

E-5

3044

RECHERCHES
SUR LA SOURCE DE LA FOSSE DIONNE
A TONNERRE

SE06-98-001

AVRIL 1998

DIRECTION REGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT
BOURGOGNE



SOMMAIRE

I - HISTORIQUE DE LA SOURCE DE LA FOSSE DIONNE

II - ESTIMATION DES RESERVES DE LA SOURCE ET DE SON COMPORTEMENT

II.1 – Analyse des débits classés

II.2 – Etude des courbes de tarissement de la source de la Fosse Dionne

II.3 – Réponse impulsionnelle à un épisode de pluie

II.4 – Analyse corrélatrice

III – RECHERCHE DU BASSIN VERSANT DE LA FOSSE DIONNE

III.1 – Estimation de la superficie du bassin versant

III.2 – Pertes du Serein et de l'Armançon

III.3 – Approche hydrogéologique

IV - CONCLUSION



A) Historique de la source de la Fosse Dionne

La Fosse Dionne est sans doute l'une des sources les plus célèbres de l'Yonne. Située à Tonnerre, ville bâtie autour de son exutoire, cette magnifique source vaclusienne a en effet toujours suscité beaucoup de curiosité et de nombreuses légendes accompagnent son histoire.

L'exploration de la galerie noyée de la source entretient elle aussi le mystère de la Fosse Dionne. Du fait de l'étroitesse du conduit, la plongée y est très délicate et plusieurs plongeurs expérimentés y ont trouvé la mort. Aujourd'hui, toutefois, la galerie de la source est mieux connue, la châtière située à -32 mètres ayant enfin pu être franchie. Une coupe longitudinale de la source se trouve sur la Figure n°1.

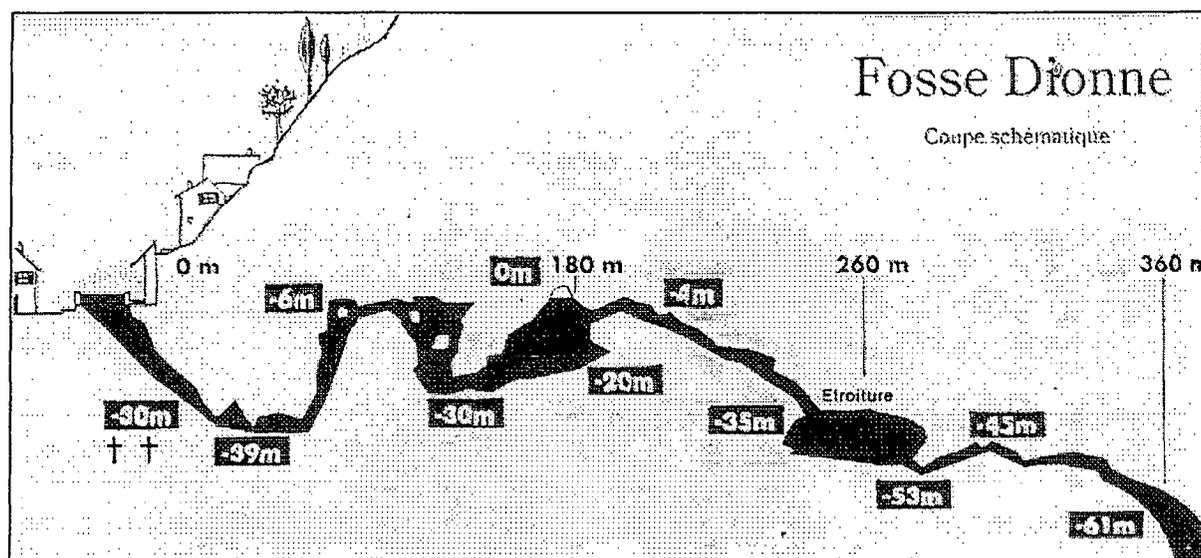


Figure n°1 : Coupe longitudinale de la galerie noyée de la source de la Fosse Dionne

B) Estimation des réserves de la source et caractérisation de son comportement

En utilisant la station hydrométrique de la Fosse Dionne à Tonnerre (pour laquelle on dispose de quatre années de mesure), il est possible d'obtenir des enseignements sur le comportement de la source et d'en estimer les réserves. Dans notre étude, plusieurs approches sont abordées. Ainsi, nous avons successivement utilisé les débits classés de la station, le tarissement de la source et enfin une analyse corrélatoire des pluies et débits journaliers.

1) Analyse des débits classés

A partir des débits classés de la station hydrométrique de Tonnerre, c'est à dire le classement des débits en fonction de leur fréquence au dépassement, on peut acquérir des informations sur le comportement de la source.

