	27,3	34,0	109,1
Coef var	0,53	0,61	0,55	0,69	0,46	0,47	0,48	0,55	0,60	0,70	0,44	0,54	0,16
MIN	4	0,6	0	3,8	5,8	4,9	5,1	6	5,5	5,3	4,8	4,6	439,4
MAX	141,8	121,9	116,7	160	108,9	125,6	134,9	133,1	133,1	159,1	117,2	143,4	902,1

**Précipitations mensuelles à Laneuville-sur-Meuse (en mm)**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1950	28,8	94,6	25,3	50	35	46	75,8	77,9	78,9	7,5	81,8	71,8	673,4
1951	53,7	68,2	75,5	59	114,5	87,2	39,3	95,4	42,1	23,4	83,3	59,7	795,3
1952	68,8	38,8	60,2	8,6	54,7	11,5	43,2	55,3	95,6	61,3	84,5	122,7	711,2
1953	13,1	35,4	0,2	65,6	30,3	63,5	58,3	34,8	22,3	22,3	41,4	13,2	402,5
1954	26,9	53,3	64,6				47	96,6	87,9	40,6	36,7	34,9	
1955	64,3	50	17,1	15,5	77,1	30,8	63	12,1	45,6	19,8	23	79,5	497,8
1956	50,1	9	7,4	53,2	12,8	53,5	51	65,6	66,1	35,1	35,7	36,1	475,6
1957	17	84,1	20,8	14,6	25,2	97,3	56,9	56,3	91,4	18,5	24,3	38,1	544,5
1958	51	60,7	24,2	21,7	25,2	80,6	57,1	113,5	27,5	51,4	21,1	62,7	596,7
1959	69	1,5	55,8	56,6	22,3	36,7	28	19,4	0	49,5	45	70,4	454,2
1960	53,1	39,2	64,2	8,8	54	49	79,1	33,3	31,5	120	72,8	51,8	656,8
1961	83,5	51,2	4	58,5	21,9	23,1	48,2	3,2	56,3	60,7	74,3	74,3	534,7
1962	80,5	22	55,5	56,2	41,2	11,6	53,3	66,1	59,8	27,2	71,5	51,6	596,5
1963	15,1	7,7	57,1	44,7	69,8	126	13,2	118,5	21	30,1	84,2	12,2	599,6
1964	24,5	40,4	76,5	41,5	55,5	75,7	16,4	10,4	41,4	86,4	35,5	54,7	558,9
1965	105	9		42,7	68,6	24,8	62,5	53,4	81,7	22,4	122,7	151,4	
1966	56,8	38,1	30,5	59,3	63,6	52,9	100,5	57,5	14,1	119,1	14,1	94,8	762,4
1967	30	33,7	33	30,1	82,6	14,9	66,9	34,7	89,3	70,3	66,5	65,9	
1968	66,5	68,8	55,6	48,3	65,4	114,1	71,7	83,6	103,6	35	30,3	47,8	785,9
1969	23,6	35,9	53,9	44,1	77	114,1	49,7	55,1	17,8	4,2	95,2	51	643,6
1970	62,5	86,2	41,6	57,3	50,4	64,7	49,7	39,3	15,9	33,8	54,9	23,5	579,8
1971	54,7	39,5	25,3	30,1	61,3	94,4	48,8	71,2	12,4	9,7	72,4	3,4	523,2
1972	71,9	61,6	36,3	57,8	57,2	60,7	129,9	32,7	60	8,9	98,7	22	697,7
1973	18	34,2	8,7	60,4	101,8	40,7	24,3	38,7	95,2	53,2	47,6	36,7	559,5
1974	68,3	37,1	51,3	4,8	41,6	46,4	18,3	54,3	111,4	108,7	88,8	48,9	679,9
1975	52,8	10,2	64,7	39,9	60,1	61,2	30	64,6	98	13,8	73,5	10,9	579,7
1976	15	25	22,4	13	23	1,4	43,6	4,9	44,6	48,1	52,4	57,1	350,5
1977	52,2	68,1	47,2	36,3	84,9	39,9	21,9	28,1	9,5	75,6	61,2	54,6	579,5
1978	63	62,8	79,4	47,7	49,6	88,4	71,8	39,8	48,1	9,9	7,7	97,7	665,9
1979	27,5	50,6	114,4	41,5	53,5	60,5	17,4	72,9	15,5	62,2	55,3	108,5	679,8
1980	32,2	65,7	62,7	11,9	55,2	76,5	86,5	47,9	15,8	79,8	48	67,7	649,9
1981	61,3	32,4	61,2	22	144,9	67,6	86,4	24,9	71,6	157,9	33,4	119,4	883
1982	60,4	16	52,9	21,4	122,5	91,1	38,5	38	51,2	97,8	61,7	86,4	737,9
1983	30,6	51,7	49,6	91,4	72,5	19,6	68,9	57	62,4	23,8	35,6	43,3	606,4
1984	104	37,6	47,2	14,8	87,8	32,2	30,2	111,6	131,2	82,6	59,7	23	761,9
1985	25,8	16,3	53,4	55,1	82,3	68,6	73,4	47,9	25,2	14,6	46,7	24,7	534
1986	80,6	7,6	85,9	80,7	26,2	44,8	21,5	39,2	73,7	50,1	65,9	84,3	660,5
1987	20	48,3	53,4	31,7	71,3	96,9	64,2	60,5	34,7	102	60,7	18	661,7
1988	110,9	66,7	97,4	34,1	69,2	47,9	138	44,5	51,2	85,3	48,3	54,3	847,8
1989	30,8	39,3	70,4	114,6	45,8	56,3	12,5	23,5	36	38,1	34,1	79,4	580,8
1990	41,2	107	7,3	51,8	5,7	71,1	16,1	45,5	21,4	74,6	34,9	66,3	542,9
1991	56,8	12,6	54,2	39,4	22,7	48,7	68,4	36,6	69	30,1	63,6	44,9	547
1992	6,6	35,4	65,4	36,9	47,8	118,3	30,9	73,2	55,9	44,6	73,6	51,8	640,4
1993	62,3	14,9	5,1	66,2	88,9	91,4	63,3	6,7	106,2	76,6	30,2	151,2	763
1994	73,9	39,8	42,3	86,8	79,3	31,8	29,5	74,2	56,2	34,3	39,4	45,7	633,2
1995	131,6	76,4	65,4	37,4	81,9	22,9	62,2	23,3	113,3	27,3	9,7	62	713,4
1996	28,9	53,2	22,5	6,9	54,6	33,2	37,5	77,2	21,2	37,2	87	51	510,4
1997	5,8	58,1	7,7	16,4	67,6	106,6	23,4	61,2	3,4	73,7	72,3	74,6	570,8
1998	59,3	8,8	25,1	111,8	9,9	61,0	34,7	18,8	83,7	106,5	38,3	49,4	607,3
Nombre valeurs	49	49	48	48	48	48	48	49	48	48	48	48	46
Moyenne	50,8	43,0	45,9	43,7	58,7	59,5	51,5	51,0	54,2	51,2	55,9	59,5	622,6
Ecartype	28,5	24,8	26,1	25,7	29,5	31,2	28,1	28,2	33,5	34,8	24,9	33,5	110,6
Coef var	0,56	0,58	0,57	0,59	0,50	0,52	0,55	0,55	0,62	0,68	0,45	0,56	0,18
MIN	5,8	1,5	0,2	4,8	5,7	1,4	12,5	3,2	0	4,2	7,7	3,4	350,5
MAX	131,6	107	114,4	114,6	144,9	126	138	118,5	131,2	157,9	122,7	151,4	883

## Annexe 3 : Ajustement d'une loi de Gauss aux précipitations annuelles de :

---

Breuil-le-Vert

Chevrières

Creil

Laneuvilleroy

Pluies journalières au poste de Laneuville-roy en 1998 en 1/10 mm

Jour	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	58	0	0	0	0	6	0	95	86	0	0	0
2	72	0	0	161	37	6	0	0	87	0	56	0
3	22	0	0	37	0	0	0	0	14	29	0	0
4	50	0	79	15	0	71	0	0	192	18	0	0
5	98	0	0	37	0	28	0	0	4	0	0	14
6	32	0	11	45	0	31	15	0	0	0	0	0
7	22	10	70	140	0	14	16	0	53	27	0	0
8	0	0	14	6	0	13	0	0	20	107	29	50
9	0	0	0	30	0	53	25	0	16	58	5	53
10	0	0	19	58	0	40	5	0	21	5	0	52
11	0	0	11	89	0	35	22	0	15	37	0	43
12	0	0	8	0	0	0	75	0	122	0	23	9
13	7	0	7	7	0	101	17	0	3	0	50	0
14	15	0	0	49	0	69	0	0	15	24	34	0
15	36	0	0	41	0	7	37	0	0	0	16	0
16	11	0	0	64	0	26	51	0	0	0	2	0
17	0	0	0	61	0	0	0	0	0	28	0	0
18	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
19	31	0	0	35	0	0	0	0	0	10	0	28
20	6	0	0	8	0	0	35	18	0	0	0	3
21	0	46	0	0	0	0	31	0	0	0	0	1
22	0	8	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0
23	0	13	0	18	0	0	0	37	0	43	0	14
24	0	0	0	0	11	0	0	0	0	208	0	3
25	0	0	0	101	0	0	0	0	0	54	20	40
26	0	0	32	54	11	0	0	0	64	10	30	82
27	0	0	0	49	0	82	14	0	71	13	15	65
28	0	11	0	13	32	0	4	0	27	99	85	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	27	93	18	0
30	0	0	0	0	8	28	0	0	0	19	0	13
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	0	0
Total	593	88	251	1118	99	610	347	188	837	1065	383	494
Total en mm	59.3	8.8	25.1	111.8	9.9	61.0	34.7	18.8	83.7	106.5	38.3	49.4



