



**Reconstruction de données manquantes
dans des séries chronologiques**

-Les débits d'eau de 19 fleuves en Vendée, sur 30 ans-

Société de Calcul Mathématique SA

avec la participation scientifique de

l'Université de Donetsk, Ukraine

- Contrat Veolia Environnement, Région Ouest –

Juillet 2006

I. Exposé du besoin

Nous présentons ici les méthodes probabilistes que nous avons développées pour reconstituer des données manquantes dans des séries chronologiques, en l'occurrence les débits de 19 fleuves en Vendée, selon la commande de Veolia Environnement, Région Ouest.

Les débits de ces fleuves représentent des informations utiles et importantes selon deux horizons de temps, très distincts :

- au quotidien : selon le niveau, on ferme ou non des barrages, on permet ou non des prélèvements. Les préfets peuvent ainsi prendre des arrêtés de restrictions ;
- à long terme, on peut décider que la ressource est insuffisante, et qu'il faut mettre en œuvre des travaux complémentaires : accès à des nappes souterraines, construction de nouvelles retenues, etc. Tout ceci est évidemment très coûteux.

Cette prise de décision, à court ou long terme, doit donc s'appuyer sur un historique. Elle ne doit pas être prise sur données immédiates : on ne construit pas un barrage, qui est fait pour durer, parce qu'une seule année est sèche. Plus cet historique sera ancien, et plus les données seront précises, et meilleure sera la décision.

L'étude que Veolia Environnement, Région Ouest, nous a confiée concernait l'ampleur et la gravité des pénuries d'eau en Vendée : quelle est la ressource, comment est-elle répartie (dans l'espace et dans le temps) et quels sont les besoins, et comment sont-ils répartis (dans l'espace et dans le temps) ?

La reconstitution des débits des fleuves sur une longue période est donc un élément tout à fait essentiel pour cette étude et c'est de cette question que traite le présent travail.

Les rivières concernées sont au nombre de 19 :

1. La Sèvre Nantaise à Tiffauges [la Moulinette]
2. La Grande Maine à Saint-Fulgent [Plessis des Landes]
3. La Petite Maine à Saint-Georges-de-Montaigu [Fromage]
4. La Boulogne à Rocheservière [La Vacherie]
5. Le Falleron à Falleron
6. Le Pont-Habert à Challans
7. La Vie à la Chapelle-Palluau
8. La Petite Boulogne à la Chapelle-Palluau [La Birochère]
9. Le Jaunay à la Chapelle-Hermier [Reveillère]
10. L'Auzance à Vairé [Petit Besson]
11. Le Grand Lay à Saint-Prouant [Monsireigne]
12. Le Petit Lay à Saint-Hilaire-le-Vouhis
13. La Smagne à Sainte-Pexine [Les Mottes]
14. Le Marillet à Saint-Florent-des-Bois [la Clopinrière]
15. L'Yon à Dompierre-sur-Yon
16. L'Yon à Nesmy [Moulin de Rambourg]
17. L'Autise à Saint-Hilaire-des-Loges
18. La Vendée à Foussais-Payré [Pont d'Izard]
19. La Mère à Antigny [Moulin-Textier]

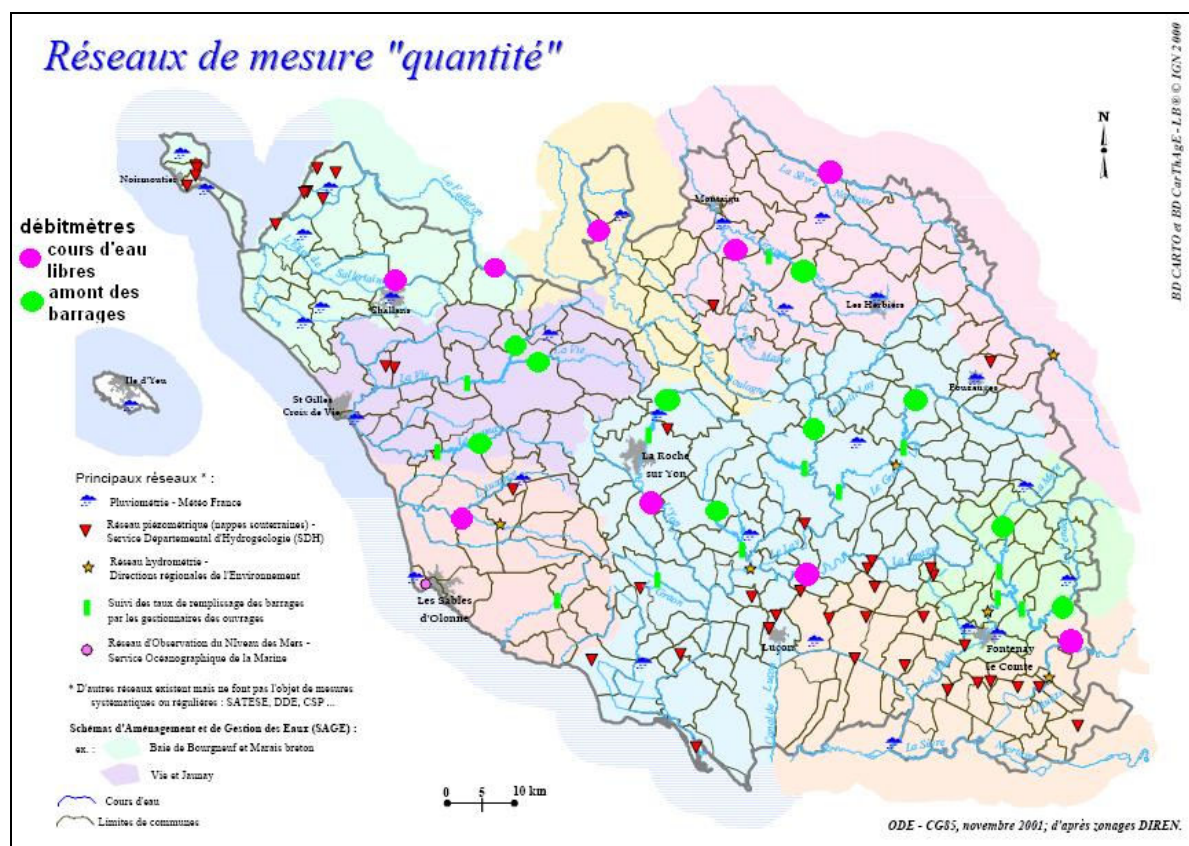


Figure 1 : Emplacement des points de relevés hydrométriques utilisés pour l'étude

Dans notre travail pour Veolia, nous avons distingué entre deux types de cours d'eau :

- Ceux qui n'alimentent pas de barrage : dits « libres ». Cette ressource constitue une réserve d'eau non potable à destination de l'industrie et de l'agriculture. Ces cours d'eau ne peuvent pas être utilisés pour la production d'eau potable (sauf la Sèvre Nantaise : présence d'une usine de traitement au fil de l'eau) ;
- Ceux qui alimentent les barrages : la ressource qu'ils représentent est prioritairement utilisée pour la production d'eau potable. Ces cours d'eau sont également sollicités pour les besoins en eau non potable.

Cette distinction ne s'impose pas ici : tous les cours d'eau sont traités de la même manière pour la reconstruction des débits.

L'historique porte sur une période complète allant du 7 octobre 1967 au 1^{er} janvier 2006, soit plus de trente ans, avec en principe une mesure par jour, soit 13967 mesures par rivière. Mais en pratique, certaines rivières ont été correctement mesurées, d'autres non : c'est extrêmement irrégulier. Dans certains cas, la mesure ne commence que fort tard (après 2001), dans d'autres cas il y a des trous très importants.

Voici, pour chaque rivière, la proportion de données disponibles :

	Nom de la rivière	pourcentage données disponibles
1	La Sèvre Nantaise à Tiffauges [la Moulinette]	99
2	La Grande Maine à Saint-Fulgent [Plessis des Landes]	39
3	La Petite Maine à Saint-Georges-de-Montaigu [Fromage]	22
4	La Boulogne à Rocheservière [La Vacherie]	37
5	Le Falleron à Falleron	84
6	Le Pont-Habert à Challans	23
7	La Vie à la Chapelle-Palluau	29
8	La Petite Boulogne à la Chapelle-Palluau [La Birochère]	22
9	Le Jaunay à la Chapelle-Hermier [Reveillère]	57
10	L'Auzance à Vairé [Petit Besson]	17
11	Le Grand Lay à Saint-Prouant [Monsireigne]	98
12	Le Petit Lay à Saint-Hilaire-le-Vouhis	76
13	La Smagne à Sainte-Pexine [Les Mottes]	96
14	Le Marillet à Saint-Florent-des-Bois [la Clopinrière]	45
15	L'Yon à Dompierre-sur-Yon	61
16	L'Yon à Nesmy [Moulin de Rambourg]	11
17	L'Autise à Saint-Hilaire-des-Loges	89
18	La Vendée à Foussais-Payré [Pont d'Izard]	20
19	La Mère à Antigny [Moulin-TeXier]	20

Tableau 2 : Pourcentage de données présentes par rivière

La représentation ci-dessous permet de visualiser, par années, le pourcentage de données présentes : en vert, toutes les données sont présentes pour l'année considérée, en noir, aucune ne l'est ; les couleurs intermédiaires caractérisent le pourcentage de données présentes par année. Chaque ligne représente une année (de 1 à 30), chaque colonne une rivière (de 1 à 19).