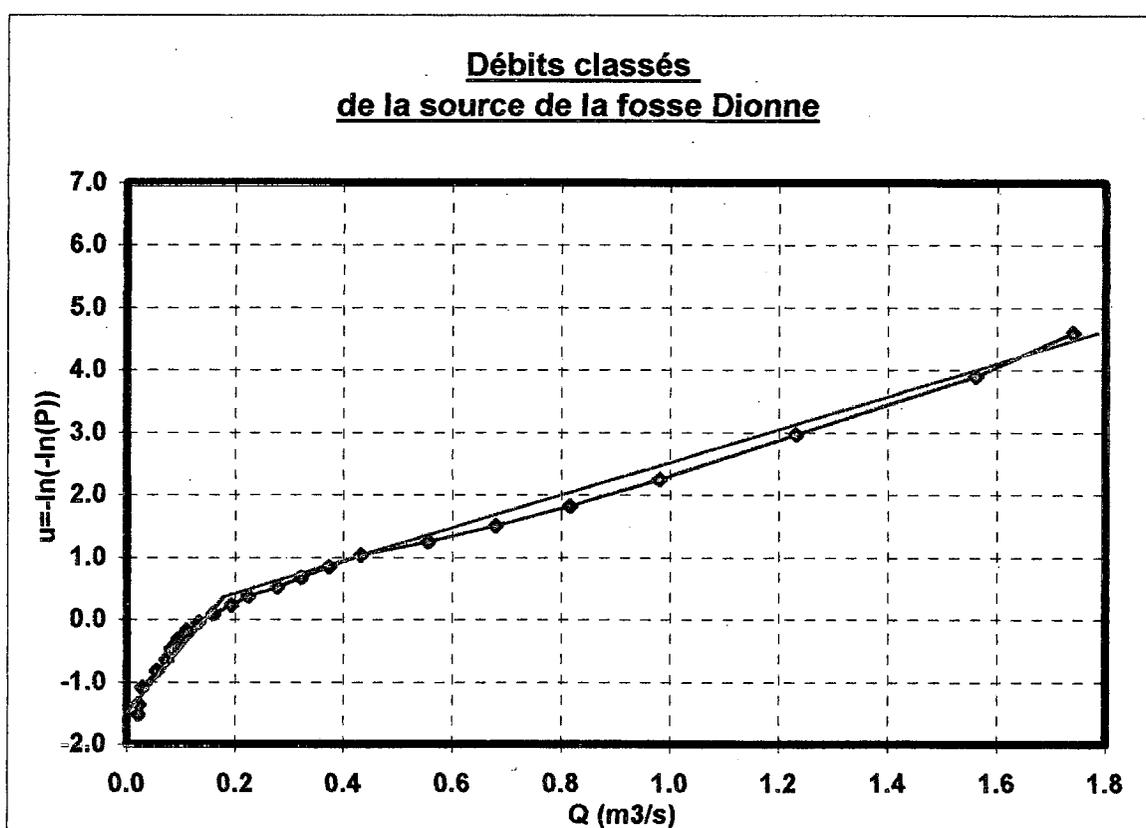
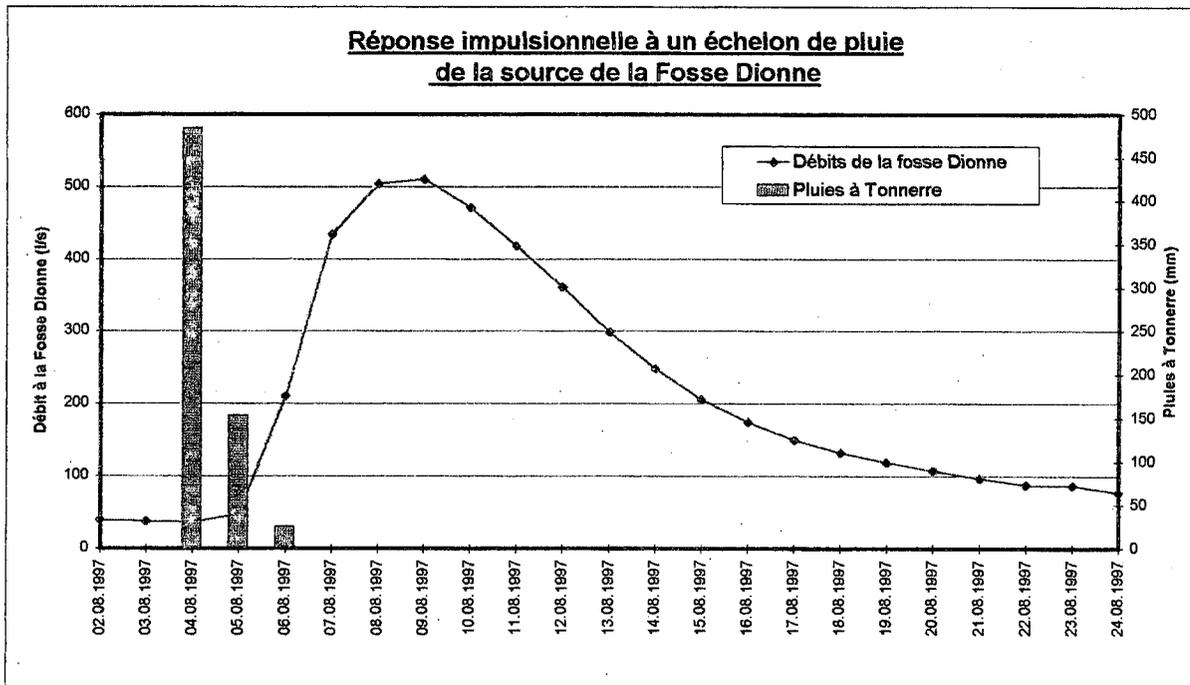
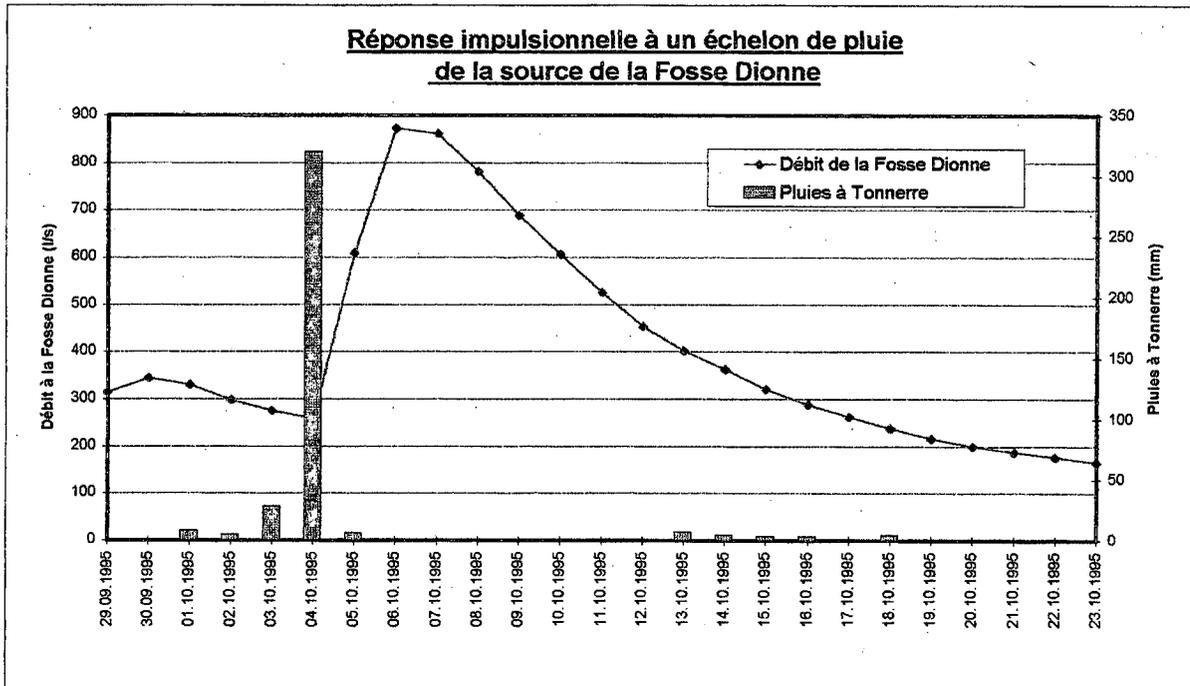


Figure n°2 : débits classés de la Fosse Dionne

Le graphique des débits classés de la Fosse Dionne se trouve dans la figure n°2 sur un papier de Gumbel. On y observe deux droites caractéristiques, avec une pente plus forte pour les faibles débits. Ce genre de graphique est représentatif d'une source recevant des apports des réserves de cycles antérieurs.

**Figure n°3 : Réponse impulsionnelle
de la source de la Fosse Dionne à un échelon de pluie**



2) Etude des courbes de tarissement de la source de la Fosse Dionne

Cette méthode consiste à analyser les courbes de récession des crues. Celles-ci se décomposent en deux parties : la courbe de décrue et la courbe de tarissement. Or on peut approcher la courbe de tarissement grâce au modèle de Maillet par la fonction suivante :

$$Q(t) = Q_0 \cdot e^{-\alpha t}$$

avec Q_0 débit de la source au moment où débute le tarissement
et α coefficient de tarissement

En fait, on ajuste de façon empirique le coefficient de tarissement à partir des hydrogrammes de la source. Celui-ci va alors nous renseigner sur les réserves de la source dont on va pouvoir estimer le volume dynamique grâce à la formule :

$$V_{\text{dyn}} = \int_0^{+\infty} Q_0 \cdot e^{-\alpha t} dt = \frac{Q_0}{\alpha} \quad (1)$$

Pour la Fosse Dionne, nous disposons de quatre ans de suivi permanent. Nous avons donc évalué le coefficient de tarissement de la source sur ces quatre années (voir Annexe n°1). Les résultats obtenus se trouvent dans le tableau n°1.

Année	Début de tarissement	Débit de début de tarissement (l/s)	Fin de tarissement	Débit de fin de tarissement (l/s)	Coefficient de tarissement	Volume de réserve (m ³)	Type d'année
1994	15/07	82.1	04/09	50.9	0.0094	754621	humide
1995	29/06	97.6	06/08	67.1	0.0098	860473	humide
1996	23/04	82.5	16/09	20.3	0.0096	742500	très sèche
1997	19/04	65	07/06	40.2	0.0098	573061	sèche

Tableau n°1: coefficients de tarissement et volume de réserve de la Fosse Dionne

Les quatre années de station hydrométrique donnent toutes des coefficients de tarissement légèrement inférieurs à 0.01. On peut donc considérer que, pour la Fosse Dionne, on a :

$$\alpha \approx 0.01$$

Ceci est un coefficient de tarissement relativement faible pour une source karstique. Il démontre qu'elle possède un volume de réserve intéressant. Nous avons évalué ce volume au moment où le tarissement devient effectif grâce à la formule (1) (voir Tableau n°1). Celui-ci approche les 800 000 m³.