Pluies journalières au poste de Creil en 1998 en 1/10 mm

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	54	0	4	0	2	8	0	142	14	34	0	0
2	84	0	0	170	34	46	0	4	106	2	80	0
3	52	0	22	72	0	0	0	2	6	8	0	0
4	96	0	106	4	0	68	0	2	72	36	4	0
5	98	0	0	46	0	24	0	0	28	0	4	0
6	32	0	14	62	12	40	6	0	2	0	4	0
7	0	14	52	172	2	12	16	0	0	10	0	2
8	0	0	2	30	0	24	0	0	58	100	10	42
9	0	0	0	42	0	16	8	0	0	74	16	34
10	0	0	38	48	0	38	4	0	10	12	2	74
11	0	0	14	160	2	36	16	0	34	68	0	26
12	0	0	0	0	0	0	90	0	48	8	14	46
13	2	0	4	0	0	82	30	0	18	6	48	0
14	8	0	0	20	4	98	0	0	2	4	52	0
15	118	0	0	28	0	6	50	0	20	2	38	0
16	96	0	0	106	0	0	68	0	6	0	0	0
17	2	0	0	138	0	0	4	0	2	48	0	0
18	162	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	38
19	38	0	0	52	0	0	0	0	2	4	0	16
20	0	0	0	4	0	0	44	36	2	0	0	14
21	0	28	0	0	0	0	40	10	4	2	0	0
22	0	10	0	0	2	2	6	54	0	0	0	0
23	0	18	0	32	0	0	2	42	0	64	0	8
24	0	0	0	4	0	0	0	6	2	302	4	12
25	0	0	0	38	0	0	0	0	2	48	28	4
26	0	0	44	38	38	0	0	2	78	24	14	78
27	0	0	2	36	30	68	2	0	68	4	0	56
28	0	6	0	20	24	0	4	0	10	128	90	26
29	0	0	0	0	0	0	8	0	54	26	4	0
30	0	0	0	0	2	38	0	2	0	72	0	6
31	0	0	0	0	6	0	2	0	0	152	0	2
Mois	842	76	302	1322	158	606	402	302	648	1240	412	484
Total en mm	84.2	7.6	30.2	132.2	15.8	60.6	40.2	30.2	64.8	124.0	41.2	48.4

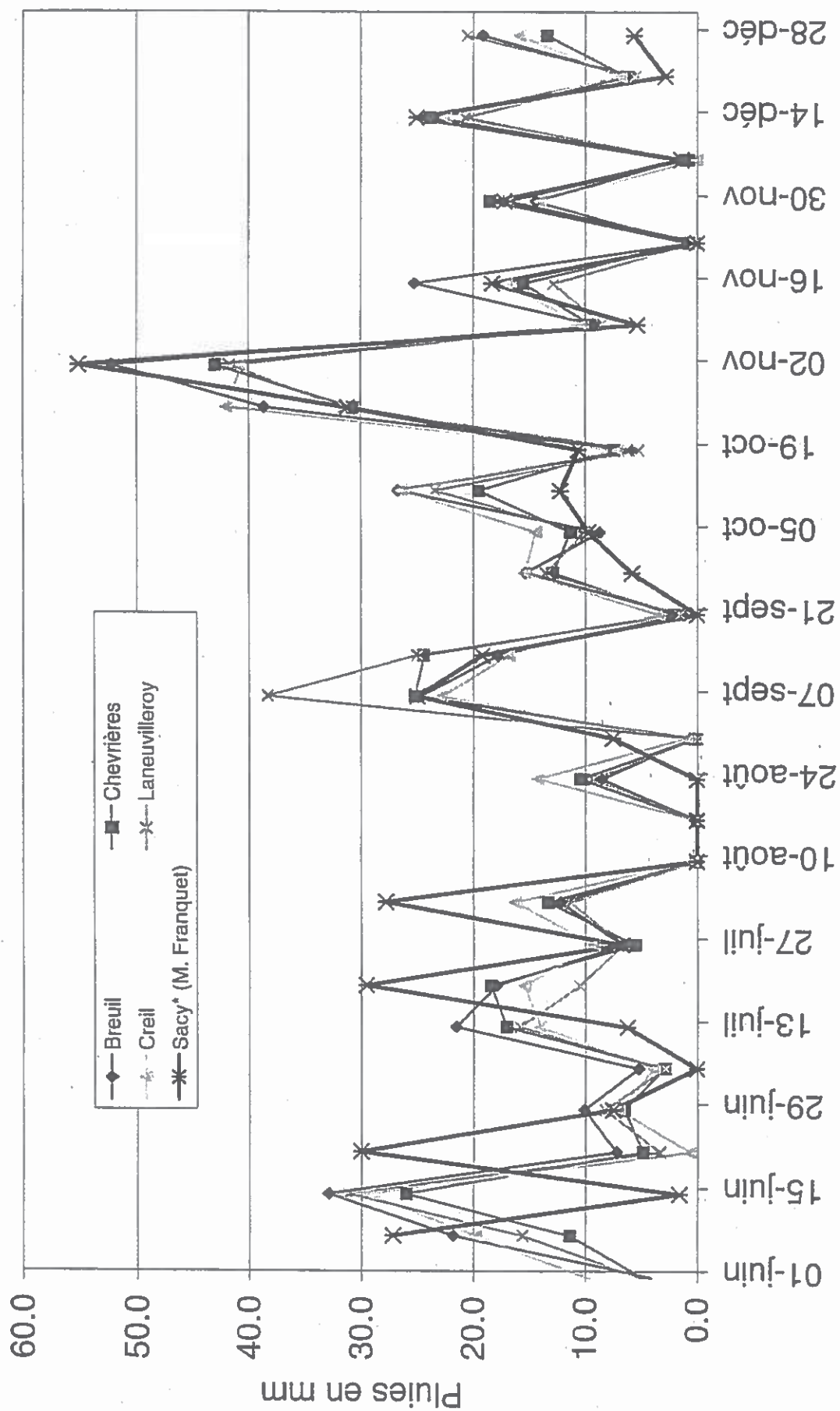
Pluies journalières au poste de Chevrières en 1998 en 1/10 mm

Jour	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	82	0	0	0	0	4	0	118	5	11	0	0
2	56	1	4	126	23	30	0	4	117	0	72	0
3	10	1	13	74	0	1	0	1	18	10	0	0
4	111	1	95	4	0	43	0	0	0	36	1	3
5	100	0	0	70	0	10	0	0	110	0	0	4
6	21	0	17	61	3	18	5	0	2	0	17	0
7	0	30	48	144	0	8	18	0	3	11	0	8
8	0	0	0	18	0	16	2	0	67	82	4	71
9	0	0	0	13	0	20	7	0	7	50	16	37
10	0	1	29	24	0	36	7	0	7	8	2	66
11	0	1	0	60	0	29	16	0	57	44	0	39
12	0	1	1	0	0	0	115	0	47	0	17	17
13	3	2	6	0	0	50	22	0	56	8	61	0
14	8	2	0	25	1	109	1	0	0	11	32	1
15	73	0	0	30	0	2	45	0	6	0	27	0
16	61	1	0	52	1	46	114	0	14	0	2	0
17	5	1	0	85	0	0	2	0	0	53	2	0
18	182	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	30
19	10	1	0	22	0	0	0	0	0	4	3	23
20	3	0	0	4	0	0	18	23	1	3	0	9
21	0	34	0	0	0	0	35	1	1	0	0	0
22	0	1	0	0	0	0	2	40	0	0	0	0
23	0	15	8	22	0	0	0	40	0	47	0	13
24	0	2	0	2	1	0	0	1	0	199	25	0
25	0	0	0	23	0	0	0	0	0	54	21	5
26	0	0	50	74	23	0	0	0	92	19	25	65
27	0	0	0	20	7	65	0	0	36	3	0	51
28	0	19	0	1	10	0	5	0	4	136	107	19
29	0	0	0	1	0	0	6	0	52	92	7	0
30	0	0	0	0	9	29	0	1	0	21	1	8
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	0	0
Total	725	114	271	955	78	516	420	229	702	1063	443	469
Total en mm	72.5	11.4	27.1	95.5	7.8	51.6	42.0	22.9	70.2	106.3	44.3	46.9