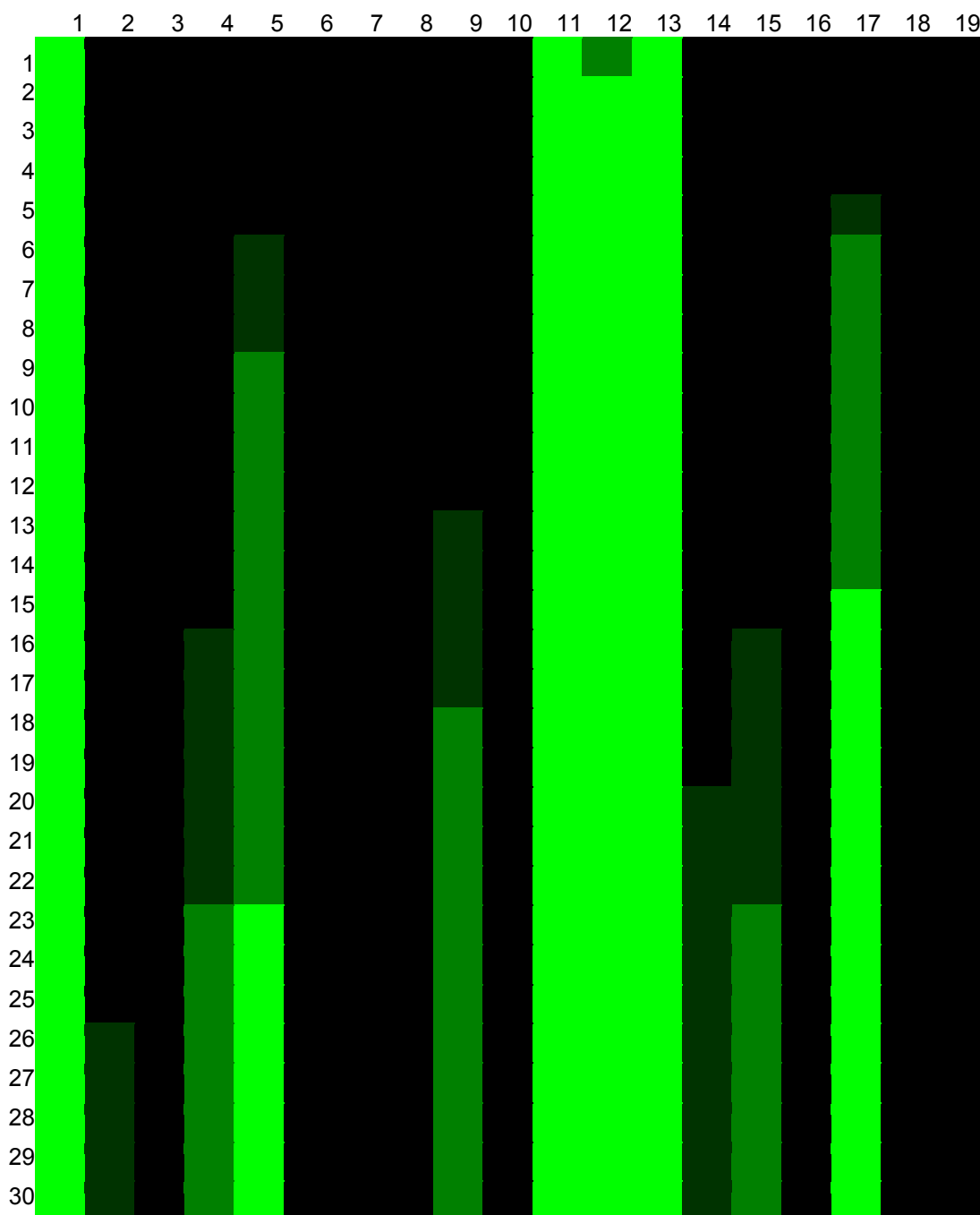


Tableau 3 : données manquantes et données présentes, par année, par rivière

II. Méthode standard de reconstruction

La méthode habituellement utilisée consiste à calculer ce qui n'existe pas à partir d'une corrélation linéaire avec ce qui existe.

Par exemple, pour le 7 octobre 1967, une seule rivière est mesurée : la Sèvre Nantaise. Si nous voulons estimer le débit de la seconde rivière, la Grande Maine à Saint-Fulgent [Plessis des Landes], nous écrirons :

$$R_2 = \alpha R_1 + \beta$$

où α et β sont des coefficients à déterminer. Ces coefficients sont calculés en utilisant toutes les données communes à R_1 et R_2 , en l'occurrence, dans notre exemple, la plage 1^{er} décembre 1990 – 31 décembre 2005. On effectue ainsi une simple régression linéaire : on fait explicitement l'hypothèse que R_2 dépend linéairement de R_1 , ce qui est tout à fait abusif et inexact.

Lorsque plusieurs rivières sont mesurées, à une date précise, on utilise toutes ces mesures. Par exemple, le 18 novembre 1970, on a des mesures pour R_1 , R_{11} , R_{12} , R_{13} . On reconstruit alors R_2 en utilisant une combinaison linéaire des rivières connues :

$$R_2 = \alpha_1 R_1 + \alpha_{11} R_{11} + \alpha_{12} R_{12} + \alpha_{13} R_{13} + \beta$$

où les coefficients $\alpha_1, \alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}, \beta$ sont calculés, comme précédemment, par ajustement linéaire sur les plages de données communes. Cette reconstitution est a priori meilleure que celle faite à partir d'une seule rivière, mais la critique fondamentale est la même : la dépendance entre une rivière et les autres n'a aucune raison d'être linéaire.

Cette méthode simplifiée est celle que nous avons utilisée, dans un premier temps, dans notre contrat avec Veolia ; notre collaboration avec l'Université de Donetsk nous a permis de mettre en œuvre une méthode beaucoup plus précise, et surtout beaucoup plus exacte sur le plan méthodologique. C'est elle que nous présentons maintenant. La comparaison entre la méthode traditionnelle et notre méthode est donnée plus bas.

Toutes les données numériques utilisées ici ont été fournies par Veolia Environnement, Région Ouest.

III. Notre méthode

Les bases théoriques de cette méthode se trouvent dans le livre de Bernard Beuzamy "Méthodes Probabilistes pour l'étude des phénomènes réels" (ouvrage édité par la SCM, 2004). La mise en œuvre a été réalisée par un groupe d'étudiants de l'Université de Donetsk, Ukraine, sous la direction scientifique de Olga Zeydina.

Par le passé, cette méthode a été mise en œuvre par la SCM dans le cadre des contrats suivants :

- [1] Délégation Générale pour l'Armement, Direction des Systèmes d'Armes, Service des Programmes de Missiles Tactiques (en cotraitance avec Matra BAe Dynamics) : Positionnement précis d'un missile en phase terminale, à partir de l'image recueillie par l'autodirecteur, 1999-2000.
- [2] Etat Major de l'Armée de l'Air, Cellule d'Analyse, de Simulation et d'Innovation (en cotraitance avec Matra BAe Dynamics) : Discrimination des leurres par les missiles munis d'un autodirecteur infrarouge, 2001-2002.
- [3] Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire : Amélioration de la méthodologie de prise en compte des mesures d'enrichissement (Uranium et Plutonium), 2003-2005.

A. Présentation simplifiée

Commençons par illustrer la méthode sur l'exemple de la rivière Autise, reconstruite à partir de la rivière Sèvre-Nantaise. Les données de la Sèvre-Nantaise sont connues sur une très longue période (octobre 1967 à décembre 2005), pratiquement sans interruption. Pour l'Autise, nous avons utilisé des données existantes (juin 1971 à septembre 1987) pour construire ce qu'on peut appeler une "table de calibration" de l'Autise par rapport à la Sèvre-Nantaise, exactement comme nous avons construit la table de calibration de l'autodirecteur d'un missile pour la DGA [1] et la table de calibration des logiciels de mesure d'uranium ou de plutonium pour l'IRSN [3].

Il s'agit d'une table de probabilité conditionnelle, construite de la manière suivante : les débits possibles pour la Sèvre sont compris entre 0 et 28,598 millions de m³/jour, valeur obtenue le 9 avril 1983. La plage 0 – 28,598 est divisée en intervalles consécutifs de largeur 0,197 (le choix de cette valeur est expliqué plus bas).

Prenons le premier de ces intervalles : $[0, 0.197]$. Prenons la plage des dates où Autise et Sèvre sont toutes deux mesurées et regardons toutes les valeurs de l'Autise pour lesquelles Sèvres est dans cet intervalle. Prenons la moyenne de ces valeurs. C'est ce que l'on appelle une espérance conditionnelle : c'est la moyenne des valeurs possibles pour Autise lorsque Sèvre est dans le premier intervalle. Et ainsi de suite pour les autres intervalles, $[0.197, 0.394]$, $[0.394, 0.591]$, etc.

Si maintenant on rencontre une date pour laquelle Autise n'est pas connue mais pour laquelle Sèvre l'est, on regarde dans quel intervalle tombe cette valeur de Sèvre, et on associe à Autise la valeur moyenne correspondante.

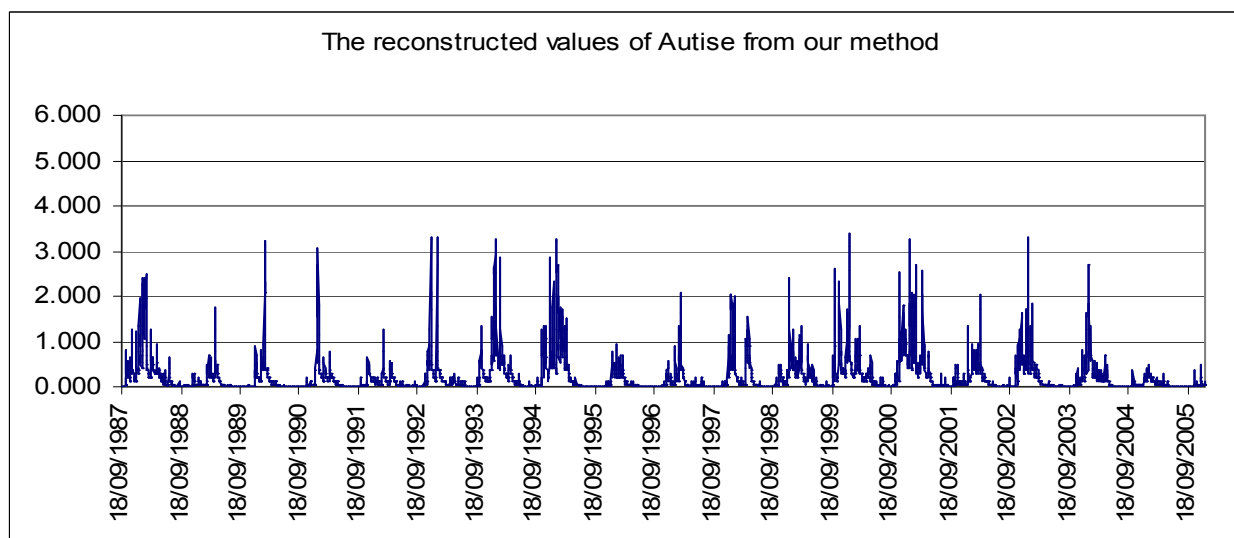
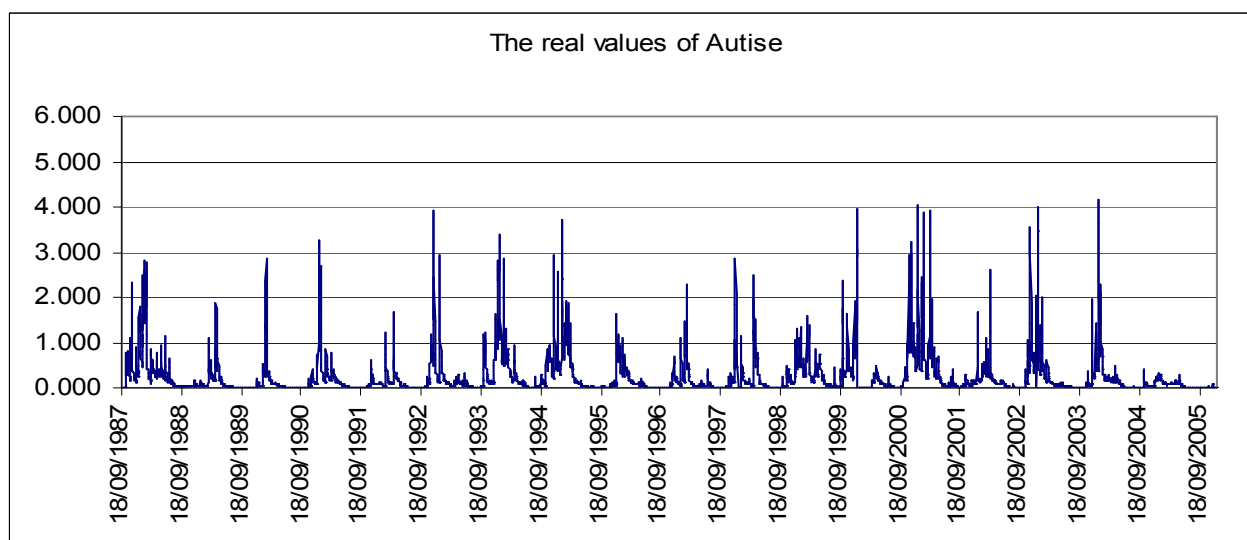
Par exemple, explorant le tableau des dates où Autise et Sèvre existent toutes deux, nous trouvons une valeur moyenne de 0.013 pour Autise, lorsque Sèvre est dans l'intervalle $[0, 0.197]$. Si maintenant nous sommes à une date où Autise n'est pas connue, mais où Sèvre est dans cet intervalle, nous affectons à Autise la valeur 0.013 : statistiquement, c'est la valeur pour laquelle l'erreur est la plus faible.