3) Réponse impulsionnelle à un épisode de pluie

La réponse impulsionnelle à un échelon de pluie nous renseigne sur la faculté de drainage de l'aquifère karstique ainsi que sur la capacité de réserve de la source. Il s'agit donc d'un moyen intéressant d'estimer l'hydrogramme unitaire.

Les pluies que nous avons utilisées sont celles du Parc de l'Équipement de Tonnerre. En effet, n'ayant que peu d'informations sur le bassin versant de la Fosse Dionne, l'utilisation des pluies de Tonnerre, ville où se situe la source, nous est apparue comme la solution la plus simple et la plus sûre. Dans le cas de la Fosse Dionne, nous avons sélectionné deux épisodes de pluie (le 04/10/95 et le 04/08/97) -voir Figure n°3-.

On observe un déphasage de 3 jours entre l'épisode de pluie et le pic de crue pour l'épisode du 04/10/95 et de 4 jours pour l'épisode du 04/08/97. Et de plus, on remarque que la pluie continue d'avoir un impact sur le débit très longtemps après sa chute. Dans le cas de l'échelon du 04/08/97, le débit de la Fosse Dionne le 24/08/97, est plus de deux fois supérieur à celui du 04/08/97 juste avant l'épisode de pluie; et pourtant il n'a pas du tout plu depuis le 05/08/97. Ceci nous montre bien la très forte inertie de la source.

4) Analyse corrélatoire :

• Corrélogramme des débits de la Fosse Dionne et des pluies à Tonnerre

En calculant le corrélogramme des débits journaliers de la station de la Fosse Dionne, on peut caractériser le comportement de la source.

Le corrélogramme nous renseigne sur la corrélation entre des débits espacés de 1, 2, 3,... jours. Il est donc un indicateur de la relation entre les débits dans le temps, c'est en fait un outil mathématique qui permet de caractériser l'effet mémoire de la source et donc ses capacités de stockage de l'eau.

Le corrélogramme de la Fosse Dionne se trouve dans la figure n°4.

On observe un temps de régulation de 54 jours. Il s'agit d'une valeur importante qui démontre la grande capacité de réserve de la source.

Le corrélogramme des pluies à Tonnerre se trouve dans la figure n°4. On remarque que le coefficient de corrélation décroît très rapidement (la corrélation pour des pluies espacées de deux jours étant presque nulle). Ceci nous montre le caractère aléatoire des pluies à Tonnerre.

• Corrélogramme croisé des pluies à Tonnerre et des débits de la Fosse Dionne

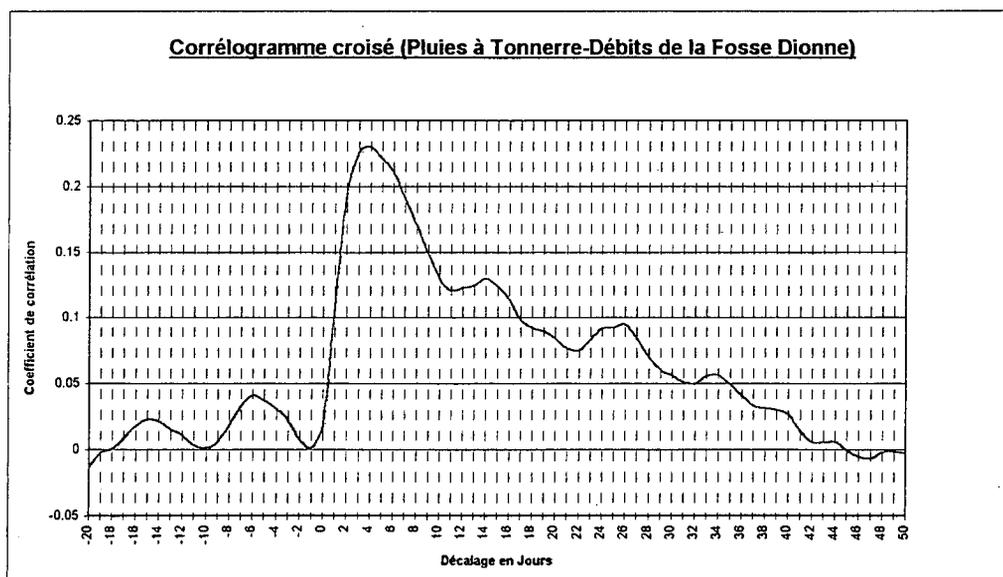
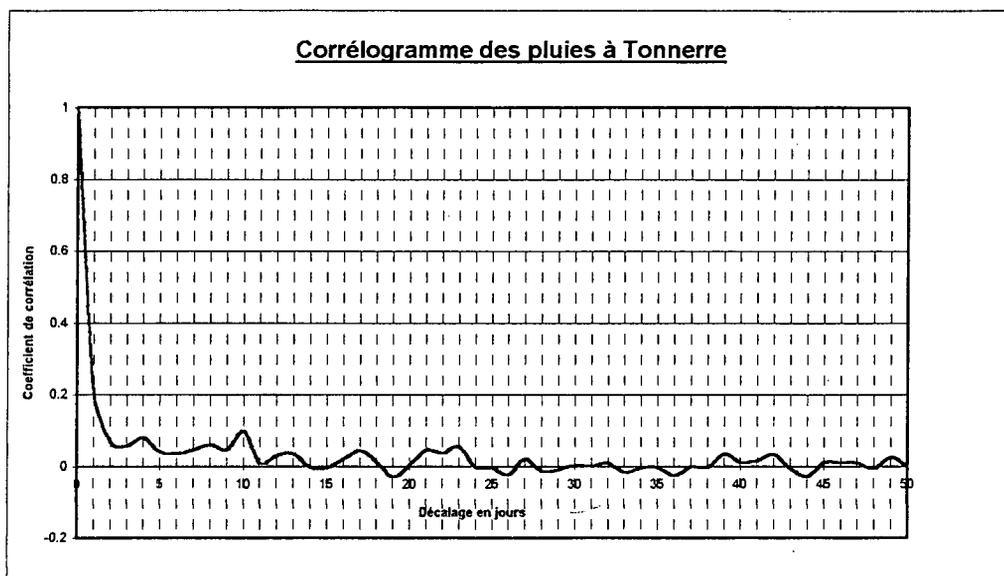
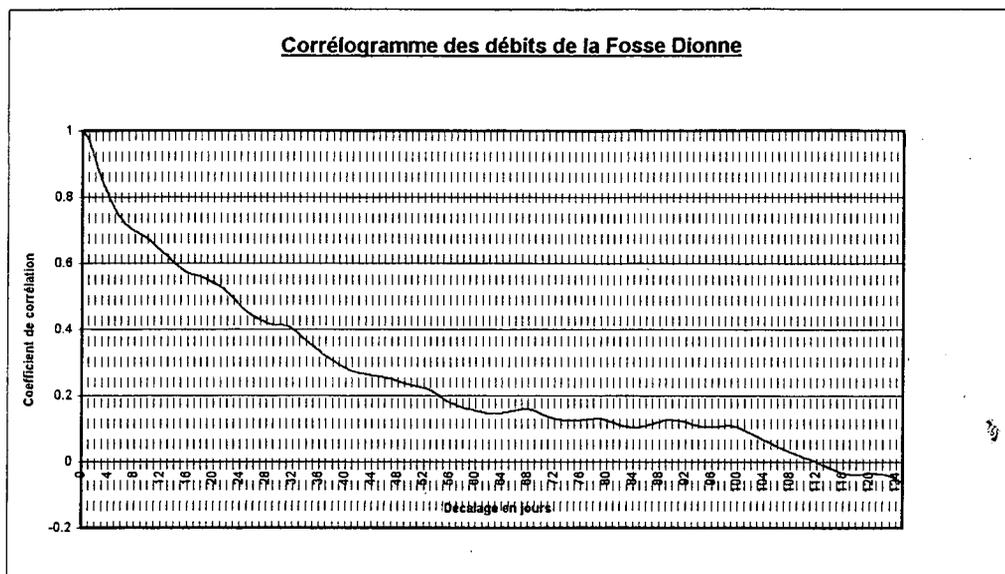
Comme notre fonction d'entrée (la pluie à Tonnerre) est considérée comme étant un phénomène aléatoire, le corrélogramme croisé (pluies-débits) est représentatif de la réponse impulsionnelle des débits à un échelon de pluie. Il apporte donc des informations très intéressantes sur l'hydrogramme unitaire de la source.