Pluies journalières au poste de Breuil le vert en 1998 en 1/10 de mm

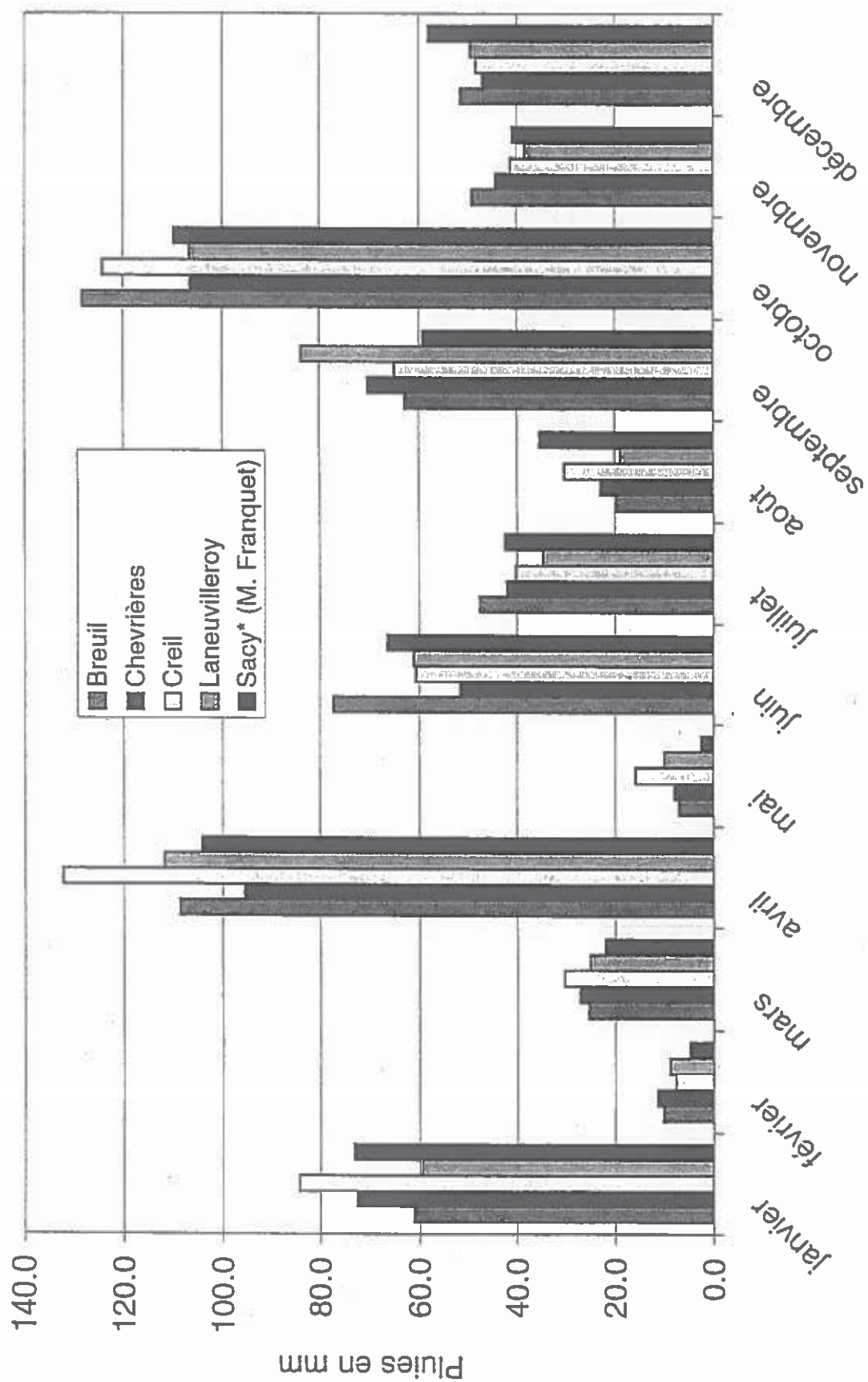
Jour	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jun	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	55	0	0	0	0	1	0	105	0	12	0	0
2	62	0	0	117	21	5	0	2	113	0	57	0
3	18	1	6	35	0	0	0	0	23	10	0	0
4	75	3	86	15	0	46	0	0	105	28	3	3
5	83	1	0	42	0	16	0	0	5	1	0	12
6	28	0	11	82	0	135	7	0	0	0	18	0
7	0	16	40	130	0	15	33	0	0	3	0	7
8	0	0	25	4	0	16	1	0	63	138	11	85
9	0	0	1	40	0	22	22	0	0	70	10	40
10	0	1	23	98	0	58	7	0	0	10	0	48
11	0	2	0	45	0	30	20	0	30	45	0	45
12	0	2	0	2	0	1	125	0	25	6	20	10
13	0	2	0	3	0	111	22	0	60	10	80	0
14	14	2	0	36	2	91	0	0	0	11	76	0
15	60	0	0	47	0	0	52	0	7	0	66	1
16	28	1	0	86	0	72	105	0	2	0	2	0
17	7	2	0	90	0	0	0	0	0	30	0	1
18	150	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	23
19	27	3	0	30	0	0	0	0	2	0	0	32
20	3	0	0	3	0	0	42	17	2	0	0	0
21	0	41	0	0	0	0	22	0	0	0	0	1
22	0	2	0	0	0	1	2	28	0	0	0	1
23	0	10	1	16	0	0	0	40	0	38	0	13
24	0	0	0	0	4	0	0	0	0	280	18	0
25	0	0	0	33	0	0	0	0	0	68	11	4
26	0	0	55	81	10	0	0	4	60	37	21	120
27	0	1	1	36	15	100	0	0	93	30	2	52
28	0	10	0	15	15	-0	9	0	4	128	85	1
29	0	0	0	0	0	0	0	0	33	122	7	1
30	0	0	0	0	0	52	0	1	0	32	0	13
31	0	0	5	0	2	0	6	1	0	172	0	1
Total	610	101	254	1086	69	772	475	198	627	1281	491	514
Total en mm	61.0	10.1	25.4	108.6	6.9	77.2	47.5	19.8	62.7	128.1	49.1	51.4