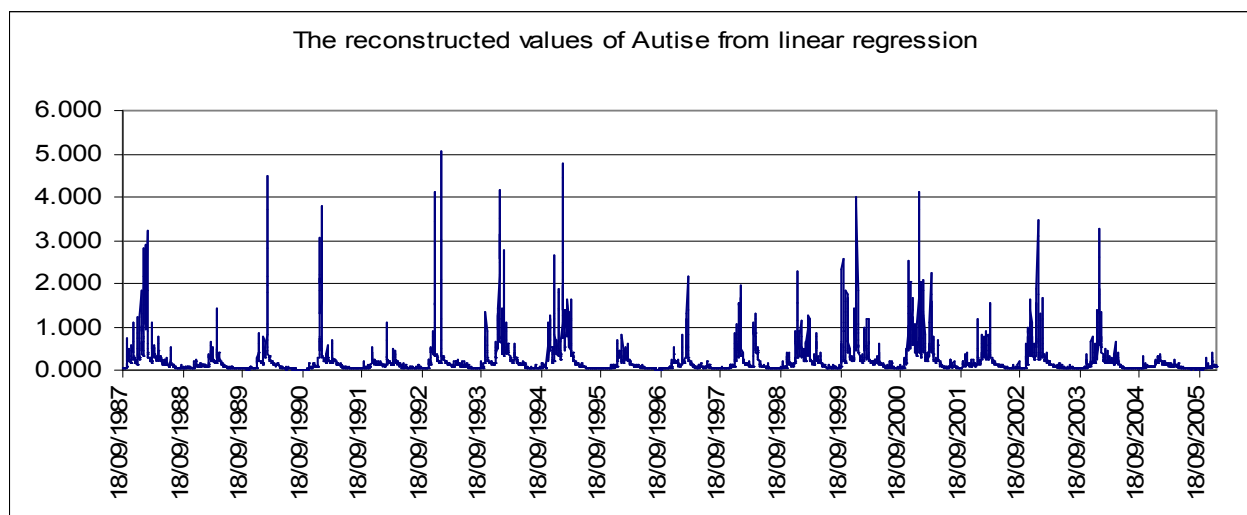
On peut évidemment reconstruire les données déjà existantes, par cette méthode, et cela permet de mesurer la qualité de la reconstruction. En particulier, ceci permet de déterminer la taille d'intervalle pour Sèvre qui permet la meilleure reconstruction (ceci se fait

par essais successifs) ; dans le cas de Autise et Sèvre, c'est la largeur d'intervalle 0.197 qui donne la meilleure reconstitution.

Le cas de Autise et Sèvre est particulièrement intéressant, car les données communes existent sur une très longue période, et ceci permet de valider la méthode, de la manière suivante.

Pour fabriquer les tables de calibration, nous avons utilisé seulement la première moitié des données communes (jusqu'en septembre 1897). Puis, ceci fait, nous avons utilisé cette table de calibration pour reconstituer le débit de l'Autise de septembre 1897 à 2005. Comme ce débit avait effectivement été mesuré, on peut comparer la reconstitution avec la réalité. Nous avons également comparé notre méthode à la méthode standard à base de régression linéaire décrite plus haut. Voici les graphes obtenus :





Graphiques 5 : valeurs réelles et reconstituées de l'Autise

L'indicateur de proximité, défini plus bas, permet de déterminer la qualité de la reconstitution ; plus il est petit, meilleure est la reconstitution. Il est de 0.34 pour la régression linéaire, de 0.31 pour notre méthode, qui donne donc de meilleurs résultats.

Notre méthode permet enfin de déterminer la qualité de la reconstitution, sous la forme d'un écart-type sur une loi de probabilité. Pour chaque intervalle de Sèvre, on peut calculer l'écart-type (la dispersion) des valeurs de Autise : ceci nous donnera la dispersion de la loi de probabilité de la reconstruction ; plus cette loi sera concentrée, meilleure est la précision de reconstruction. Cette information supplémentaire est précieuse et n'est absolument pas accessible au moyen des ajustements linéaires dont nous parlions plus haut.

Nous avons ensuite appliqué la méthode à l'ensemble des rivières et à l'ensemble des périodes manquantes.

Avant de donner les résultats, nous avons maintenant besoin de développer un certain nombre d'outils préliminaires, liés en particulier au coefficient de corrélation, pour lequel nous devons introduire un concept nouveau.

B. Outils nécessaires

1. Coefficient de corrélation relatif

Nous voulons reconstruire une rivière A , dont les données manquent pour une certaine date. Nous considérons toutes les rivières $B_1, B_2, \dots$ qui ont des données à cette date : toutes sont des "candidates" pour la reconstruction. Mais évidemment, si la rivière B n'a que peu de rapports avec la rivière A , elle ne servira pas à grand'chose. La connaissance du Danube n'aiderait pas beaucoup pour reconstruire l'Autise, à ceci près que ces deux fleuves sont dans l'hémisphère Nord et que les saisons sont les mêmes.

Il est donc souhaitable de choisir, parmi toutes les rivières $B_1, B_2, \dots$, celle qui est la mieux corrélée à A . Mais ici, nous tombons sur une difficulté, liée au concept usuel de coefficient de corrélation, défini par :

$$\rho(A, B) = \frac{\sum_i a_i b_i}{\left(\sum_i a_i^2 \right)^{1/2} \left(\sum_i b_i^2 \right)^{1/2}}$$

Ce coefficient peut être extrêmement petit, bien que les rivières soient bien corrélées sur leur domaine de définition commun, parce qu'il prend en compte les domaines de définition de chacune. Par exemple, si les deux rivières coïncident totalement sur la période 1970-1980, tandis que la première existe sur 1970-1990, et la seconde sur la période 1970-1980 et 1990-2000, le coefficient de corrélation usuel sera petit : pourtant, la rivière B explique très bien la rivière A .

On pourrait être tenté de choisir pour coefficient de corrélation de A et B la quantité :

$$\rho_o(A, B) = \frac{\sum_{i \in D_A \cap D_B} a_i b_i}{\left(\sum_{i \in D_A \cap D_B} a_i^2 \right)^{1/2} \left(\sum_{i \in D_A \cap D_B} b_i^2 \right)^{1/2}}$$

où $D(A)$ désigne l'ensemble des données existantes pour A , et de même pour B : cela revient à se limiter aux dates pour lesquelles les deux rivières existent. Mais cette façon de procéder n'est pas non plus satisfaisante, car si cet intervalle commun est très petit (par exemple réduit à un point !), ce coefficient de corrélation peut être grand. C'est le cas par exemple si :

$$A = (1, \text{ND}, 10, \text{ND}, 100, \text{ND}, \dots)$$

$$B = (1, 1, \text{ND}, 1, \text{ND}, 1, \text{ND}, \dots)$$

Ces deux rivières n'ont rien à voir, ne se ressemblent absolument pas, mais elles n'ont qu'une date commune (la première) et en cette date commune elles ont la même valeur. Pour cette raison, ce coefficient de corrélation est également à éliminer.

Nous sommes donc amenés à définir un nouveau coefficient de corrélation, non symétrique, et faisant intervenir les domaines d'existence de chaque rivière. Ce coefficient, qui a son intérêt propre, est défini par la formule :

$$\rho_A(B) = \frac{\sum_{i \in D(A) \cap D(B)} a_i b_i}{\left(\sum_{i \in D(A)} a_i^2 \right)^{1/2} \left(\sum_{i \in D(A) \cap D(B)} b_i^2 \right)^{1/2}}.$$

On remarquera que ce coefficient n'est pas symétrique en A et B , à la différence du coefficient usuel.