Le corrélogramme croisé se trouve dans la figure n°4.

La corrélation maximale est obtenue pour un décalage de trois à quatre jours. Ceci est parfaitement en accord avec notre étude de la réponse impulsionnelle à un épisode de pluie. On confirme donc ici que les pics de crues de la source apparaissent 3 à 4 jours après les forts épisodes de pluie.

De plus, la corrélation entre pluies et débits reste présente jusqu'à des décalages supérieurs à 40 jours. Ceci traduit bien le gros effet mémoire de la source et son temps de régulation de 54 jours.

**Figure n°4 : Analyse corrélatoire
de la source de la Fosse Dionne**



C) Recherche du bassin versant de la Fosse Dionne

L'objet essentiel de la recherche de l'origine des eaux de la Fosse Dionne est de savoir si oui ou non, la source est alimentée par des pertes ou si son débit provient uniquement des pluies de son bassin versant. La suite de ce chapitre est en grande partie basée sur cet aspect.

1) Estimation de la superficie du bassin versant

• Approche hydrologique

La station hydrométrique de la Fosse Dionne à Tonnerre dispose de quatre années de suivi. Les débits moyens annuels de ces années de mesures se trouvent dans le tableau n°2. Le module de la Fosse Dionne est donc de 350 l/s sur les quatre années de suivi.

Année	Module (m3/s)
1993-1994	0.472
1994-1995	0.460
1995-1996	0.236
1996-1997	0.238

Tableau n°2 : Débits annuels des quatre années de suivi sur la Fosse Dionne

Afin d'affiner la valeur de ce module (quatre années de mesure étant insuffisantes), nous avons utilisé deux anciennes stations hydrométriques assez proches de Tonnerre (l'Armançon à Brianny et le Serein à Bierre-les-Semur). Sur 29 années de suivi, le module de l'Armançon à Brianny est de $1.65 \text{ m}^3 / \text{s}$. Or sur les quatre dernières années, il avoisine $1.93 \text{ m}^3 / \text{s}$ (+ 17%). De même, le Serein à Bierre-les-Semur présente un module de $2.4 \text{ m}^3 / \text{s}$ sur 28 années de mesure et de $2.51 \text{ m}^3 / \text{s}$ sur les quatre dernières années (+5%).

On peut donc penser que le module de la Fosse Dionne est surestimé d'environ 10% par les quatre années d'existence de la station. On a donc ramené le module à 315 l/s.

Or, dans la région de Tonnerre, les modules spécifiques sont environ de 9 l/s/km^2 . On peut donc estimer le bassin versant de la source à partir de la formule suivante :

$$\text{Surface du B. V. (km}^2\text{)} = \frac{\text{Module (l / s)}}{\text{Module spécifique (l / s / km}^2\text{)}} = \frac{315}{9} \approx 35 \text{ km}^2$$

La surface du bassin versant de la source de la Fosse Dionne peut donc être évaluée à environ 35 km^2 .

• Approche pluviométrique

A partir des débits de la station de la Fosse Dionne, nous avons calculé le volume d'eau qui s'écoule par la source chaque année (voir Tableau n°3).

Or, connaissant les précipitations et surtout les pluies efficaces à Tonnerre, on peut essayer de retrouver ce volume. Les pluies efficaces sont en effet les pluies qui approvisionnent la source. Donc, une bonne estimation de la superficie du bassin de la Fosse Dionne doit nous permettre de retrouver le volume écoulé dans la source à partir des pluies utiles.

Le tableau n°3 synthétise l'estimation de la surface du Bassin Versant.

Année	Pluies (mm)	Pluies efficaces (mm)	Volume écoulé à la source (m3)	Estimation du volume écoulé à partir du B.V. (m3)
1993-94	1016.6	625	14957525	17500000
1994-95	1021.2	519	14639274	14532000
1995-96	645	179	7477711	5012000
1996-97	847.1	?	7521336	?

Tableau n°3 : Estimation du volume écoulé à la Fosse Dionne à partir des pluies efficaces de Tonnerre

On retrouve à peu près les volumes écoulés à la Fosse Dionne en considérant un Bassin Versant de 28 km². Toutefois, d'après ce tableau, on constate comme le prévoyait l'analyse des débits classés, que le volume écoulé de l'année en cours dépend énormément de l'année précédente. Ainsi, en 1993-94 et 1994-95, les volumes écoulés à la Fosse Dionne sont presque identiques alors que les pluies efficaces étaient supérieures de 20% en 1993-94. Une partie des réserves accumulées en 1993-94 semble donc s'écouler en 1994-95. De la même façon, on constate que 1995-96 et 1996-97 ont des volumes écoulés du même ordre alors que les pluies de 1996-97 sont 25% plus fortes que celles de 1995-96. En fait, les écoulements de 1995-96 sont soutenus par l'année humide 1994-95 alors que 1996-97 n'a que peu d'apports de l'année sèche 1995-1996.

2) Pertes du Serein et de l'Armançon

Approche géochimique

L'approvisionnement de la source de la Fosse Dionne par les pertes de l'Armançon ou du Serein, rivières s'écoulant près de Tonnerre, est une idée intéressante. Celle-ci n'a jamais été démontrée jusqu'ici. L'étude des balances ioniques sur la Fosse Dionne, l'Armançon et le Serein peut peut-être aider à confirmer cette hypothèse. Le tableau des balances ioniques réalisées se trouvent dans le Tableau n°4.

Rivière	Lieu de prélèvement	Date	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻
Fosse Dionne	Tonnerre (source)	29.10.1997	123.1	3.9	4.8	1.1	317.2	12.0	19.7	57.4
Fosse Dionne	Tonnerre (écoules)	08.03.1998	132.7	6.0	6.0	1.1	295.2	12.5	15.7	54.7
Armançon	Semur-en-Auxois	18.02.1997	90.0	4.2	10.6	3.3	226.0	37.0	30.0	?
Armançon	Semur-en-Auxois	19.08.1997	82.0	1.7	16.8	4.5	232.0	19.0	23.5	?
Armançon	Tronchoy	18.02.1997	106.0	3.6	6.0	2.0	268.0	25.4	18.0	?
Armançon	Tronchoy	19.08.1997	90.0	3.1	9.8	2.3	262.0	13.5	21.0	?
Armançon	Tonnerre	08.03.1998	97.6	6.0	10.5	2.3	275.7	13.5	16.1	?
Serein	Massangis	25.02.1997	62.0	5.4	11.1	2.5	172.0	14.0	19.5	?
Serein	Massangis	26.08.1997	64.0	6.0	16.2	4.7	195.0	19.6	15.0	?
Serein	La Chapelle	25.02.1997	88.0	4.2	8.5	1.8	219.0	14.5	16.0	?
Serein	La Chapelle	26.08.1997	88.0	7.0	8.6	2.1	165.0	14.0	17.0	?
Serein	Clavisy	08.03.1998	76.2	5.6	11.0	2.7	209.8	13.5	19.7	?
Serein	Mouffret	08.03.1998	76.2	5.5	10.7	2.6	209.5	14.0	18.7	?