# Pluies hebdomadaires sur le marais de Sacy du 01/06/98 au 31/12/98

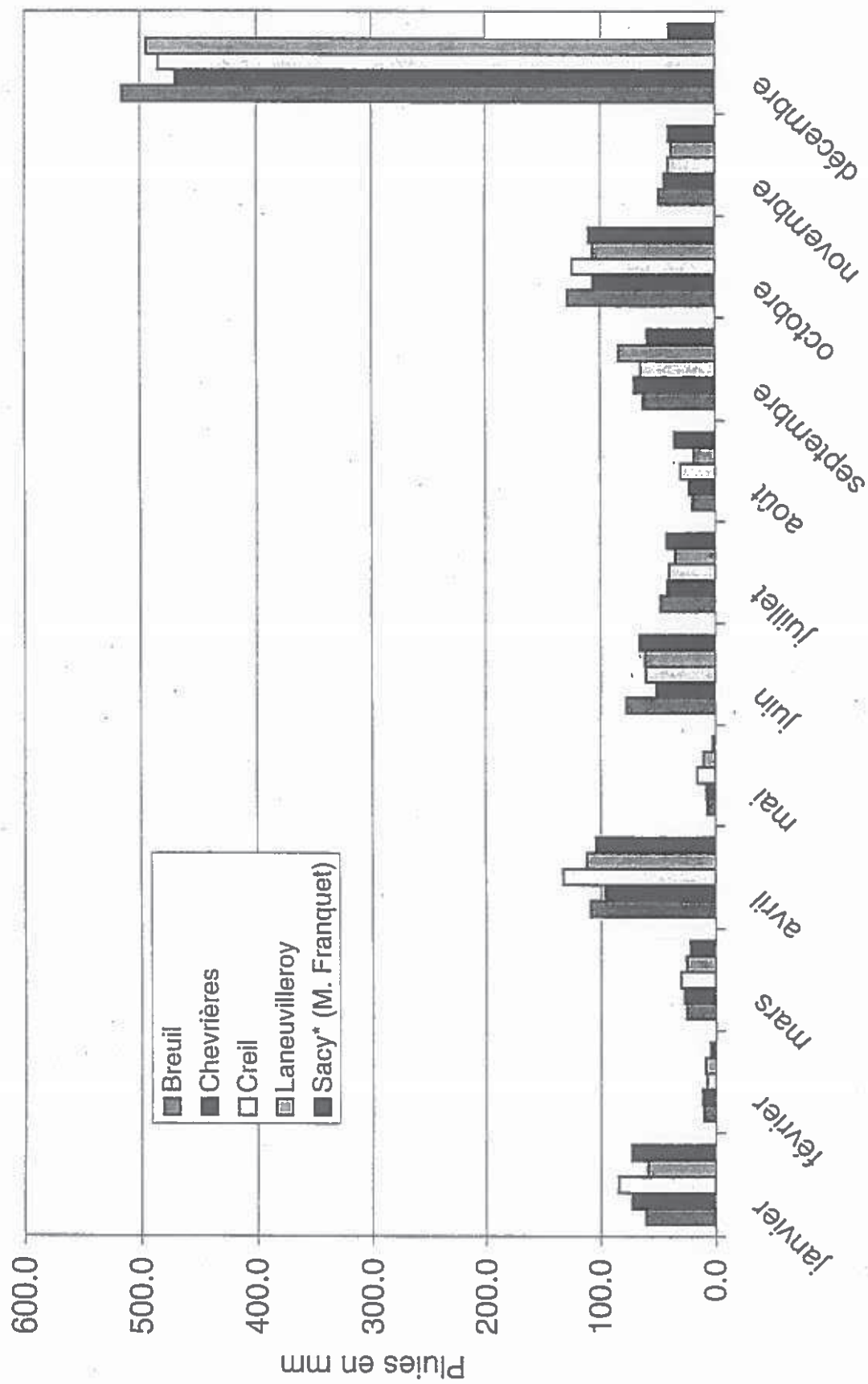




Pluies mensuelles sur le marais de Sacy pour l'année 98



Pluies mensuelles sur le marais de Sacy pour l'année 98



Annexe 9 : Historique des  
pompages – Période 1990/1998

---

## ANNEXE -9-

### Historique des prélèvements effectués entre 1990 et 1998 (Débits en m3/an)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Moyenneville	40000	40000	43652	62534	50002	47823	47949	47000	47000
Monchy-Humières	110000	110000	115413	106864	109285	112690	123848	113762	115000
Coudun	60000	60000	64193	68644	59489	60263	62653	60000	60000
Baugy 1	1200000	1200000	1188907	1326356	1391662	1520207	1450283	1425095	1425095
Baugy 2	1110000	1110000	1116066	1199041	1262759	1411066	1377891	1351119	1351119
Neufvy	10000	10000	12524	11693	12103	12231	12231	13362	13000
	2530000	2530000	2540755	2775132	2885300	3164280	3074855	3010338	3011214
Avrechy St Remy	280000	280000	282336	291068	283609	289853	327951	300000	300000
Clermont A.E.P	1500000	1500000	1510498	1536172	1627911	1678005	1748181	1700000	1700000
Clermont laiterie	400000	400000	409771	356497	207520	235103	225973	230000	230000
Hopital	300000	300000	334251	647925	331778	315482	294443	300000	300000
St just	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000
Erquery	42000	42000	41492	42099	47112	48639	56061	50945	50945
Mainbeville	42000	42000	42098	43351	44357	46067	47866	50167	50167
	2864000	2864000	2920446	3217112	2842287	2913149	3000475	2931112	2931112
Remy	110000	110000	114775	107038	105028	133285	98523	98792	98523
Pronleroy	100000	100000	104522	97685	83103	81018	92325	67509	68000
Laneuvillero	100000	100000	100720	92015	62246	84459	72784	68457	70000
Moyvillers	35000	35000	35421	34178	34824	36488	36293	35740	35000
Hemevillers	50000	50000	55324	55876	55351	53765	52492	52000	52000
Estrées St denis	290000	290000	290484	283334	278428	332605	307243	312396	312396
	685000	685000	701246	670126	618980	721620	659660	634894	635918
Labruyère	1460559	1526528	1419550	1528627	1639987	1753175	1646717	1477213	1477213
Sacy	66872	67698	64356	64311	63995	64615	67526	74277	74277
Catenoy	84400	84400	84400	84400	84400	84400	84400	84400	84400
Cholsy la victoire	41900	41900	41900	41900	41900	41900	41900	41900	41900
Bazicourt	290000	290000	287864	295370	301166	308359	308856	301309	301309
EARL du Bourbon	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Cugnière	100000	100000	100000	100000	100000	100000	96880	58750	44515
Gaec Mareschal	100000	100000	100000	100000	100000	100000	90000	65700	60000
Gaec Thierry	100000	100000	100000	100000	100000	100000	50000	50000	50000
Trompette	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Chevrières B-Say	200000	200000	267940	226550	15084	17296	176920	170000	170000
	2448331	2515126	2470610	2545758	2451132	2574345	2567799	2328149	2308214



## Annexe 10 : Résultats des analyses chimiques

---

Etangs de Sacy-le-Grand (60)

Lieu		Maure	Frette	Source Ladrancourt	Mare Ladrancourt	Buse Ladrancourt	Proxi camarguais	Canal Maure	Ageux Petit plan d'eau
Localisation carte		1	2	3	4	5	6	7	8
Mesures de terrain	Temp en °C	5,3	4,95	11,6	6,21	8,3	4,8	6,8	5,02
	pH	7,6	7,5	7,1	7,6	7,3	7,7	7,3	7,6
	Eh /ENH en mV	437	427	417	407	413	337	349	415
	Cond en µS	620	632	584	537	608	595	620	580
Anions en mg/L	HCO <sub>3</sub>	301,3	289,7	286,7	267,8	285,5	263,5	289,7	274,5
	F <sup>-</sup>	0,19	0,35	0,33	0,21	0,13	0,16	0,14	0,29
	Cl <sup>-</sup>	22,22	26,86	21	21,01	23,93	32,17	25,66	22,38
	NO <sub>2</sub>	0	0	0	0,07	0	0	0	0
	Br <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
	NO <sub>3</sub>	19,69	11,34	34,95	29,1	33,33	1,25	34,2	3,23
	SO <sub>4</sub>	32,56	74,62	17,11	19,41	23,12	67,44	26,1	81,05
Cations en mg/L	Li <sup>+</sup>	0	0	0	0	0,1	0	0	0
	Na <sup>+</sup>	5,96	10,45	3,77	5,05	5,22	9,91	8,58	5,51
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0	0,26	0	0,21	0,13	4,11	0,14	0,28
	K <sup>+</sup>	3,28	5,32	1,34	3,13	1,54	3,45	1,94	3,85
	Mg <sup>++</sup>	13,75	14,74	13,45	14,27	14,67	13,34	15,64	17,11
	Ca <sup>++</sup>	104,5	106,5	102,2	93,59	110,6	106,1	120	107,1
	SiO <sub>2</sub> (aq)	7,42	7,54	9,01	6,11	9,4	4,35	7,12	3,72
Total ANIONS en méq/L		6,57	7,26	6,23	5,87	6,38	6,66	6,57	6,88
Total CATIONS en méq/L		6,69	7,13	6,40	6,15	7,01	7,14	7,70	7,10
Ecart Anion/Cation		0,12	-0,13	0,18	0,29	0,63	0,48	1,13	0,22

Analyses CiG-EMP (S.Huet-Tailanther)

Etangs de Sacy-le-Grand (60)

Lieu		Ageux Grand plan d'eau	Puits Douin	CEI pleureur	Hutte Verbeke	Frette aval limni	Marais Monceau	Fossé Monceau	Puits du maire
Localisation carte		9	10	11	12	13	14	15	16
Mesures de terrain	Temp en °C	5,27	11,06	10,9	4,9	4,1	5,41	4,6	4,5
	pH	8	6,9	7,1	7,8	7,7	8,1	7	7,3
	Eh /ENH en mV	413	415	378	360	364	402	411	145
	Cond en µS	579	754	648	637	700	476	486	535
Anions en mg/L	HCO <sub>3</sub>	229,4	300,7	284,9	293,4	366,6	230	223,9	239,7
	F	0,3	0,27	0,36	0,23	0,3	0,21	0,2	0,18
	Cl	23,83	41,36	31,48	26,69	34	23,29	24,58	23,99
	NO <sub>2</sub>	0	0	0	0,07	0	0	0	0
	Br	0	0	0	0	0	0	0	0
	NO <sub>3</sub>	2,82	68,38	53,75	20,38	5,28	1,5	0,67	21,01
	SO <sub>4</sub>	119,7	62,76	36,79	54,53	119,2	58,49	45,92	27,79
Catons en mg/L	Li <sup>+</sup>	0	0	0	0	0	0	0,02	0
	Na <sup>+</sup>	5,69	6,83	6,09	7,88	16,68	8,94	8,27	4,17
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	3,77	1,12	0,28	0	0,35	0	0,46	0
	K <sup>+</sup>	3,99	2,81	1,82	3,65	8,85	4,9	6,7	0,96
	Mg <sup>++</sup>	17,16	14,64	18,16	17,45	18,77	18,04	14,75	11,64
	Ca <sup>++</sup>	102,4	138,1	111,6	112,4	121,2	89,94	83,3	79,4
Silice en mg/L	SiO <sub>2</sub> (aq)	1,8	9,08	9,79	8,04	6,51	< 1	9,35	6,64
Total ANIONS en méq/L		6,99	8,52	7,21	7,04	9,55	5,68	5,34	5,53
Total CATIONS en méq/L		7,08	8,53	7,39	7,48	8,56	6,49	5,93	5,13
Ecart Anion/Cation		0,09	0,01	0,18	0,44	-0,99	0,81	0,59	-0,41

Analyses CIG-EMP (S.Huet-Taillanter)

Etangs de Sacy-le-Grand (60)

Lieu		Etang Prud'homme	Limni	Etang vieux château	Eau du robinet de Sacy	Etang de pêche Sacy	Amont pont Verbeke	Cinqeux est	Etang cul de sac
Localisation carte		17	18	19	20	21	22	23	24
Mesures de terrain	Temp en °C	5,9	4,68	4,2	13,4	5,9	4,61	4,6	4,66
	pH	7,8	7,2	7,8	7,31	7,5	7,6	7,6	7,9
	Eh /ENH en mV	409	315	365	790	413	494	405	514
	Cond en µS	814	653	718	587	686	742	787	735
Anions en mg/L	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	233,6	306,2	353,8	298,3	294,6	291,6	239,1	196,4
	F <sup>-</sup>	0,17	0,25	0,24	0,17	0,16	0,26	0,42	0,2
	Cl <sup>-</sup>	51,13	29,38	33,92	19,26	27,17	26,73	36,48	23,49
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
	Br <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,07	3,07	4,327	41,1	35,22	13,59	0,86	1,42
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	208,1	64,37	120,9	18,02	67,09	108,4	231,4	176,4
Cations en mg/L	Li <sup>+</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
	Na <sup>+</sup>	12,93	9,64	16,69	5,74	10,6	10,65	14,14	10,19
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,37	0	0,24	0	0	0,29	0	0,24
	K <sup>+</sup>	1,71	6,24	7,55	2,32	9,15	7,69	3,47	4,78
	Mg <sup>++</sup>	20,16	16,56	18,73	14,55	24,67	19,77	18,52	16,15
	Ca <sup>++</sup>	149,3	117,2	118,9	105,5	108,1	128	155,9	120,8
Silice en mg/L	SiO <sub>2</sub> (aq)	# 1	8,88	5,68	9,3	7,27	9,98	13,7	7,31
Total ANIONS en méq/L		9,66	7,25	9,35	6,48	7,57	8,02	9,80	7,59
Total CATIONS en méq/L		9,73	7,79	8,41	6,77	8,12	8,69	10,01	7,93
Ecart Anion/Cation		0,07	0,54	-0,95	0,29	0,55	0,67	0,20	0,35