Voici la table des coefficients de corrélation relatifs des 19 rivières de Vendée :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1,00	0,61	0,44	0,64	0,74	0,35	0,52	0,43	0,74	0,39	0,93	0,82	0,93	0,64	0,72	0,25	0,91	0,44	0,42
2	0,91	1,00	0,74	0,65	0,87	0,64	0,83	0,68	0,84	0,59	0,94	0,65	0,86	0,91	0,95	0,37	0,86	0,68	0,65
3	0,89	0,96	1,00	0,36	0,86	0,84	0,96	0,87	0,87	0,75	0,90	0,39	0,82	0,91	0,95	0,51	0,82	0,85	0,80
4	0,91	0,65	0,25	1,00	0,89	0,23	0,46	0,20	0,86	0,00	0,89	0,93	0,87	0,81	0,93	0,00	0,86	0,01	0,20
5	0,77	0,67	0,52	0,64	1,00	0,53	0,58	0,50	0,76	0,42	0,81	0,71	0,74	0,74	0,80	0,25	0,76	0,46	0,44
6	0,77	0,89	0,89	0,29	0,93	1,00	0,89	0,82	0,82	0,73	0,82	0,29	0,74	0,90	0,90	0,43	0,72	0,79	0,76
7	0,92	0,95	0,85	0,53	0,87	0,75	1,00	0,80	0,91	0,74	0,92	0,54	0,85	0,91	0,95	0,47	0,86	0,79	0,74
8	0,89	0,89	0,88	0,27	0,86	0,82	0,92	1,00	0,83	0,82	0,87	0,33	0,84	0,83	0,86	0,48	0,83	0,88	0,90
9	0,86	0,67	0,54	0,72	0,82	0,48	0,65	0,51	1,00	0,51	0,86	0,73	0,85	0,74	0,89	0,23	0,84	0,52	0,47
10	0,86	0,82	0,83	0,00	0,75	0,76	0,89	0,88	0,89	1,00	0,86	0,00	0,88	0,84	0,83	0,41	0,84	0,89	0,85
11	0,94	0,71	0,53	0,60	0,78	0,46	0,61	0,51	0,76	0,48	1,00	0,78	0,90	0,75	0,76	0,27	0,90	0,53	0,51
12	0,93	0,50	0,22	0,74	0,82	0,19	0,39	0,18	0,74	0,00	0,94	1,00	0,91	0,63	0,71	0,00	0,88	0,11	0,19
13	0,95	0,61	0,47	0,60	0,72	0,40	0,55	0,47	0,79	0,47	0,92	0,78	1,00	0,67	0,73	0,22	0,91	0,49	0,47
14	0,85	0,84	0,70	0,64	0,87	0,65	0,76	0,64	0,88	0,62	0,91	0,63	0,84	1,00	0,95	0,35	0,85	0,67	0,61
15	0,86	0,75	0,56	0,77	0,88	0,49	0,63	0,50	0,88	0,46	0,87	0,75	0,83	0,83	1,00	0,27	0,82	0,51	0,46
16	0,93	0,95	0,96	0,00	0,88	0,75	0,98	0,91	0,84	0,92	0,90	0,00	0,85	0,95	0,97	1,00	0,91	0,93	0,81
17	0,94	0,63	0,48	0,60	0,75	0,39	0,55	0,47	0,74	0,44	0,93	0,79	0,91	0,68	0,72	0,28	1,00	0,50	0,47
18	0,94	0,93	0,92	0,02	0,80	0,79	0,93	0,92	0,88	0,86	0,94	0,22	0,89	0,88	0,91	0,50	0,94	1,00	0,91
19	0,92	0,90	0,86	0,23	0,78	0,78	0,90	0,93	0,81	0,82	0,92	0,30	0,87	0,84	0,87	0,51	0,88	0,92	1,00

Tableau 6 : les coefficients de corrélation relatifs

2. Indicateur de proximité

Pour déterminer si une reconstitution est de bonne qualité, en la comparant aux données existantes, il est nécessaire de disposer d'un indicateur quantitatif. Nous choisirons l'indicateur suivant, dit de "proximité" :

$$prox(X, Y) = \frac{\left(\sum |x_i - y_i|^2 \right)^{1/2}}{\left(\sum x_i^2 \right)^{1/2}}$$

où $X = (x_i)$ sont les données réelles, $Y = (y_i)$ les données reconstruites, et la sommation s'étend sur la plage de dates où l'on souhaite comparer les deux. Plus l'indicateur est petit, meilleure est la reconstitution.

3. Interpolation entre valeurs

Supposons que nous devions reconstruire une rivière A pour une date précise. Parmi toutes les rivières candidates (c'est-à-dire celles qui ont des données pour cette date), nous choisissons la rivière B , celle pour laquelle le coefficient relatif $\rho_A(B)$ est le plus grand possible. Nous construisons alors la table de calibration de B en fonction de A en nous servant de toutes les données communes aux deux rivières, comme expliqué précédemment. Nous obtenons donc une prédiction de la valeur de A pour toutes les valeurs de B qui se sont rencontrées dans la liste des valeurs communes.

Mais il peut se faire que, lorsqu'on reconstruit A , la valeur de B correspondante (qui existe par définition puisque B a été choisi pour la reconstruction) n'apparaisse pas dans la liste commune.

Dans notre exemple, les valeurs les plus nombreuses sont des débits faibles ; les crues sont plus rares. Il peut donc arriver que telle valeur précise de débit de crue pour B n'ait jamais été observée en même temps que A . En ce cas, nous procédons par interpolation linéaire à partir des valeurs voisines.

Voici un exemple, concernant la reconstruction de l'Autise à partir de la Sèvre :

	Autise	Sèvre	reconstruct Autise
13-Feb-1990	ND	8,407	2,08
14-Feb-1990	ND	14,602	nd
15-Feb-1990	ND	17,626	nd
16-Feb-1990	ND	10,973	nd
17-Feb-1990	ND	7,024	2,33

Tableau 7 : reconstruction de l'Autise

Pour les dates des 13 et 17 février 1990, la reconstruction de l'Autise à partir de la Sèvre a parfaitement fonctionné, mais pour les dates intermédiaires des 14, 15, 16 février (période de crues), la valeur correspondante de Sèvre ne se trouve pas dans les tables de calibration : il n'y a aucune valeur observée de Autise pour laquelle Sèvre prenne des valeurs de l'ordre de 10 ou 14 ou 17.

Voici un extrait de la table de calibration de Autise connaissant Sèvre : dans la colonne de droite, on met le centre des intervalles.

Autise	Sèvre
2,86	14,28
ND	14,48
ND	14,68
ND	14,87
3,11	15,07

Tableau 8 : reconstruction de l'Autise (suite)

Comme la valeur en face de 14,48 n'existe pas, on la reconstitue à partir des valeurs existantes par interpolation linéaire. Précisément, nous prendrons :

$$f(14.48) = 2.86\lambda + 3.11(1 - \lambda)$$

$$\text{avec } \lambda = \frac{15.07 - 14.48}{15.07 - 14.28} = 0.75$$

Ce qui nous donne finalement la table suivante :

	Autise	Sèvre	reconstruction Autise	reconstruction Autise avec interpolation
13-Feb-1990	ND	8,41	2,08	2,08
14-Feb-1990	ND	14,60	nd	2,96
15-Feb-1990	ND	17,63	nd	3,24
16-Feb-1990	ND	10,97	nd	2,09
17-Feb-1990	ND	7,02	2,33	2,33

Tableau 9 : reconstruction de l'Autise (suite)

Remarquons que l'on pourrait essayer de trouver une autre rivière B , éventuellement moins corrélée à A , pour laquelle ces valeurs existent. Il y a de toute façon une difficulté pratique, car les valeurs de crues sont rares, tandis qu'elles s'étendent sur des plages de débits très larges (pour la Sèvre, par exemple, le débit maximum est 28.598 millions de m³/jour). La reconstruction pour les forts débits sera de toute façon moins satisfaisante que pour les faibles débits. Ceci est sans importance dans le cas qui nous intéresse, car il s'agit simplement de savoir si oui ou non la rivière dépasse un certain seuil, fixé au dixième de la moyenne prise sur plusieurs années. Ce seuil étant bas, la reconstitution est satisfaisante.

4. Extrapolation

La même question se pose lorsque la valeur la plus élevée n'a pas été rencontrée dans la table de B ; en ce cas, nous procédons par extrapolation linéaire à partir de la valeur précédente.

5. Choix de la taille des intervalles

La reconstitution de A , a priori, peut se faire pour n'importe quelle taille d'intervalles pour B . Mais :

- Si les intervalles pour B sont trop petits, ils ne contiendront pas suffisamment de points, et le calcul de la moyenne pour A sera de mauvaise qualité (par exemple s'il n'y a qu'un point, il est automatiquement égal à la moyenne) ;
- Si les intervalles pour B sont trop grands, la précision n'est pas bonne.

Il y a donc une valeur intermédiaire optimale pour la taille des intervalles à utiliser pour B .

Pour la déterminer, on essaie la reconstitution sur des valeurs déjà connues et on choisit la taille d'intervalles qui donne la meilleure. Précisément, les valeurs existantes en commun sont divisées en deux moitiés égales ; dans un premier temps, on calcule les tables de calibration en se servant seulement de la première moitié des valeurs et on reconstitue la seconde. On fait varier manuellement la taille des intervalles et l'on choisit celle pour laquelle cet indicateur est le plus petit possible (meilleure proximité).

Nous remarquons que cette taille optimale d'intervalle est différente d'une rivière à une autre.

6. Un exemple : l'Autise à Saint-Hilaire-des-Loges

Pour détailler la méthode, nous revenons au cas de la rivière Autise:

Pour l'Autise, 1 504 valeurs sont manquantes :

07/10/1967- 24/06/1971;
18/09/1987 - 14/10/1987;
20/09/1990 - 23/09/1990;
21/11/1996;
01/01/1998 - 19/01/1998;
30/09/1999;
30/12/1999 - 31/03/2000;
30/12/2002 - 31/12/2002

Les rivières qui ont des données à ces dates sont Sèvre, Grand Lay, Petit Lay, Smagne.

On choisit Sèvre, dont le coefficient de corrélation avec Autise est 0,94.

Pour déterminer la taille des intervalles pour Sèvre, nous prenons toutes les valeurs communes à Autise et Sèvre et nous les divisons en deux parties. La première va du 25 juin 1971 au 17 septembre 1987, la seconde du 18 septembre 1987 au 31 décembre 2005.

La première partie sert à déterminer les tables de calibration ; nous prédisons alors la seconde partie et nous comparons à l'existant. Cela nous permet de calculer la taille d'intervalle réalisant la meilleure prédiction (voir paragraphe ci-dessus). La taille retenue est 0.197.

Les deux graphes donnés plus haut reflètent la qualité de la reconstitution sur la période du 18 septembre 1987 au 31 décembre 2005, période où les vraies données sont connues.

Pour la reconstitution finale, on utilise l'ensemble des données communes à Autise et à Sèvres (le découpage en deux périodes n'est là que pour permettre de choisir le meilleur intervalle).

IV. Les résultats

1. La Sèvre Nantaise à Tiffauges [la Moulinette]

Pour la Sèvre, il manque une seule valeur : 01/01/2006. Les rivières disponibles pour la reconstruction sont le Falleron, le Jaunay , le Grand Lay, le Petit Lay, la Smagne, l'Yon à Dompierre et l'Autise. Nous utilisons le Grand Lay.

Nous reconstruisons une valeur avec le Grand Lay, selon la table suivante :

Rivière pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec la Sèvre	taille de l'intervalle retenu
Grand Lay	0.93	0.03

2. La Grande Maine à Saint-Fulgent [Plessis des Landes]

Pour la Grande Maine, 8 513 valeurs manquent, à savoir :

07/10/1967 - 30/11/1990; 11/08/1991 - 26/09/1991; 01/08/1996 - 10/08/1996.

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction. Nous utilisons l'Yon à Dompierre, le Grand Lay, la Sèvre. Voici la table des rivières utilisées, avec leur coefficient de corrélation et la taille de l'intervalle utilisée :

Rivière pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec la Grande Maine	Taille de l'intervalle retenu
Yon à Dompierre	0.95	0.0087
Grand Lay	0.94	0.05
Sèvre	0.91	0.26

Nous reconstruisons 3195 valeurs avec l'Yon à Dompierre, 5209 valeurs avec le Grand Lay et 109 valeurs avec la Sèvre.