Tableau n°4 : Balances ioniques sur la Fosse Dionne, l'Armançon et le Serein

L'analyse des balances ioniques est délicate du fait du manque de données. Les variations temporelles des balances ioniques et la comparaison des teneurs chimiques d'une source karstique et d'une rivière rendent l'étude difficile.

Toutefois, mis à part les logiques fortes teneurs en Ca²⁺ et HCO₃⁻ de la source karstique de Tonnerre, quelques caractéristiques spécifiques de l'Armançon et du Serein peuvent être dégagées. Ainsi, on notera les fortes concentrations en Cl⁻ et SO₄²⁻ de l'Armançon et celles, élevées, du Serein en Mg²⁺.

Ces deux spécificités devraient aider à repérer d'éventuelles pertes de l'Armançon ou du Serein à la Fosse Dionne. En effet, lors des périodes d'étiages sévères, si la Fosse Dionne est alimentée par des pertes, elles représentent la majorité des apports de la source. Ainsi, en effectuant des balances ioniques pendant les étiages, on pourrait peut-être y reconnaître les caractéristiques de l'Armançon ou du Serein.

Approche hydraulique

Afin de chercher des correspondances entre la Fosse Dionne, l'Armançon et le Serein, des corrélations entre les débits des stations hydrométriques du secteur ont été effectuées. Elles permettent de connaître les décalages entre les pointes de crue sur les différentes stations.

La figure n°5 est une synthèse de ces corrélations. L'analyse de la figure nous montre une très bonne corrélation entre les débits de la Fosse Dionne et ceux des stations hydrométriques de l'Armançon (coefficient de corrélation de l'ordre de 0,9, 0,96 à Aisy-sur-Armançon). Les coefficients de corrélations sont plus faibles avec le Serein (de l'ordre de 0,8).

Les décalages de pics de crue des stations de l'Armançon et du Serein par rapport à ceux de la Fosse Dionne n'apportent pas d'éléments primordiaux. Quincy-le-Vicomte et Aisy-sur-Armançon (Armançon), stations situées en amont du confluent Fosse Dionne/Armançon ont des pics de crue environ un jour avant la Fosse Dionne. Tronchoy, juste en aval du confluent, est quasiment synchrone avec la Fosse Dionne.

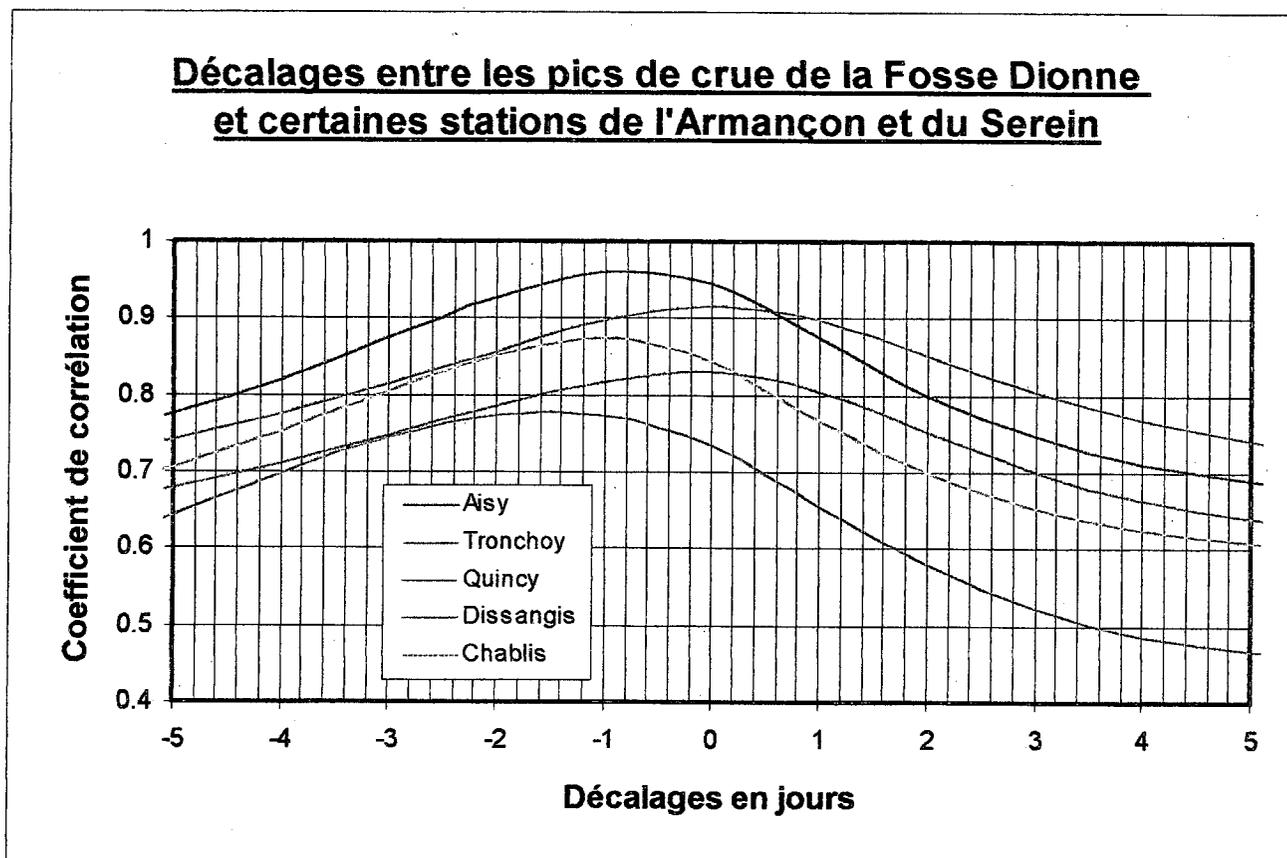


Figure n°5 : Décalage des pics de crues entre la Fosse Dionne, l'Armançon et le Serein

Zoom sur l'année 1996

Au mois d'octobre 1996, le débit de la source de la Fosse Dionne a chuté jusqu'à 18.3 l/s, plus bas débit journalier recensé depuis la création de la station hydrométrique. Or, de manière générale, les pertes sur un fleuve sont relativement constantes (en fait tributaires de la différence de charge au niveau de la perte et donc de son emplacement dans le lit dans la rivière...). On peut donc penser que si une partie des eaux de la source provient de pertes, l'apport est faible puisque le débit de la source chute sous les 20 l/s.

D'un autre côté, on remarque, d'après la figure n°6, qu'à partir de 20 l/s, le débit semble rester à peu près constant. Ceci signifie peut-être que le tarissement naturel est terminé et que la source n'est plus approvisionnée que par des pertes.