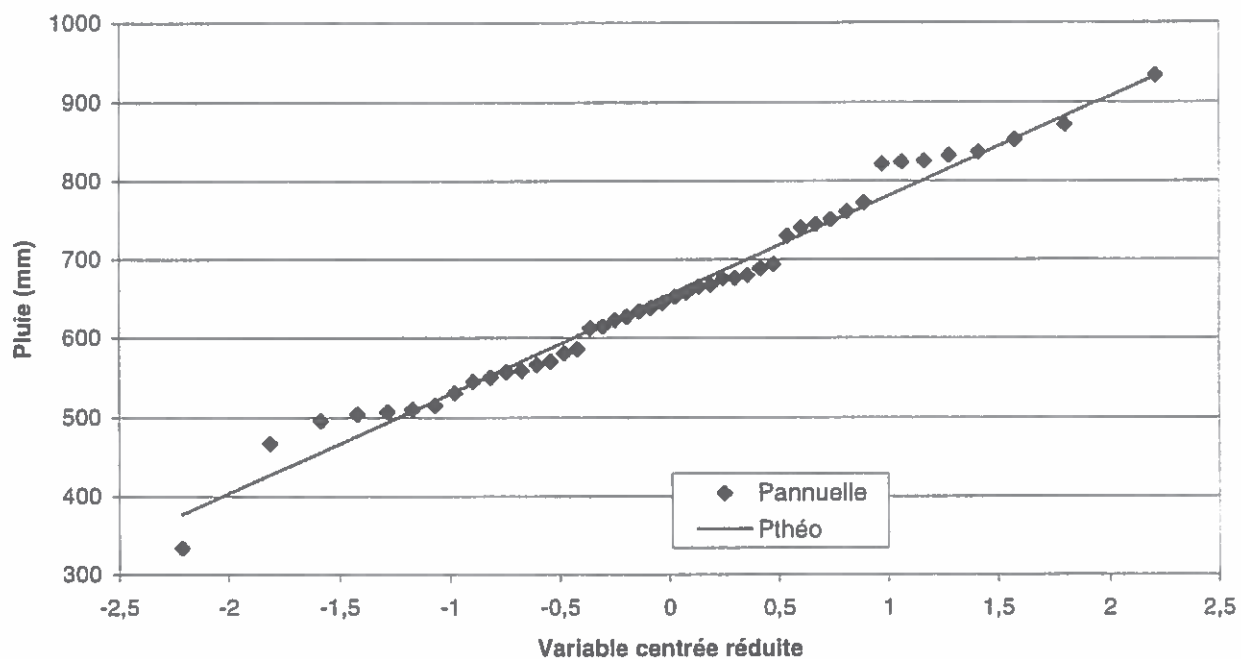
Analyses CIG-EMP (S.Huet-Taillanter)



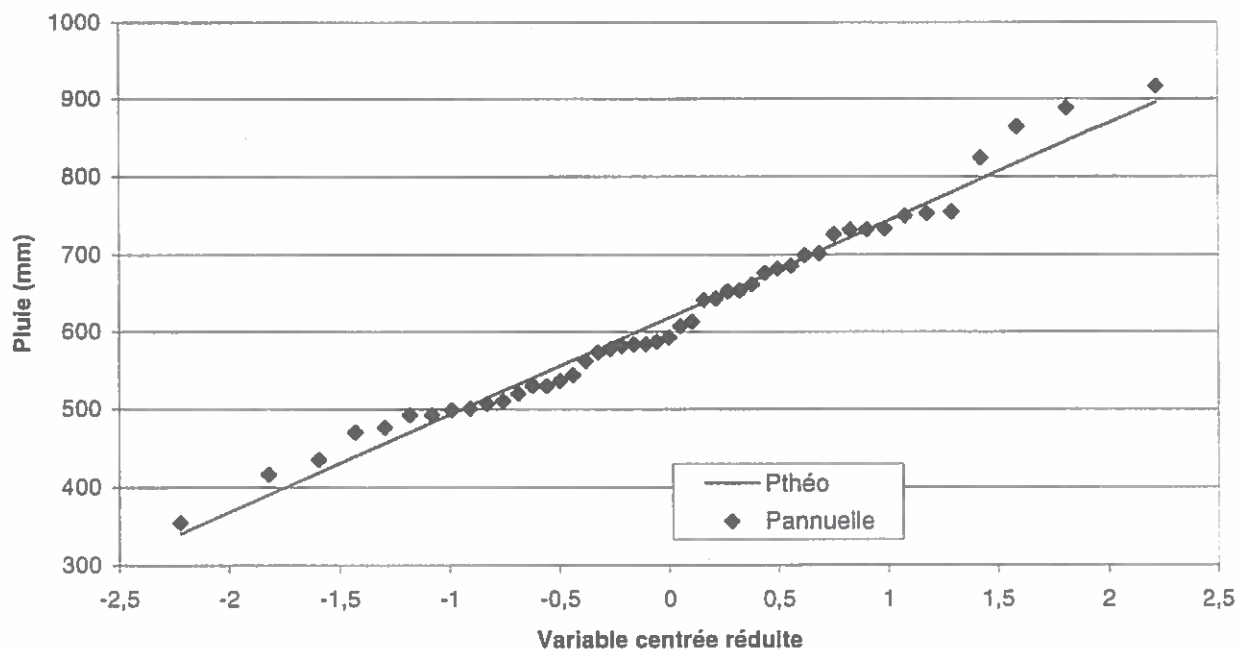
# Etangs de Sacy-le-Grand (60)

Lieu		Etang près de l'échelle	La Brugère	Colaçeau	Rosoy plan d'eau	Rosoy entrée aval	Rosoy entrée amont
Localisation carte		25	26	27	28	29	30
Mesures de terrain	Temp en °C	4,61	4,9	4,8	5	6,2	5
	pH	7,9	8	7,7	7,8	6,5	2,9
	Eh /ENH en mV	503	363	368	404	293	619
	Cond en µS	742	539	574	770	1493	3070
Anions en mg/L	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	192,8	185,4	248,3	236,7	267,2	0
	F <sup>-</sup>	0,29	0,14	0,26	0,33	0	0
	Cl <sup>-</sup>	24,24	24,59	26,87	31,22	33,02	35,65
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0
	Br <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,1	0,12	1,04	0,58	7,04	4,39
Cations en mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	200,1	148,5	109,1	245,5	846,4	2603
	Li <sup>+</sup>	0	0	0	0	0	0
	Na <sup>+</sup>	10,05	12,21	11,44	13,84	21,71	35,25
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,21	0,54	0,11	2,61	0,45	2,27
	K <sup>+</sup>	4,91	3,24	6,05	3,94	1,07	1,9
	Mg <sup>++</sup>	16,39	15,43	18,39	15,92	17,47	29,86
Silice en mg/L	Ca <sup>++</sup>	128,7	104,2	110,9	156,7	390,7	587,1
	SiO <sub>2</sub> (aq)	4,81	6,83	4,21	6,05	11,84	18,72
	Total ANIONS en méq/L	8,04	6,83	7,13	9,90	23,05	55,27
	Total CATIONS en méq/L	8,34	7,11	7,70	9,98	21,93	33,46
Ecart Anion/Cation		0,30	0,28	0,58	0,08	-1,12	-21,81

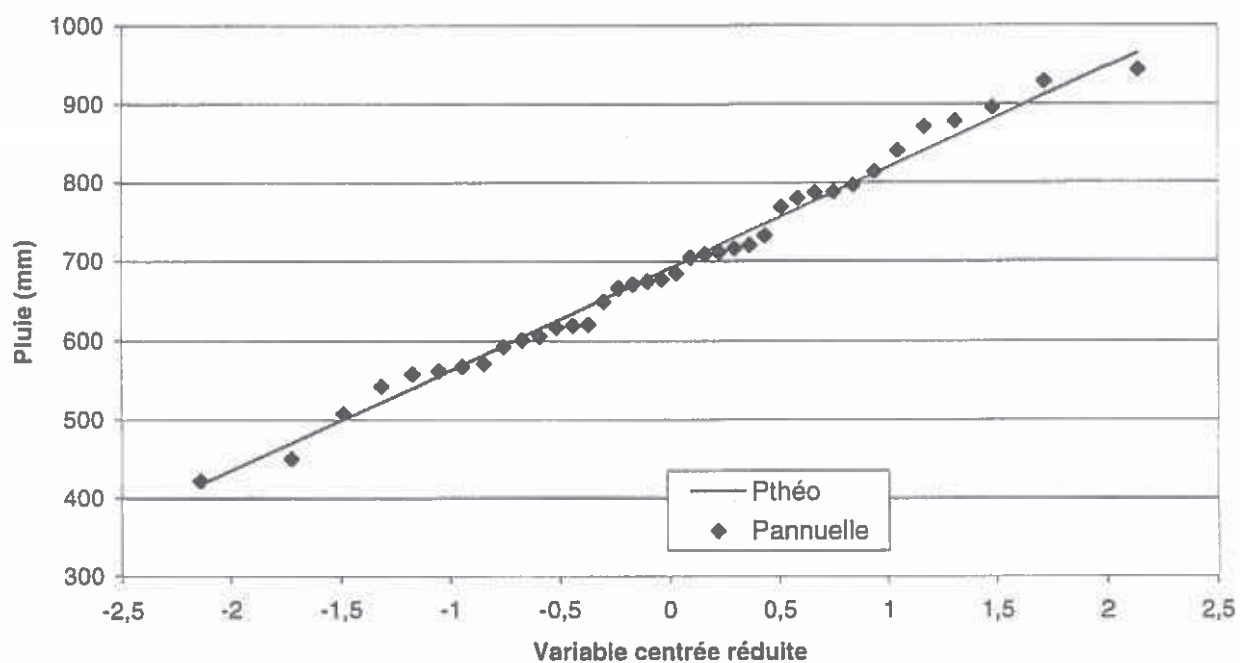
### Ajustement d'une loi de Gauss aux pluies de Breuil-le vert