3. La Petite Maine à Saint-Georges-de-Montaigu [Fromage]

Pour la Petite Maine, il manque 10 780 valeurs, réparties comme suit :

07/10/1967 - 15/10/1996 ; 04/08/1997 ; 09/08/1997 - 10/08/1997 ; 13/08/1997 - 14/08/1997; 15/08/1998 - 03/09/1998 ; 05/09/1998 - 17/09/1998; 20/07/2002 - 30/07/2002; 19/08/2003 - 22/09/2003 ; 24/09/2003 - 02/10/2003 ; 06/10/2003 - 18/10/2003 ; 25/07/2005 - 09/08/2005 ; 13/08/2005 - 02/09/2005 ; 08/09/2005 ; 17/09/2005 - 24/09/2005 ; 26/09/2005 - 20/10/2005 ; 01/01/2006

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf Boulogne et Petit Lay.

Nous reconstruisons 901 valeurs à partir de la Vie, 1376 valeurs à partir de la Grande Maine, 3185 valeurs à partir de l'Yon à Dompierre, 39 valeurs à partir du Marillet, 5170 valeurs à partir du Grand Lay and 109 valeurs à partir de la Sèvre, selon la table suivante :

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec la Petite Maine	taille de l'intervalle retenu
Vie	0.962	0.088
Grande Maine	0.961	0.014
Yon à Dompierre	0.95	0.009
Marillet	0.91	0.034
Grand Lay	0.9	0.08
Sèvre	0.89	0.3

4. La Boulogne à Rocheservière [La Vacherie]

Pour la Boulogne, il manque 8 669 valeurs, à savoir :

(07/10/1967 - 16/07/1981 ; 25/07/1981 ; 30/08/1981 ; 20/09/1982 - 17/10/1982 ; 23/10/1982 - 31/10/1982 ; 02/05/1983 - 10/05/1983 ; 15/05/1983 - 31/05/1983 ; 23/06/1983 - 30/06/1983 ; 01/06/1986 - 22/06/1986 ; 28/06/1986 - 29/06/1986 ; 02/07/1986 - 16/08/1986 ; 05/09/1986 - 08/09/1986 ; 23/08/1987 - 24/08/1987 ; 01/10/1987 - 02/10/1987 ; 09/06/1988 - 17/06/1988 ; 27/06/1989 - 29/06/1989 ; 14/07/1989 - 20/07/1989 ; 23/07/1989 - 12/11/1989 ; 13/06/1990 - 01/11/1990 ; 19/07/1991 - 28/09/1991 ; 24/07/1992 - 31/08/1992 ; 07/08/1993 - 09/09/1993 ; 28/07/1994 - 03/08/1994 ; 06/08/1994 - 15/09/1994 ; 25/07/1995 - 05/08/1995 ; 07/08/1995 - 09/08/1995 ; 14/08/1995 - 24/08/1995 ; 29/08/1995 - 11/09/1995 ; 19/09/1995 - 04/10/1995 ; 27/06/1996 - 03/07/1996 ; 19/07/1996 - 03/11/1996 ; 03/06/1997 - 04/06/1997 ; 07/08/1997 ; 10/08/1997 - 14/08/1997 ; 30/09/1997 - 06/10/1997 ; 01/04/1998 - 01/01/2006)

Toutes les rivières sont utilisables pour la reconstruction, sauf l'Auzance, l'Yon à Nesmy et la Vendée. Voici les coefficients de corrélation avec la Boulogne, pour les rivières retenues, ainsi que la taille de l'intervalle utilisé pour la reconstruction :

Rivière pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec la Boulogne	taille de l'intervalle retenu
Yon à Dompierre	0.927	0.015
Petit Lay	0.926	0.08
Sèvre	0.91	0.32

Nous reconstruisons 3532 valeurs à partir de l'Yon à Dompierre, 4698 valeurs à partir de Petit Lay et 439 valeurs à partir de la Sèvre.

5. Le Falleron à Falleron

Pour le Falleron, il manque 2 187 valeurs, à savoir :

07/10/1967 - 20/11/1972 ; 02/07/1973 - 03/07/1973 ; 08/07/1973 - 15/07/1973 ; 29/07/1973 - 02/08/1973 ; 10/08/1973 - 19/09/1973 ; 23/07/1974 ; 28/07/1974 - 01/09/1974 ; 28/07/1975 - 16/08/1975 ; 20/08/1975 - 21/08/1975 ; 27/08/1975 - 30/08/1975 ; 06/09/1975 - 10/09/1975 ; 15/09/1975 - 16/09/1975 ; 13/06/1976 - 08/09/1976 ; 13/09/1976 ; 17/09/1976 - 21/09/1976 ; 21/08/1978 ; 27/08/1978 - 05/09/1978 ; 20/09/1978 ; 24/09/1978 - 26/09/1978 ; 01/10/1978 ; 08/10/1978 - 09/10/1978 ; 15/10/1978 - 16/10/1978 ; 29/10/1978 ; 03/09/1979 - 19/09/1979 ; 27/09/1979 - 01/10/1979 ; 18/07/1982 - 22/07/1982 ; 16/08/1982 - 23/08/1982 ; 19/09/1982 ; 23/09/1984 ; 30/12/2000 - 09/01/2001 ; 04/01/2002 - 14/01/2002 ; 20/10/2002 - 22/10/2002 ; 17/07/2005 ; 11/08/2005 ; 15/08/2005 - 24/08/2005 .

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf l'Yon à Nesmy. Nous utilisons le Grand Lay et la Sèvre, comme expliqué dans la table suivante :

Rivière pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec le Falleron	taille d'intervalle retenue
Grand Lay	0.81	0.09
Sèvre	0.77	0.43

Nous reconstruisons 2087 valeurs à partir du Grand Lay et 100 valeurs à partir de la Sèvre.

6. Le Pont-Habert à Challans

Pour le Pont-Habert, il manque 10 619 valeurs, selon la liste suivante :

07/10/1967 - 13/11/1995 ; 27/07/1996 - 29/07/1996 ; 04/08/1996 - 09/08/1996 ; 16/08/1996 - 23/08/1996 ; 01/09/1996 - 19/09/1996 ; 22/07/1997 - 27/07/1997 ; 29/07/1997 - 07/08/1997 ; 11/08/1997 - 19/08/1997 ; 21/08/1997 - 27/08/1997 ; 09/09/1997 - 09/10/1997 ; 08/08/1998 - 29/08/1998 ; 31/08/1998 - 03/09/1998 ; 21/09/1998 - 23/09/1998 ; 17/08/2000 - 18/08/2000 ; 24/08/2000 - 25/08/2000 ; 31/08/2000 ; 05/09/2000 - 18/09/2000 ; 01/01/2001 - 08/01/2001 ; 14/10/2001 - 15/10/2001 ; 30/07/2002 ; 30/09/2002 - 01/10/2002 ; 23/10/2002 - 26/10/2002 ; 01/11/2002 - 06/11/2002 ; 01/01/2003 - 08/01/2003 ; 14/07/2003 - 16/07/2003 ; 20/07/2003 - 24/07/2003 ; 10/08/2003 - 14/09/2003 ; 16/01/2004 - 19/01/2004 ; 26/07/2004 - 03/08/2004 ; 08/08/2004 - 11/08/2004 ; 03/09/2004 - 12/09/2004 ; 18/09/2004 - 04/10/2004 ; 10/07/2005 - 26/07/2005 ; 31/07/2005 - 24/08/2005 ; 28/08/2005 - 12/10/2005 ; 01/11/2005

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf la Boulogne, le Petit Lay, l'Yon à Nesmy.

Nous reconstruisons 8 449 valeurs à partir du Falleron, 7 valeurs à partir du Marillet, 16 valeurs à partir de l'Yon à Dompierre, 11 valeurs à partir de la Grande Maine, 2037 valeurs à partir du Grand Lay et 100 valeurs à partir de la Sèvre.

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec le Pont-Habert	taille de l'intervalle retenu
Falleron	0.93	0.0155
Marillet	0.899	0.035
Yon à Dompierre	0.8985	0.045
Grande Maine	0.893	0.035
Grand Lay	0.82	0.06
Sèvre	0.77	0.39

7. La Vie à la Chapelle-Palluau

Pour la Vie, il manque 9 881 valeurs:

07/10/1967 - 04/10/1994 ; 08/09/1996 - 18/09/1996 ; 20/08/2005 ; 20/09/2005 - 27/09/2005 ; 01/11/2005.

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf l'Yon à Nesmy.

Nous reconstruisons 4534 valeurs à partir de l'Yon à Dompierre, 29 valeurs à partir de la Grande Maine, 5209 valeurs à partir du Grand Lay et 109 valeurs à partir de la Sèvre.

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec la Vie	taille de l'intervalle retenu
Yon à Dompierre	0.954	0.0025
Grande Maine	0.951	0.045
Grand Lay	0.925	0.045
Sèvre	0.917	0.45

8. La Petite Boulogne à la Chapelle-Palluau [La Birochère]

Pour la Petite Boulogne, il manque 10 884 valeurs :

07/10/1967 - 20/06/1997 ; 24/09/1997 - 02/10/1997 ; 18/11/2000 - 20/11/2000 ; 16/06/2003 - 02/07/2003 ; 26/08/2003 - 29/08/2003 ; 01/11/2005.

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf la Boulogne et l'Yon à Nesmy. Nous reconstruisons 1012 valeurs avec la Vie, 1369 valeurs avec la Grande Maine et 8503 valeurs avec la Sèvre, selon la table suivante :

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec la Petite Boulogne	taille de l'intervalle retenu
Vie	0.92	0.0225
Grande Maine	0.892	0.02
Sèvre	0.888	0.15

9. Le Jaunay à la Chapelle-Hermier [Reveillère]

Pour le Jaunay, il manque 5 971 valeurs, à savoir :

07/10/1967 - 02/02/1979 ; 06/09/1981 - 16/09/1981 ; 08/10/1987 - 12/10/1987 ; 28/07/1989 - 01/11/1989 ; 12/11/1989 - 26/11/1989 ; 29/11/1989 - 04/12/1989 ; 06/12/1989 - 12/12/1989 ; 01/01/1991 - 31/12/1992 ; 25/09/1995 - 26/09/1995 ; 11/10/1995 - 15/10/1995 ; 03/04/1996 - 25/06/1996 ; 27/06/1996 - 31/12/1997 ; 14/08/1998 - 07/09/1998 ; 18/09/1998 - 25/09/1998 ; 16/07/2003 - 26/07/2003 ; 31/07/2003 - 03/10/2003 ; 06/10/2003 - 19/10/2003 ; 01/12/2003 ; 05/01/2004 - 16/02/2004 ; 22/07/2004 - 14/08/2004 ; 06/09/2004 - 06/10/2004 ; 06/08/2005 - 19/10/2005 ; 02/11/2005 - 22/11/2005.