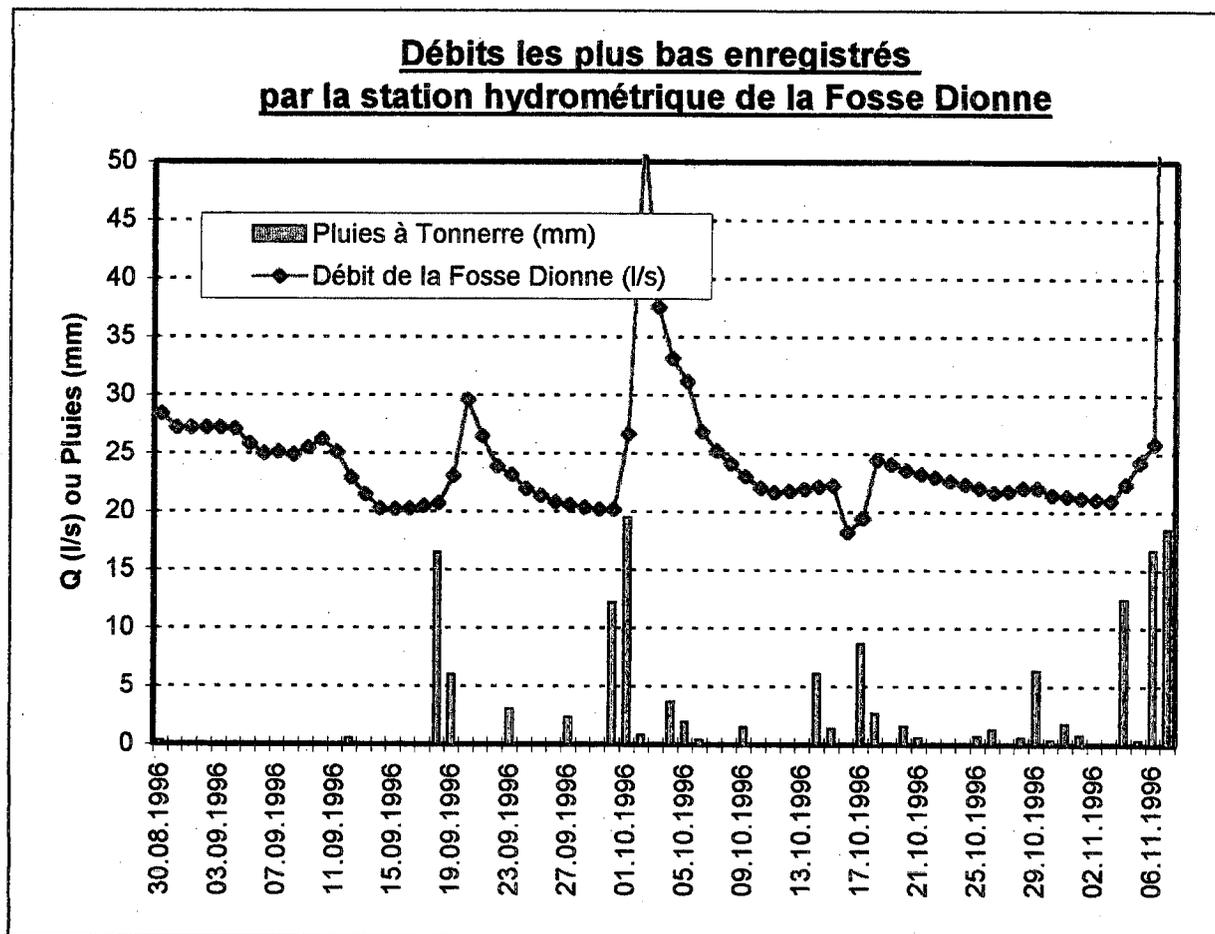
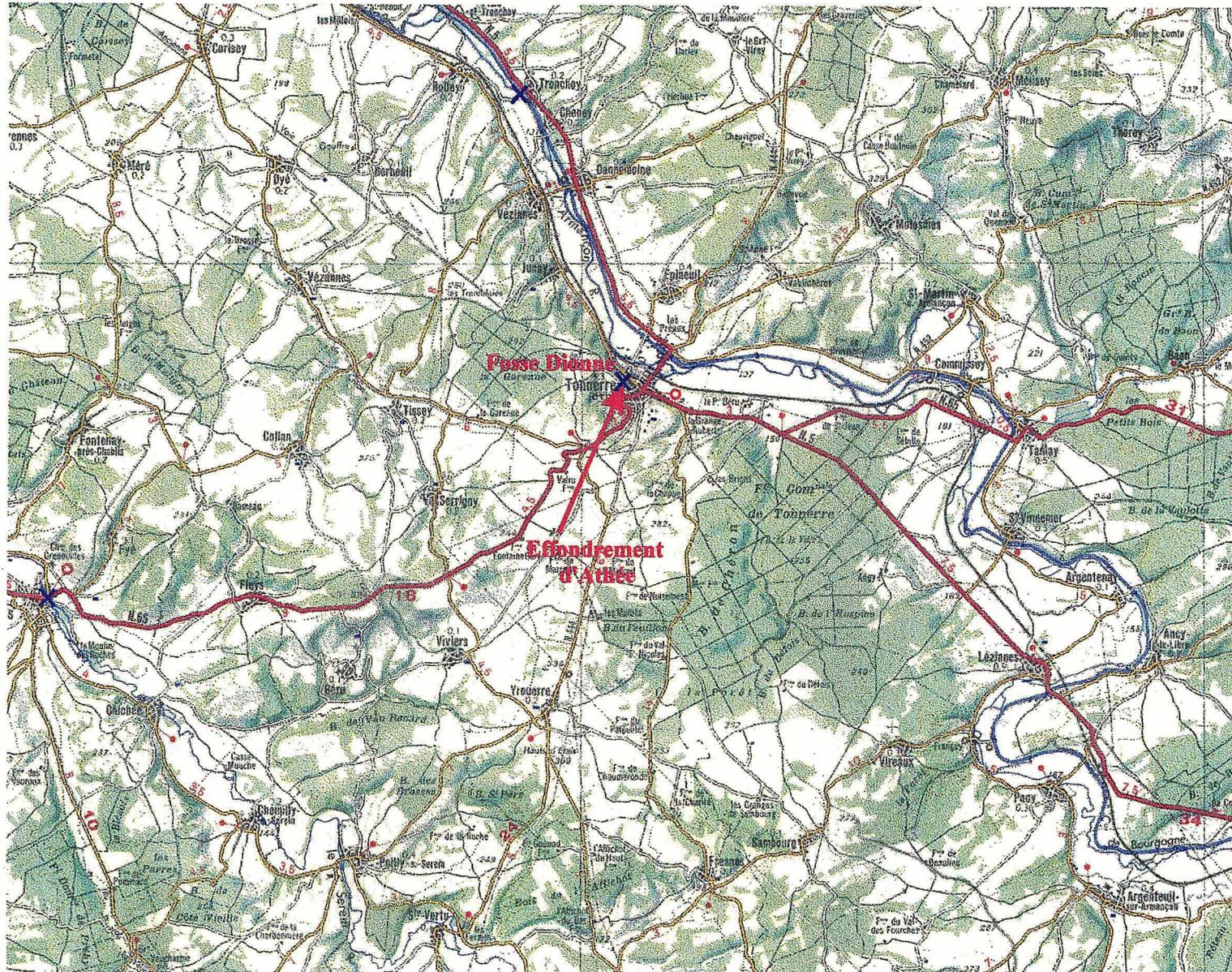


Figure n°6 : Hydrogramme des débits les plus bas enregistrés par la station de Tonnerre

D'autres événements argumentent la thèse d'un apport de pertes à la Fosse Dionne. La source n'a, en effet, jamais été vue à sec. Même en 1976, année la plus sèche répertoriée de ces cinquante dernières années, la source avait encore un petit écoulement. De plus, d'autres sources importantes du bassin amont de la Seine, aux modules bien plus grands que la Fosse Dionne, ont tari lors d'étiages sévères de ces cinquante dernières années. Ceci renforce donc aussi l'hypothèse d'un apport de pertes à la Fosse Dionne.

Globalement, on peut donc penser que la Fosse Dionne est une source approvisionnée en majorité par son impluvium, mais qu'un petit apport par des pertes (environ 10%), peut-être de l'Armançon, éventuellement du Serein, est fortement probable.