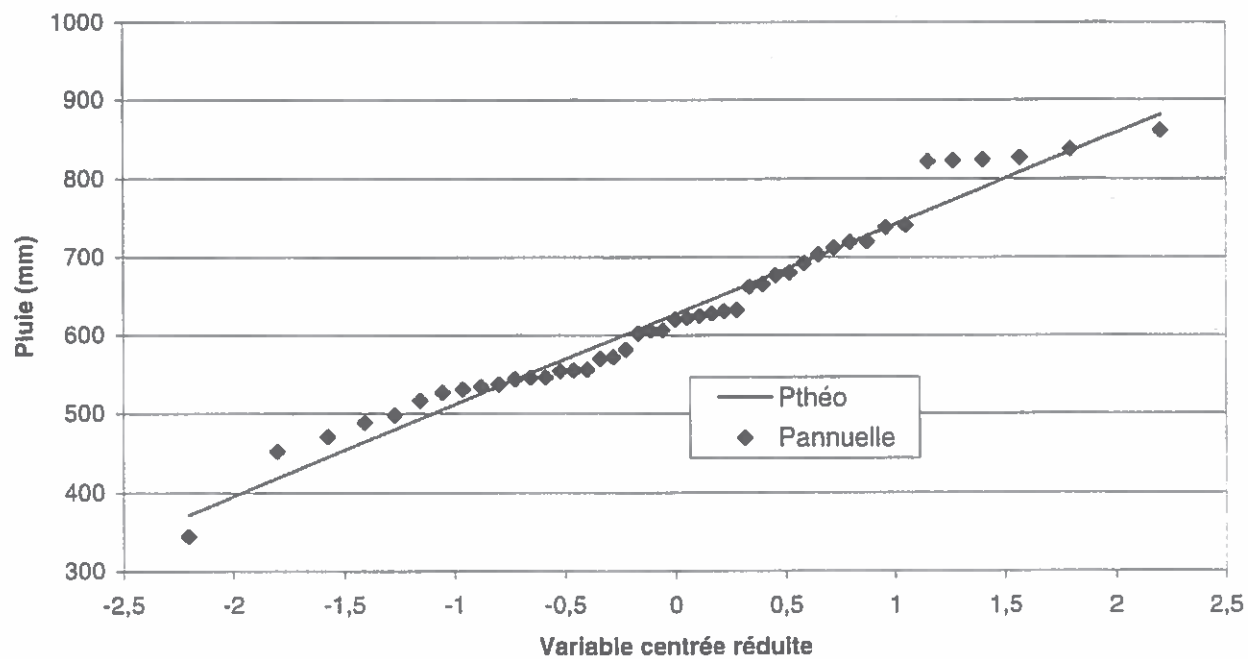
### Ajustement d'une loi de Gauss aux pluies de Chevières



### Ajustement d'une loi de Gauss aux pluies de Creil



### Ajustement d'une loi de Gauss aux pluies de Laneuvilleroy



## Annexe 4 : Ajustements d'une loi de Gumbel aux précipitations journalières

---

Breuil-le-Vert

Chevrières

Creil



Résultat breuilpm.03 du 03/08/98 à 06:45  
Extrêmes quotidiens Gumbel

Pour le poste 60107001 BREUIL-LE-VERT (BG - )  
Producteur DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE (RESEAU CLIM D'ETAT)  
Epoque du 01/01 au 31/12 pour années 1950 à 1998

Taille de l'échantillon : 47

Paramètres de la loi

Mode = 0270.83 Gradex = 0079.74

Erreur type du Gradex = 0012.21

DUREE DE RETOUR	HAUT.MIN. (à 90%)	HAUT.	HAUT.MAX. (à 90%)
2 ans	282	300	322
5 ans	354	390	443
10 ans	398	450	528
25 ans	450	525	637
50 ans	490	581	718
100 ans	529	637	799

ordonnées : Probabilité annuelle de non dépassement (en %)  
abscisses : Hauteurs de pluie (en dixième de millimètres)

Résultat chevripm.03 du 03/08/98 à 06:49  
Extrêmes quotidiens Gumbel

Pour le poste 60149001 CHEVRIERES (LE QUESNOY - )  
Producteur DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE (RESEAU CLIM D'ETAT)  
Epoque du 01/01 au 31/12 pour années 1950 à 1998

Taille de l'échantillon : 42  
Paramètres de la loi  
Mode = 0263.15 Gradex = 0065.68  
Erreur type du Gradex = 0010.64

DUREE DE RETOUR	HAUT.MIN. (à 90%)	HAUT.	HAUT.MAX. (à 90%)
2 ans	271	287	306
5 ans	331	361	407
10 ans	366	410	478
25 ans	410	473	569
50 ans	442	519	637
100 ans	473	565	705

ordonnées : Probabilité annuelle de non dépassement (en %)  
abscisses : Hauteurs de pluie (en dixième de millimètres)

Résultat creilpm.03 du 03/08/98 à 07:19  
Extrêmes quotidiens Gumbel

Pour le poste 60175001 CREIL (AEROD. - CREIL)  
Producteur DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE (RESEAU CLIM D'ETAT)  
Epoque du 01/01 au 31/12 pour années 1950 à 1998

Taille de l'échantillon : 39

Paramètres de la loi

Mode = 0270.09 Gradex = 0090.31

Erreur type du Gradex = 0015.18

DUREE DE RETOUR	HAUT.MIN. (à 90%)	HAUT.	HAUT.MAX. (à 90%)
2 ans	281	303	330
5 ans	363	405	470
10 ans	411	473	569
25 ans	470	558	695
50 ans	514	622	790
100 ans	557	685	883

## Annexe 5 : Ajustements d'une loi de renouvellement aux précipitations de courtes durées

---

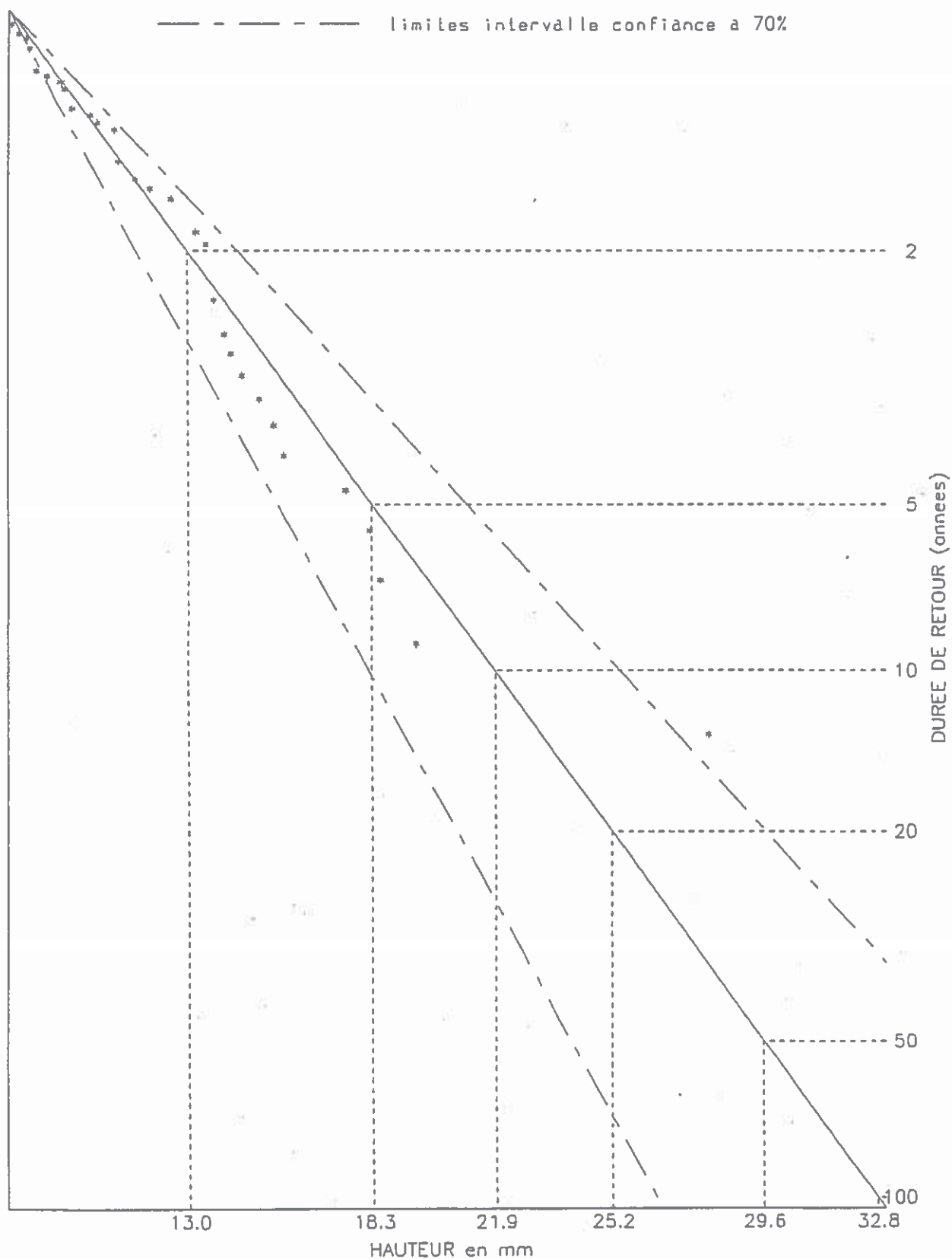
Poste de Beauvais



# COURBE DE PRECIPITATIONS ( INTENSITE - FREQUENCE )

STATION de TILLE(BEAUVAIS MN)