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf l'Yon à Nesmy. Nous utilisons l'Yon à Dompierre et la Sèvre.

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec le Jaunay	taille d'intervalle retenue
Yon à Dompierre	0.89	0.021
Sèvre	0.86	0.29

Nous reconstruisons 1 743 valeurs à partir de l'Yon à Dompierre et 4 228 valeurs à partir de la Sèvre.

10. L'Auzance à Vairé [Petit Besson]

Pour l'Auzance, il manque 11 588 valeurs, comme suit :

07/10/1967 - 17/09/1998 ; 22/09/1998 - 25/09/1998 ; 04/09/1999 - 05/09/1999 ; 05/08/2000 - 07/08/2000 ; 13/08/2000 - 19/08/2000 ; 08/09/2000 - 22/09/2000 ; 08/09/2001 - 09/09/2001 ; 13/09/2001 ; 19/09/2001 - 24/09/2001 ; 22/07/2002 - 30/07/2002 ; 28/06/2003 - 29/06/2003 - 13/07/2003 - 26/07/2003 ; 05/08/2003 - 20/10/2003 ; 03/11/2003 - 18/11/2003 ; 28/07/2004 - 12/08/2004 ; 05/09/2004 - 13/09/2004 ; 22/09/2004 - 29/09/2004 ; 12/07/2005 - 11/10/2005 ; 01/11/2005 ;

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf le Petit Lay, la Boulogne et l'Yon à Nesmy.

Nous reconstruisons 5 720 valeurs avec le Jaunay, 5 580 valeurs avec la Smagne, 185 valeurs avec le Grand Lay and 103 valeurs avec la Sèvre.

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec Auzance	taille de l'intervalle retenu
Jaunay	0.89	0.025
Smagne	0.88	0.041
Grand Lay	0.86	0.032
Sèvre	0.85	0.2

11. Le Grand Lay à Saint-Prouant [Monsireigne]

Pour le Grand Lay, il manque 188 valeurs, à savoir :

7-Oct-1967-31-Dec-1967 ; 2-Oct-1972 ; 30-Aug-1976-13-Sep-1976 ; 20-Sep-1976-23-Sep-1976 ; 16-Aug-1978-18-Aug-1978 ; 6-Oct-1988 ; 10-Oct-1988-11-Oct-1988 ; 31-Jul-2002-5-Aug-2002 ; 18-Aug-2002-21-Aug-2002 ; 11-Nov-2002-25-Nov-2002 ; 21-Apr-2004-10-Jun-2004.

Toutes les rivières sont utilisables pour la reconstruction, sauf l'Yon à Nesmy.

Nous reconstruisons le Grand Lay à partir de la Sèvre.

Rivière pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec le Grand Lay	Taille d'intervalle retenue
Sèvre	0.94	0.25

12. Le Petit Lay à Saint-Hilaire-le-Vouhis

Pour le Petit Lay, il manque 3 351 valeurs :

07/10/1967 - 31/12/1967 ; 18/06/1968 - 20/06/1968 ; 29/06/1968 - 16/07/1968 ; 24/11/1968 - 29/11/1968 ; 25/12/1968 - 30/12/1968 ; 24/03/1969 - 28/03/1969 ; 17/05/1969 - 20/05/1969 ; 21/12/1969 - 05/01/1970 ; 16/02/1970 - 18/02/1970 ; 24/02/1970 - 03/03/1970 ; 06/08/1974 - 17/09/1974 ; 19/08/1975 - 25/09/1975 ; 01/07/1976 - 30/09/1976 ; 25/09/1978 - 12/10/1978 ; 09/09/1980 - 20/09/1980 ; 01/09/1989 - 12/11/1989 ; 14/11/1989 ; 10/02/1994 - 10/03/1994 ; 04/08/1995 ; 01/07/1996 - 03/07/1996 ; 17/07/1996 - 04/10/1996 ; 26/06/1997 - 31/07/1997 ; 05/09/1997 - 25/09/1997 ; 24/06/1998 - 01/01/2006.

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf l'Yon à Nesmy. Nous utilisons le Grand Lay et la Sèvre.

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec le Petit Lay	taille de l'intervalle retenu
Grand Lay	0.94	0.09
Sèvre	0.93	0.36

Nous reconstruisons 3170 valeurs avec le Grand Lay et 181 valeurs avec la Sèvre.

13. La Smagne à Sainte-Pexine [Les Mottes]

Pour la Smagne, il manque 502 valeurs, comme suit :

07/10/1967 - 31/12/1967 ; 01/09/1976 - 01/10/1976 ; 04/10/1976 - 06/10/1976 ; 23/10/1976 - 25/10/1976 ; 11/07/1978 - 16/07/1978 ; 24/08/1978 - 30/10/1978 ; 06/11/1978 - 04/12/1978 ; 19/10/1979 - 20/10/1979 ; 22/10/1979 ; 08/08/1986 - 11/08/1986 ; 25/08/1989 - 21/10/1989 ; 16/06/1994 - 28/12/1994 ; 26/07/1996 - 28/07/1996 ; 21/09/1999 - 23/09/1999 ; 30/09/1999 - 01/10/1999 ; 13/01/2004 - 19/01/2004.

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf la Petite Maine, Pont-Habert, Petite Boulogne, Auzance, Yon à Nesmy, Vendée et Mère.

Nous reconstruisons les 502 valeurs à partir de la Sèvre.

rivière pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec le Grand Lay	taille de l'intervalle retenu
Sèvre	0.95	0.22

14. Le Marillet à Saint-Florent-des-Bois [la Clopinrière]

Pour le Marillet, il manque 7 545 valeurs, selon la table suivante :

07/10/1967 - 30/09/1984 ; 12/09/1985 - 15/09/1985 ; 21/09/1985 - 05/11/1985 ; 11/07/1986 - 03/08/1986 ; 05/08/1986 - 16/09/1986 ; 22/09/1986 - 04/10/1986 ; 09/10/1986 ; 13/07/1987 - 16/07/1987 ; 08/08/1987 - 06/10/1987 ; 18/06/1989 - 23/06/1989 ; 17/07/1989 - 04/11/1989 ; 14/06/1990 - 19/06/1990 ; 14/07/1990 - 28/10/1990 ; 01/06/1991 - 02/06/1991 ; 15/07/1991 - 27/09/1991 ; 25/07/1992 - 30/08/1992 ; 15/09/1992 - 24/09/1992 ; 30/07/1993 - 12/09/1993 ; 12/07/1994 - 18/11/1994 ; 10/07/1995 - 14/07/1995 ; 22/07/1995 ; 24/07/1995 - 22/10/1995 ; 24/10/1995 - 25/10/1995 ; 25/06/1996 - 03/07/1996 ; 16/07/1996 - 26/09/1996 ; 28/09/1996 - 01/10/1996 ; 03/10/1996 - 08/10/1996 ; 23/07/1997 - 28/07/1997 ; 02/08/1997 - 06/08/1997 ; 10/08/1997 - 11/08/1997 ; 14/08/1997 - 30/08/1997 ; 02/09/1997 - 28/10/1997 ; 09/03/1998 - 12/05/1998 ; 10/08/1998 - 04/09/1998 ; 08/09/1998 ; 21/09/1998 - 24/09/1998 ; 10/08/2000 - 11/08/2000 ; 14/08/2000 - 19/08/2000 ; 25/08/2000 ; 12/09/2000 - 18/09/2000 ; 01/07/2002 ; 16/07/2002 - 24/07/2002 ; 29/07/2002 ; 25/06/2003 - 30/06/2003 ; 09/07/2003 - 25/07/2003 ; 02/08/2003 - 26/09/2003 ; 21/07/2004 - 22/07/2004 ; 27/07/2004 - 03/08/2004 ; 09/08/2004 ; 08/09/2004 - 05/10/2004 ; 14/07/2005 - 19/10/2005

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf l'Yon à Nesmy.

Nous reconstruisons 2 161 valeurs à partir de l'Yon à Dompierre, 5275 valeurs à partir du Grand Lay, 9 valeurs à partir du Falleron et 100 valeurs à partir de la Sèvre.

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec le Marillet	taille de l'intervalle retenu
Yon à Dompierre	0.95	0.01
Grand Lay	0.91	0.12
Falleron	0.87	0.04
Sèvre	0.85	0.448

15. L'Yon à Dompierre-sur-Yon

Pour l'Yon à Dompierre, il manque 5426 valeurs, selon la liste suivante :

07/10/1967 - 31/12/1981 ; 06/07/1984 - 09/07/1984 ; 19/07/1984 - 02/08/1984 ; 06/08/1984 ; 10/08/1984 - 28/08/1984 ; 30/08/1984 - 03/09/1984 ; 08/10/1984 - 19/10/1984 ; 21/10/1984 - 22/10/1984 ; 18/08/1985 - 23/08/1985 ; 29/08/1985 - 30/09/1985 ; 17/10/1985 - 29/10/1985 ; 07/08/1990 - 14/08/1990 ; 04/10/1991 - 06/10/1991 ; 01/09/1994 - 14/09/1994 ; 07/11/1994 - 16/11/1994 ; 10/09/1996 - 12/09/1996 ; 17/09/1996 ; 21/08/2003 - 25/08/2003 ; 04/09/2003 - 07/09/2003 ; 09/09/2004 - 10/09/2004 ; 16/09/2004 ; 22/09/2004 ; 21/07/2005 - 23/07/2005 ; 05/08/2005 - 24/08/2005 ; 26/08/2005 - 09/09/2005 ; 12/09/2005 - 15/09/2005 ; 18/09/2005 - 24/09/2005 ; 26/09/2005 ; 30/09/2005 - 11/10/2005 ; 14/10/2005 ; 17/10/2005

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf l'Yon à Nesmy.

Nous reconstruisons 1 198 valeurs à partir du Jaunay, 2 104 valeurs à partir du Falleron, 2 024 valeurs à partir du Grand Lay et 100 valeurs à partir de la Sèvre,

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec l'Yon à Dompierre	taille de l'intervalle retenu
Jaunay	0.878	0.079
Falleron	0.876	0.026
Grand Lay	0.873	0.11
Sèvre	0.86	0.3

16. L'Yon à Nesmy [Moulin de Rambourg]

Pour l'Yon à Nesmy, il manque 12 424 valeurs : 07/10/1967 - 11/10/2001.

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf la Boulogne et le Petit Lay.