Figure n°7 : Traçage de l'effondrement d'Athée



→ **Emplacement et direction
du traçage**

× **Stations Hydrométriques**

3) Approche hydrogéologique

Afin de délimiter le bassin versant de la source de la Fosse Dionne, plusieurs traçages ont été effectués.

• Traçage sur les pertes de la Laignes (04/12/1965)

Le 4 décembre 1965, après avoir permis aux eaux de la Laignes de se déverser dans le gouffre de la Garenne, 10 Kg de fluoréscéine dilués dans 420 litres d'eau, furent injectés. Le traçage fut suivi à l'aide de nombreux fluocapteurs dont quatre à la Fosse Dionne. Les résultats furent positifs à la Fosse Dionne les 21 et 31 décembre. Le temps de transfert du colorant à Tonnerre a été estimé à environ 320 heures. L'eau de la Laignes parcourut la distance (43,5 km pour 178 m de dénivelé) à la vitesse de 140 m/h.

Etant donné son ancienneté (décembre 1965) et les conditions techniques de sa réalisation, ce traçage apparaît comme étant plus que douteux.

• Traçage de la Ferme d'Athée par le Spéléo-club de Chablis (23 janvier 1998)

Le 23 janvier 1998, à 17 heures, un kilogramme de fluoréscéine, diluée dans 5 litres d'éthanol et 0.5 litre d'ammoniaque, a été injecté dans la petite mare formant l'effondrement d'Athée (voir Figure n°7 : carte du traçage de la Fosse Dionne).

Plusieurs sources de la région de Tonnerre ont alors été suivies, dont la Fosse Dionne à Tonnerre et la source de l'étang à Junay. Le traçage s'est révélé positif à l'oeil nu à Tonnerre. L'analyse des prélèvements effectués dans la source confirme ce résultat. La courbe de restitution du colorant à la Fosse Dionne se trouve dans la figure n°8.

Le premier prélèvement positif est celui du 24 janvier à 17H10, soit un peu plus de 24 heures après l'injection. Le pic de concentration en fluoréscéine a été obtenu le 24 janvier à 23 heures (soit 30 heures après l'injection) et plus de la moitié du colorant était ressortie à 6 heures du matin le 25 janvier (37 heures après l'injection).

L'analyse des prélèvements de l'étang de Junay s'est avérée négative. De même, aucun fluocapteur n'a montré une présence de colorant, mis à part celui du Moulin d'Enfer sur l'Armançon. Toutefois, la présence de fluoréscéine sur ce fluocapteur est tout à fait logique car il avait été placé dans l'Armançon à Tonnerre, peu après le confluent entre la Fosse Dionne et l'Armançon.

Sachant que la distance entre l'effondrement d'Athée et la source de la Fosse Dionne est de 3,6 km, on a donc pour l'apparition du colorant dans la source, une vitesse d'écoulement apparente de 150 m/h. Le pic de fluoréscéine est apparu pour une vitesse de 125 m/h et la vitesse modale du traçage est de 100 m/h..

Le taux de restitution du traçage est excellent, puisque plus de 800 grammes de fluoréscéine ont été récupérés dans la Fosse Dionne sur 1 kilogramme injecté (plus de 80% de restitution).

Etant donné la grande vitesse modale du traçage et le fort taux de restitution du colorant, on est en droit de penser que le traçage a été effectué dans un drain principal de la source. L'exploration de la source n'infirmé pas cette hypothèse. En effet, la connaissance actuelle de la galerie d'amenée de la source donne une orientation N10 alors que la direction générale du traçage est de N30.

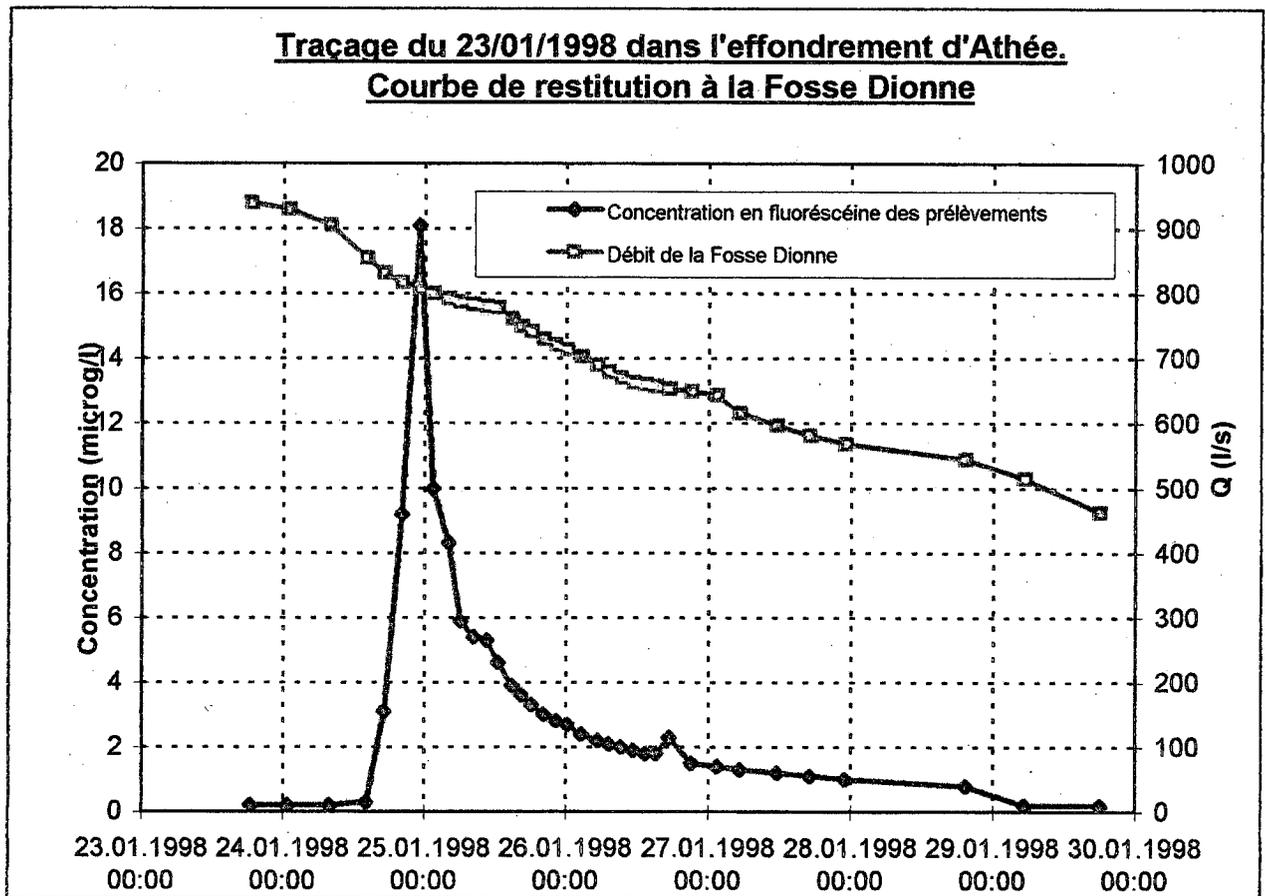


Figure n°8 : courbe de restitution de la fluorescéine dans la Fosse Dionne à Tonnerre

D) Conclusion de l'étude

L'étude effectuée dans ce rapport a permis de mettre en évidence plusieurs informations sur la Fosse Dionne.

Il s'agit d'une source karstique de module 315 l/s, ayant un bassin versant d'une superficie d'environ 30 km². La localisation de ce bassin versant est assez délicate. Malgré tout, le traçage du Spéléo-Club de Chablis permet une approche sur son emplacement (voir Figure n°7).