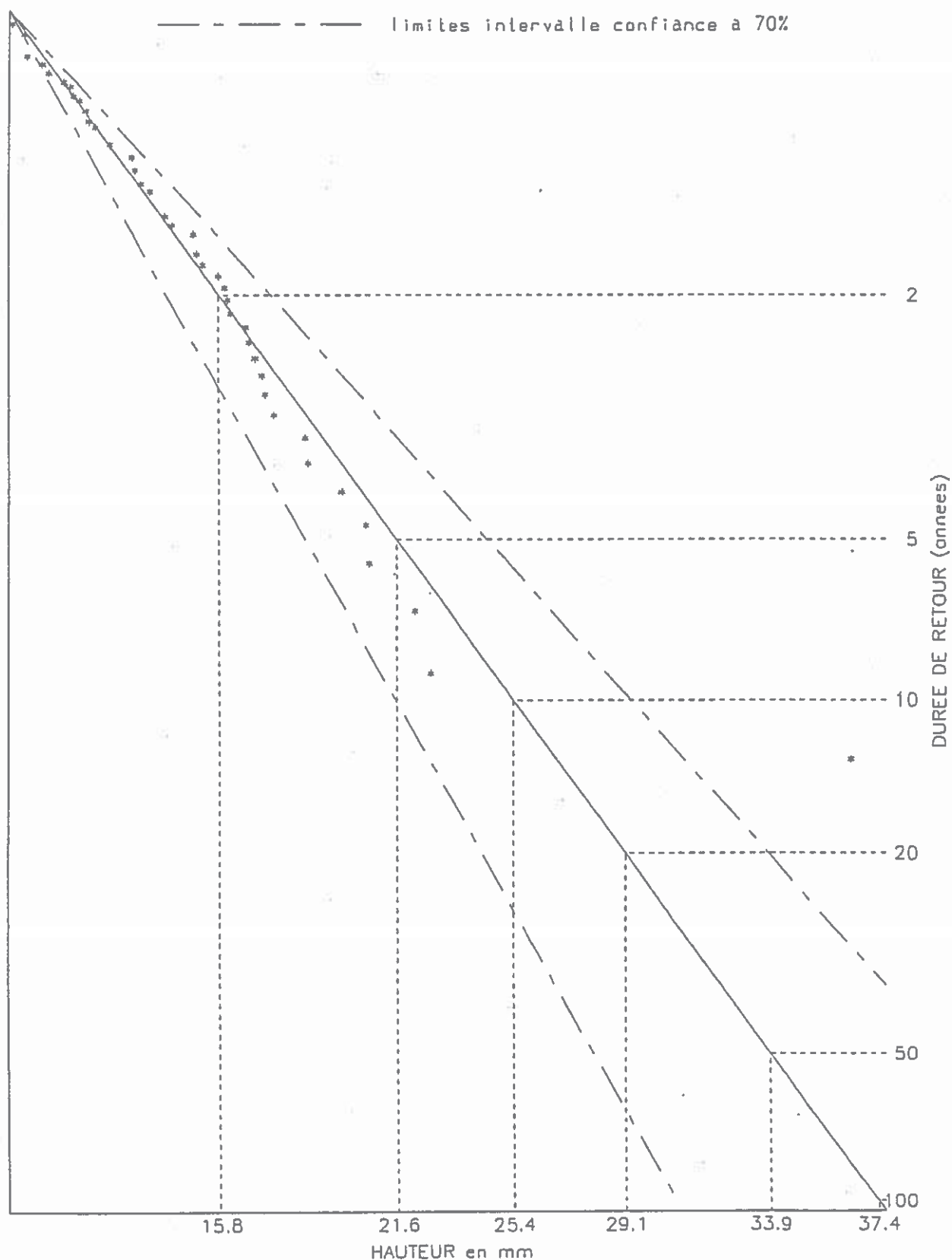
PERIODE 1969/1993 DUREE= 30 MN SEUIL= 8.0 MM



# COURBE DE PRECIPITATIONS ( INTENSITE - FREQUENCE )

STATION de TILLE(BEAUVAIS MN)

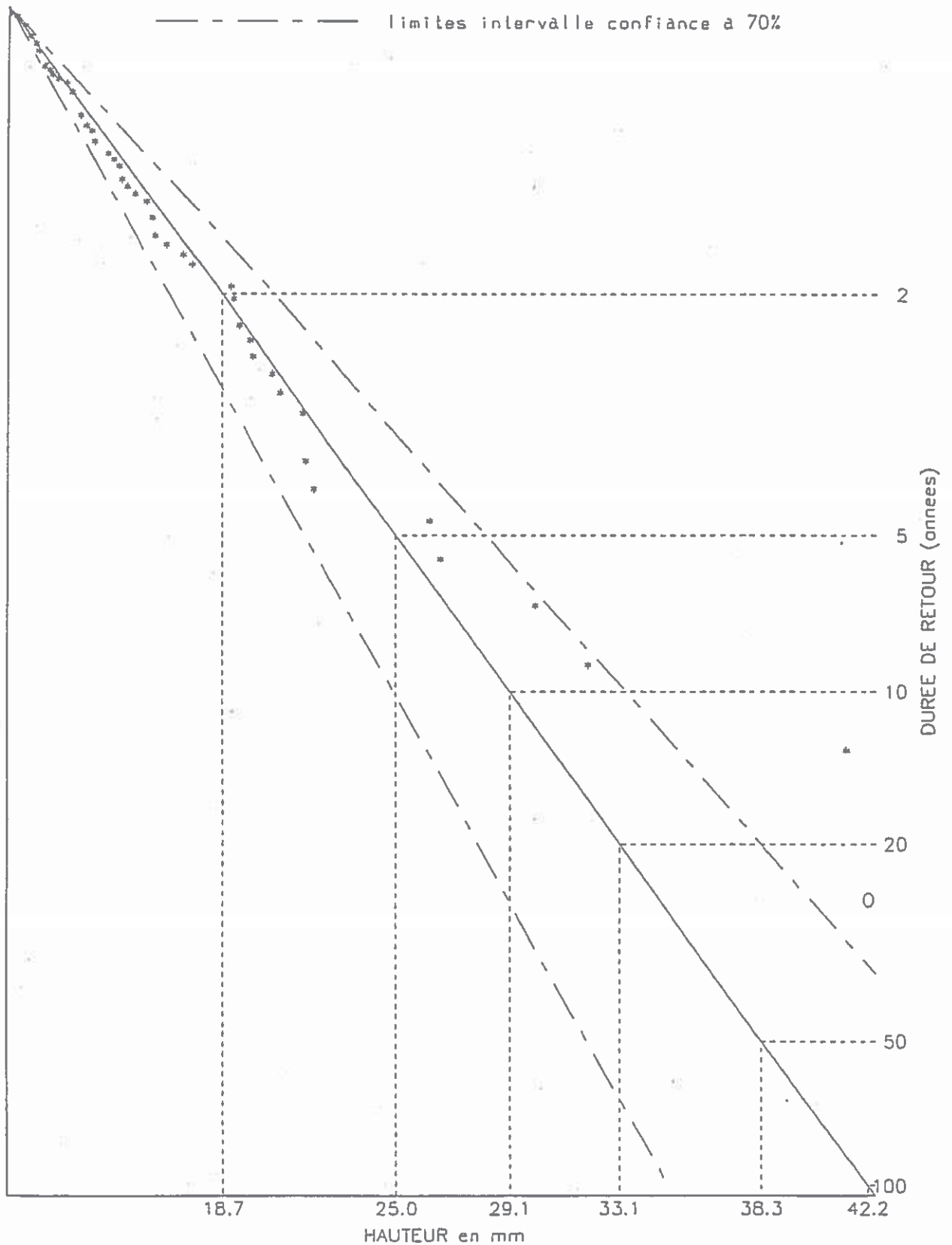
PERIODE 1969/1993 DUREE= 60 MN SEUIL= 9.0 MM



# COURBE DE PRECIPITATIONS ( INTENSITE - FREQUENCE )

STATION de TILLE(BEAUVAIS MN)