Nous reconstruisons 2 550 valeurs avec la Vie, 4 519 valeurs avec l'Yon à Dompierre, 24 valeurs avec la Grande Maine, 46 valeurs avec le Marillet et 5 285 valeurs avec la Sèvre, selon la table suivante :

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec l'Yon à Nesmy	taille de l'intervalle retenu
Vie	0.977	0.039
Yon à Dompierre	0.973	0.032
Grande Maine	0.955	0.04
Marillet	0.95	0.025
Sèvre	0.929	0.44

17. L'Autise à Saint-Hilaire-des-Loges

Pour l'Autise, il manque 1504 valeurs :

07/10/1967- 24/06/1971;
18/09/1987 - 14/10/1987;
20/09/1990 - 23/09/1990;
21/11/1996;
01/01/1998 - 19/01/1998;
30/09/1999;
30/12/1999 - 31/03/2000;
30/12/2002 - 31/12/2002

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf l'Yon à Nesmy.

Nous reconstruisons les 1 504 values avec là Sèvre.

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec l'Autise	taille de l'intervalle retenu
Sèvre	0.95	0.197

18. La Vendée à Foussais-Payré [Pont d'Izard]

Pour la Vendée, il manque 11 087 valeurs : 07/10/1967 - 11/02/1998 ; 01/11/2005.

Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf la Boulogne et le Petit Lay.

Nous reconstruisons 9 678 valeurs avec l'Autise, 1 323 valeurs avec le Grand Lay et 86 valeurs avec la Sèvre, selon le tableau suivant :

Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec la Vendée	taille de l'intervalle retenu
Autise	0.93909	0.06
Grand Lay	0.93901	0.075
Sèvre	0.937	0.3

19. La Mère à Antigny [Moulin-Textier]

Pour la Mère, il manque 11 073 valeurs :

07/10/1967 - 31/07/1997 ; 01/09/1999 - 05/10/1999 ; 29/07/2002 - 23/08/2002 ; 25/11/2002 ;
01/01/2003 - 30/01/2003 ; 26/07/2003 - 13/08/2003 ; 25/08/2003 - 02/11/2003 ; 03/07/2005.

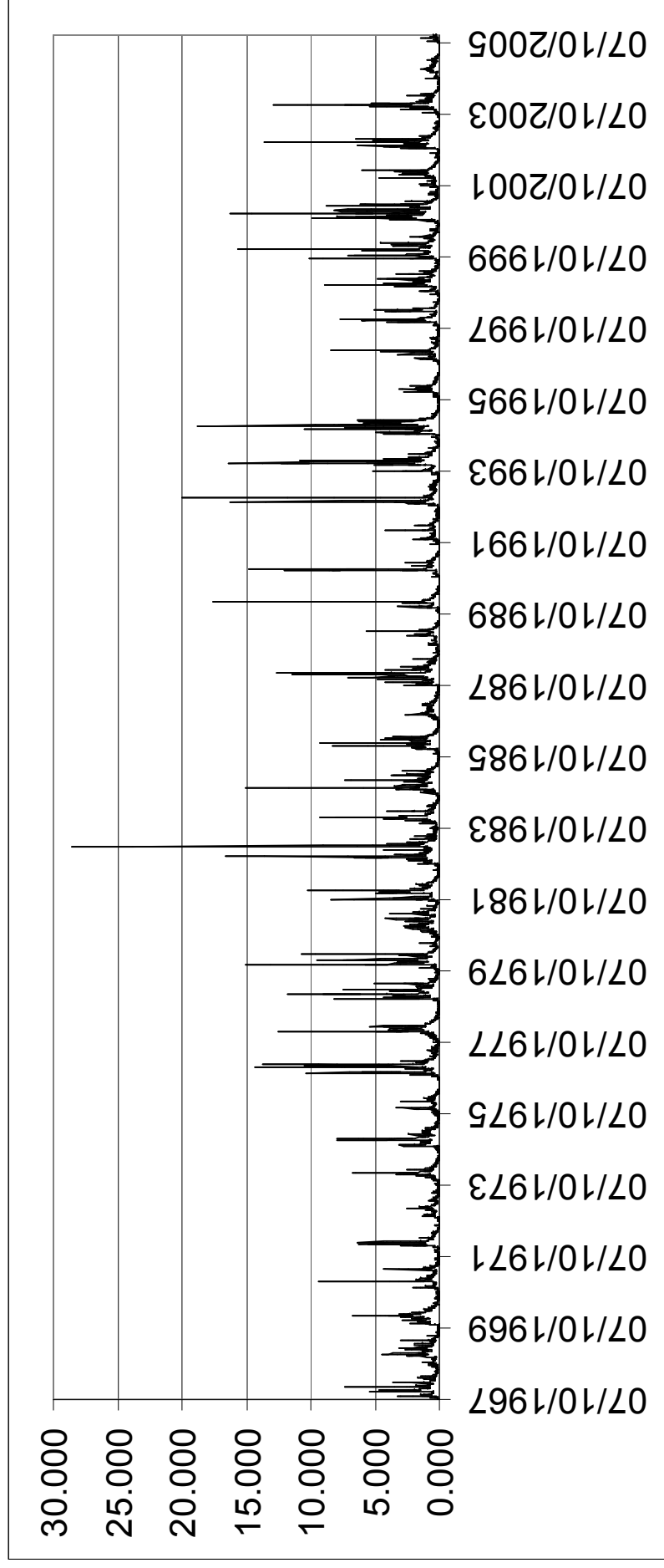
Toutes les rivières sont disponibles pour la reconstruction, sauf la Boulogne et le Petit Lay.

Nous reconstruisons 219 valeurs avec la Petite Boulogne et 10 854 valeurs avec la Sèvre

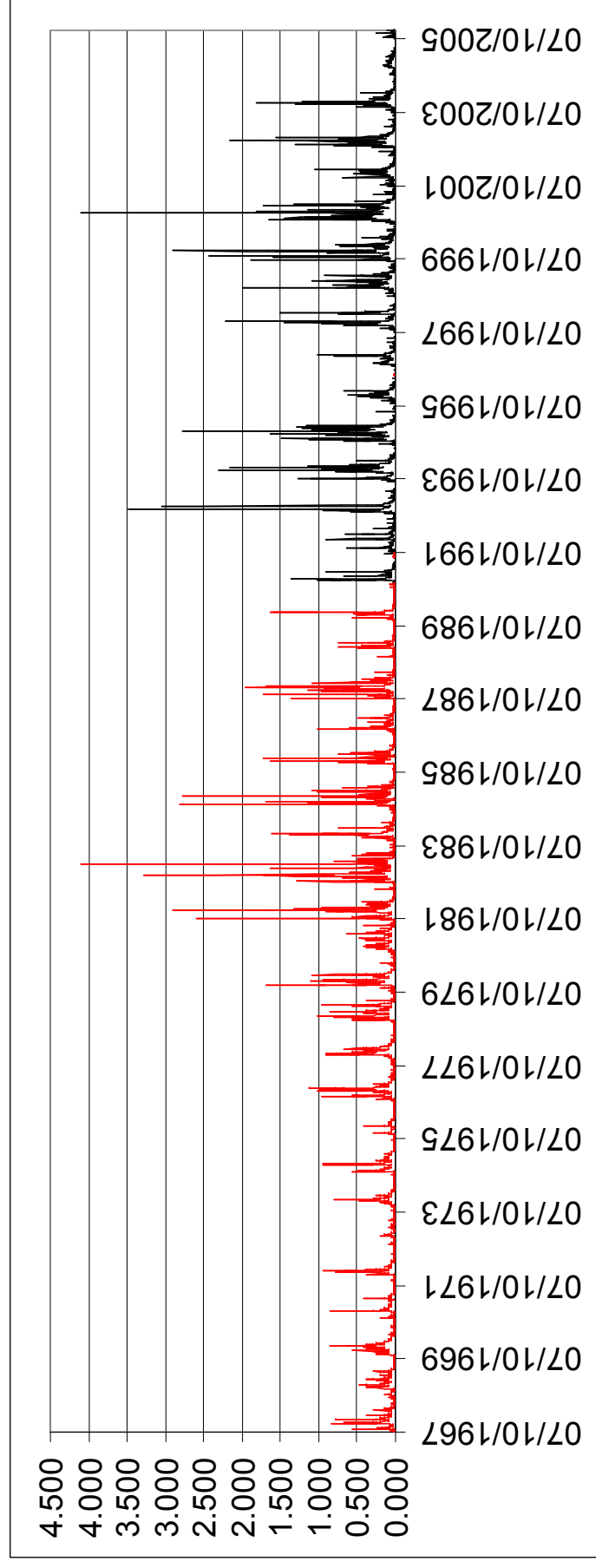
Rivières pour la reconstruction	Coefficient de corrélation avec la Mère	taille de l'intervalle retenu
Petite Boulogne	0.925	0.006
Sèvre	0.921	0.15

Voici maintenant les graphes des débits des diverses rivières, après reconstruction. En rouge : valeurs reconstituées, en noir, valeurs existantes :

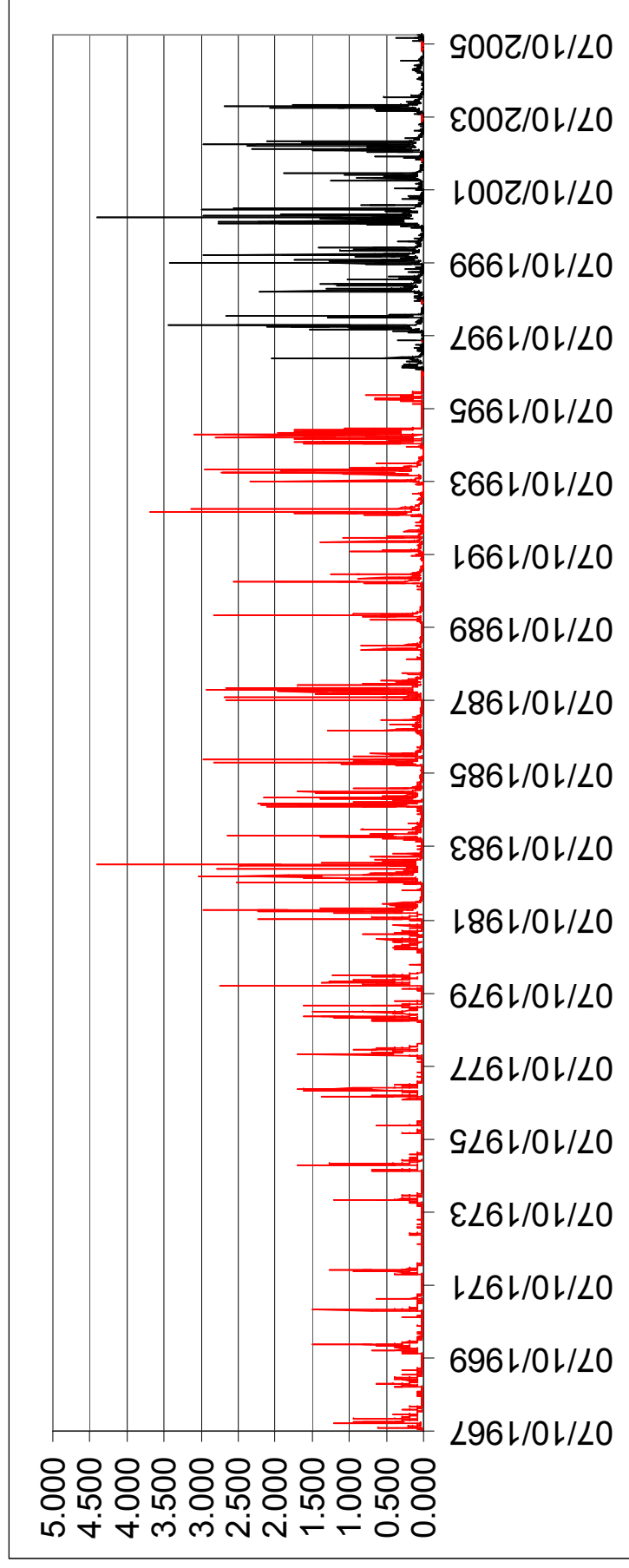
La Sèvre Nantaise à Tiffauges [la Moulinette]