Le comportement de la source est assez complexe. D'un côté, on observe une source :

- au tarissement assez long, avec un coefficient de tarissement relativement faible, de l'ordre de 0.01
- dont le temps de régulation est long (une cinquantaine de jours)
→ gros effet mémoire
- pour laquelle le temps de réponse à un échelon de pluie est important (3 à 4 jours)
→ forte inertie de la source
- pour laquelle un épisode de pluie continue d'influencer les débits très longtemps après sa chute.
→ drainage médiocre, accumulation de réserves

On peut donc penser que la Fosse Dionne est une grosse source karstique, ayant des réserves importantes. Mais, d'un autre côté, la source présente :

- un module assez faible (315 l/s)
- un bassin versant réduit (30 km²)

Elle n'est donc pas la grosse source que l'étude du comportement au tarissement prévoyait. Or, ces deux aspects contradictoires nous amènent à supposer que la source n'est pas uniquement alimentée par les pluies et que des apports de pertes sont fortement probables.

Plusieurs arguments permettent de défendre cette hypothèse.

- L'Armançon et le Serein, rivières les plus proches de Tonnerre, présentent de nombreuses zones de pertes.
- La source de la Fosse Dionne n'a jamais tari lors des cinquante dernières années. Même les années très sèches, elle conserve toujours un certain débit (20 l/s en 1996)

En définitive, il semblerait que la Fosse Dionne ait une alimentation mixte (impluvium-pertes), pour laquelle les pertes représenteraient environ 10% des apports.

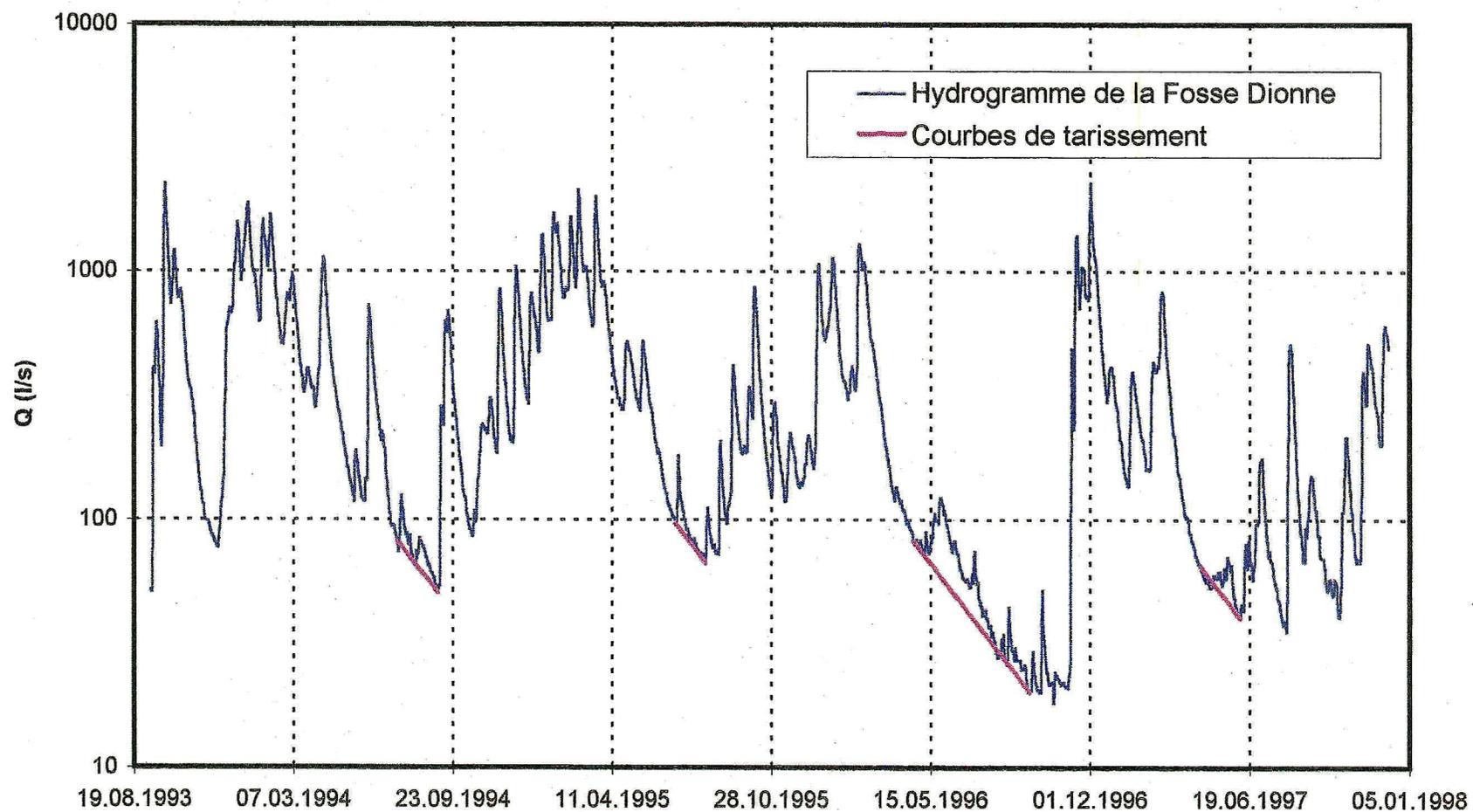
Des conclusions plus solides devraient être obtenues dans les années à venir. Avec dix ou quinze ans d'existence, la station hydrométrique de Tonnerre aura sans doute expliqué en grande partie, le comportement complexe de la source et les explorations du Spéléo-Club de Chablis auront sans doute permis de mieux cerner son bassin géologique.

ANNEXES

**ANNEXE n°1 : Hydrogramme de la station hydrométrique de la Fosse Dionne à
Tonnerre (09/1993 à 12/1997)**

ANNEXE n°2 : Suivi du traçage du Spéléo-Club de Chablis (23/01/1998)

ANNEXE n°1 : Estimation des coefficients de tarissement de la Fosse Dionne



ANNEXE n°2 : Traçage du 23/01/1998 dans l'effondrement d'Athée
Restitution de la fluorescéine à la Fosse Dionne

Heure de prélèvement	Concentration en fluorescéine (microg/l)	Débit de la source (l/s)
23.01.1998 18:30	0.2	940
24.01.1998 00:45	0.2	930
24.01.1998 07:55	0.2	905
24.01.1998 14:05	0.3	855
24.01.1998 17:10	3.1	832
24.01.1998 20:05	9.2	817
24.01.1998 23:00	18.1	810
25.01.1998 01:20	10	800
25.01.1998 04:00	8.3	792
25.01.1998 06:05	5.9	787
25.01.1998 08:10	5.4	783
25.01.1998 10:30	5.3	780
25.01.1998 12:30	4.6	778
25.01.1998 14:45	3.9	762
25.01.1998 16:20	3.6	750
25.01.1998 18:05	3.3	742
25.01.1998 20:10	3	730
25.01.1998 22:10	2.8	721
26.01.1998 00:10	2.7	714
26.01.1998 02:35	2.4	703
26.01.1998 05:15	2.2	690
26.01.1998 07:15	2.1	680
26.01.1998 09:20	2	671
26.01.1998 11:20	1.9	664
26.01.1998 13:20	1.8	661
26.01.1998 15:05	1.8	658
26.01.1998 17:25	2.3	654
26.01.1998 21:10	1.5	650
27.01.1998 01:30	1.4	644
27.01.1998 05:15	1.3	616
27.01.1998 11:35	1.2	597
27.01.1998 17:05	1.1	582
27.01.1998 23:02	1	569
28.01.1998 19:20	0.8	545
29.01.1998 05:15	0.2	515
29.01.1998 18:00	0.2	463