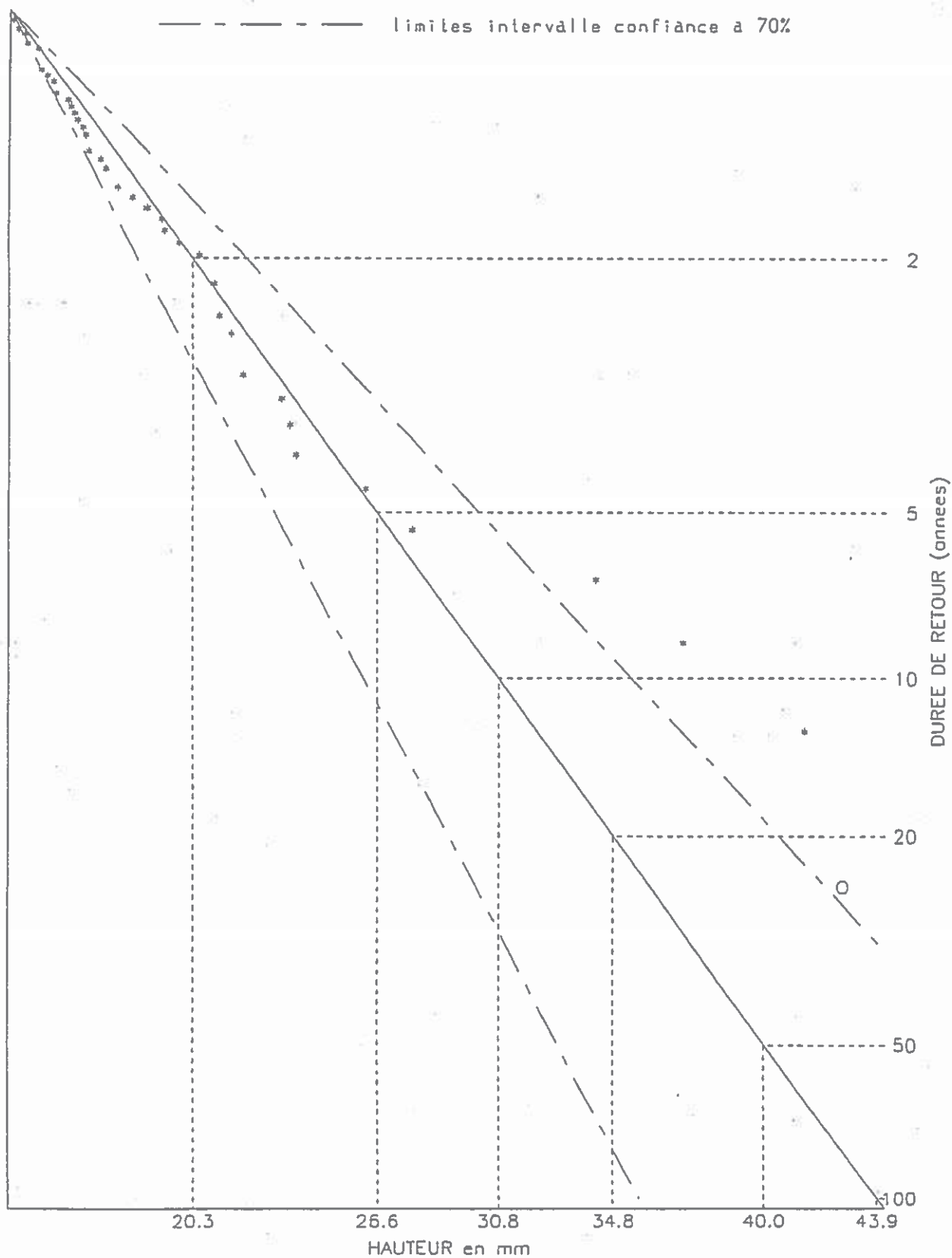
PERIODE 1969/1993 DUREE= 2 H SEUIL= 11.0 MM



# COURBE DE PRECIPITATIONS ( INTENSITE - FREQUENCE )

STATION de TILLE(BEAUVAIS MN)

PERIODE 1969/1992 DUREE= 3 H SEUIL= 14.0 MM



**Annexe 6 : Formule de calcul du temps  
de concentration et méthode empirique  
de transformation pluie-débit**

---



## Méthodes de calcul des temps de concentration

Les temps de concentration des bassins versants ont été calculés selon différentes méthodes :

- $T_c = \left( \frac{0,87 * L^3}{H} \right)^{0,385}$  (Méthode SCS)
- $T_c = 0,00025 * \left( \frac{L}{\sqrt{I}} \right)^{0,8}$  (Formule de Kirpich)
- $T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}}$  (Formule de Giandotti)
- $T_c = \frac{0,108 * (S * L)^{0,333}}{\sqrt{I}}$  (Formule de Passini)
- Avec S : Surface du bassin versant  
L : Longueur du cours d'eau le plus long  
H : Dénivelé maximal  
I : pente moyenne du bassin versant

## Evaluation des crues. Méthodes empiriques de transformation pluie-débit

### **Méthode Crupédix**

Cette méthode s'applique aux bassins versants de taille supérieure à 10 km<sup>2</sup> :

- $Q_{P,10} = 0,33 S_{bv}^{0,8} * \left(\frac{P}{80}\right)^2$
- avec P : pluie décennale sur le bassin
- avec 0,33 : coefficient caractéristique de la région

### **Méthode rationnelle**

La méthode rationnelle de transformation Pluie-Débit s'applique pour les bassins de superficie inférieure à 1 km<sup>2</sup>, selon une formulation simple :

$$Q_{P10} = \frac{1}{3,6 T_c} \times C_R \times S \times P_{Tc}$$

avec T<sub>c</sub> : temps de concentration

C<sub>R</sub> : coefficient de ruissellement fonction de la nature du bassin pris égal à 0,3 pour les sous-bassins du marais de Sacy.

P<sub>Tc</sub> : pluie décennale de durée T<sub>c</sub>.

### **Abaque Sogréah**

L'abaque Sogreah donne la valeur de Q<sub>P,10</sub> en fonction des caractéristiques du bassin versant.

### **Méthode SCS**

Une autre approche est celle d'un modèle SCS de transformation Pluie - Débit, qui prend en compte les caractéristiques du bassin versant et la concentration rapide des écoulements. Ce modèle permet de bien mieux approcher les crues orageuses :

- On calcule un coefficient N en fonction de la couverture végétale du bassin versant de chaque affluent. La valeur du coefficient N est obtenue par pondération des coefficients de chaque couvert,
- On utilise la valeur maximale des pluies de courte durée calculée en tenant compte de la borne supérieure des valeurs de Beauvais-Tille.

## Annexe 7 : Synthèse des estimations des débits de crues

---

Valeur obtenue

Bassin versant	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Sbv (km²)	17.3	8.2	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.9	0.8
Q10										
CRUPEDIX	1.3	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
Rationnelle	16.8	14.2	5.7	5.8	5.2	4.2	3.5	3.1	2.5	2.0
Sogréah	6.0	3.8							1.2	1.1
SCS	4.3	3.1	2.3	2.1	1.9	1.6	1.2	1.0	2.5	2.3
Q5										
Rationnelle	10.7	8.4	2.5	2.7	2.4	2.0	1.6	1.4	2.0	1.6
SCS	2.2	1.7	1.1	1.1	1.0	1.2	0.6	0.5	1.7	1.5
Q2										
Rationnelle	8.0	6.4	1.6	1.8	1.6	1.4	1.1	1.0	1.4	1.1
SCS	2.0	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.5	0.4

Valeur retenue (sans crupedix)

Bassin versant	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Sbv (km²)	17.3	8.2	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.9	0.8
Q10										
Rationnelle	16.8	14.2	5.7	5.8	5.2	4.2	3.5	3.1	2.5	2.0
Sogréah	6.0	3.8							1.2	1.1
SCS	4.3	3.1	2.3	2.1	1.9	1.6	1.2	1.0	2.5	2.3
Q10 moyenne	9.0	7.0	4.0	4.0	3.5	2.9	2.3	2.0	2.1	1.8
Q5										
Rationnelle	10.7	8.4	2.5	2.7	2.4	2.0	1.6	1.4	2.0	1.6
SCS	2.2	1.7	1.1	1.1	1.0	1.2	0.6	0.5	1.7	1.5
Q5moyenne	6.4	5.1	1.8	1.9	1.7	1.6	1.1	1.0	1.8	1.6
Q2										
Rationnelle	8.0	6.4	1.6	1.8	1.6	1.4	1.1	1.0	1.4	1.1
SCS	2.0	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.5	0.4
Q2 moyenne	5.0	3.4	0.9	1.1	0.9	0.9	0.6	0.6	0.9	0.8

## Annexe 8 : Précipitations journalières de l'année de suivi

---



## Annexe 8 : Précipitations journalières lors du suivi

Les données de précipitations utilisées sont celles des postes de Breuil, Creil, Chevière, et Laneuvilleroy.

Par ailleurs, des pluies sont relevées à Sacy-le-Grand par M. Franquet qui habite au sud-ouest du village. Ces données sont également fournies dans cette annexe.

Les pluies de M. Franquet n'ont pas été relevées tous les jours, si bien que des problèmes de cumul apparaissent lorsqu'on compare ces valeurs avec les valeurs journalières des postes pluviométriques voisins (Breuil-le-Vert, Chevières, Creil et Laneuvilleroy).

Cependant les totaux mensuelles et annuelles sont du même ordre que ceux aux postes voisins.