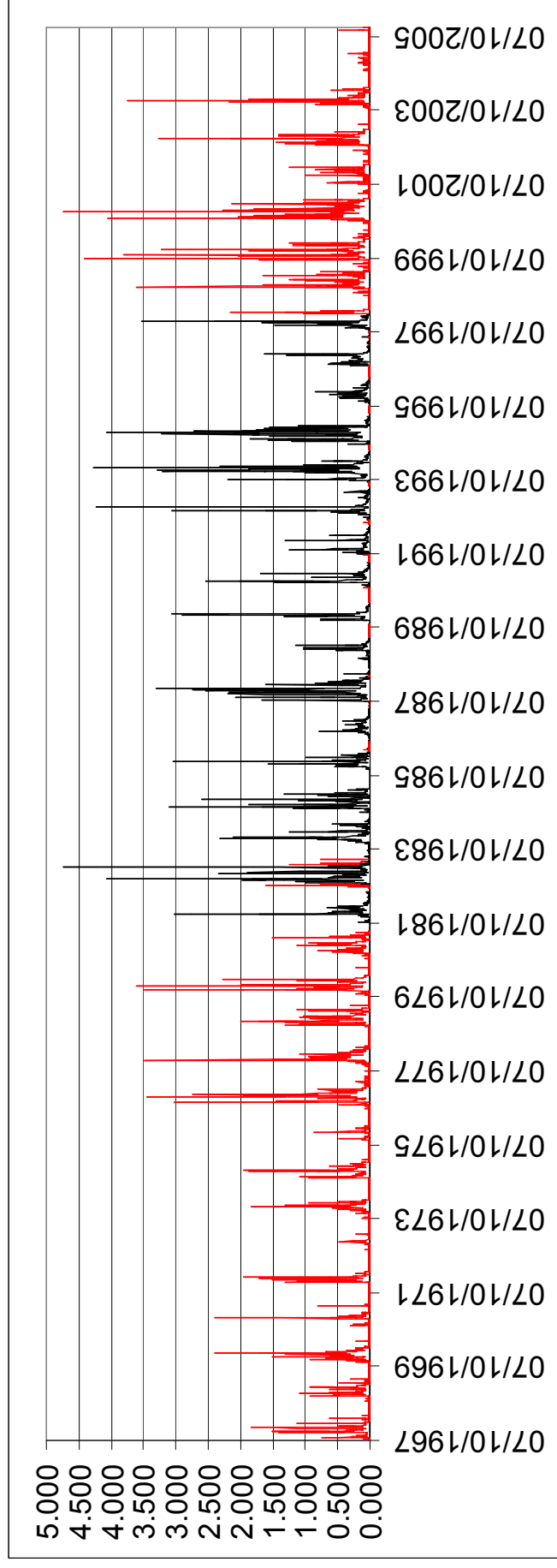
La Grande Maine à Saint-Fulgent [Plessis des Landes]



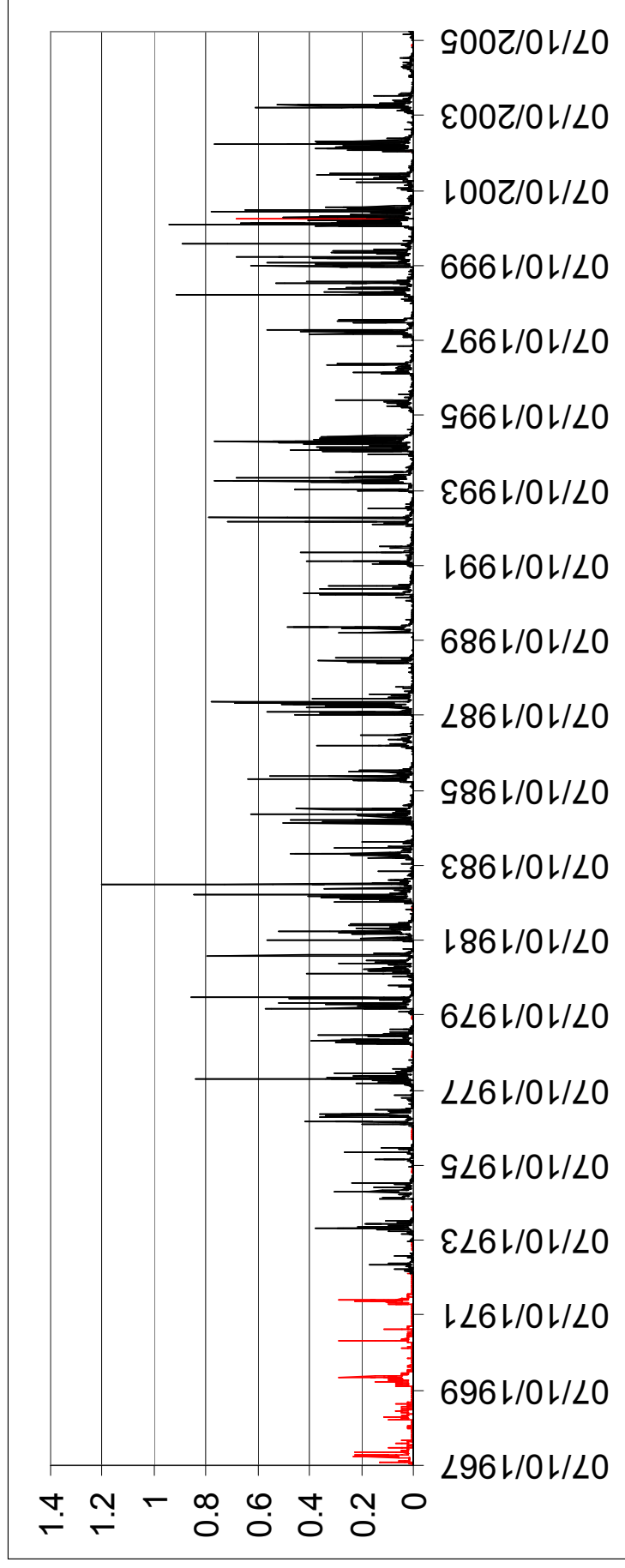
La Petite Main à Saint-Georges-de-Montaigu [Fromage]



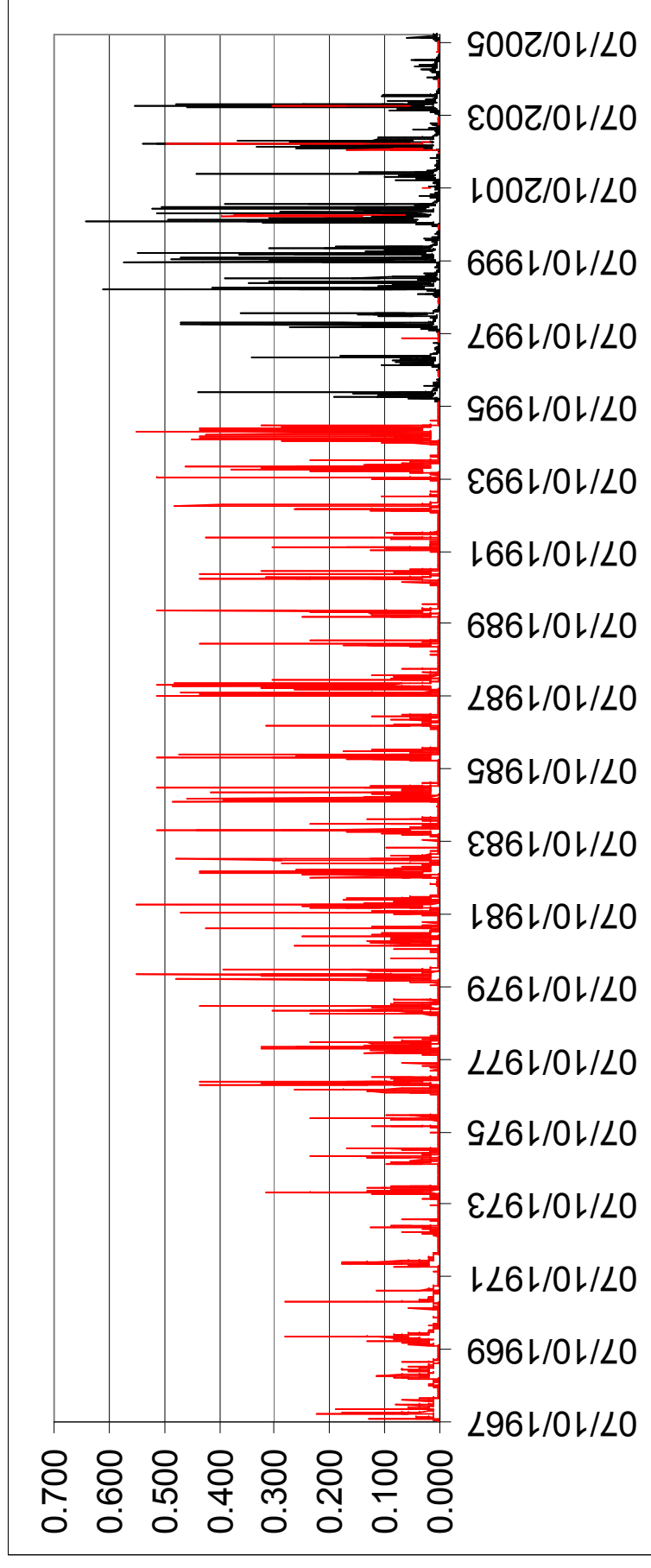
La Boulogne à Rocheservière [La Vacherie]



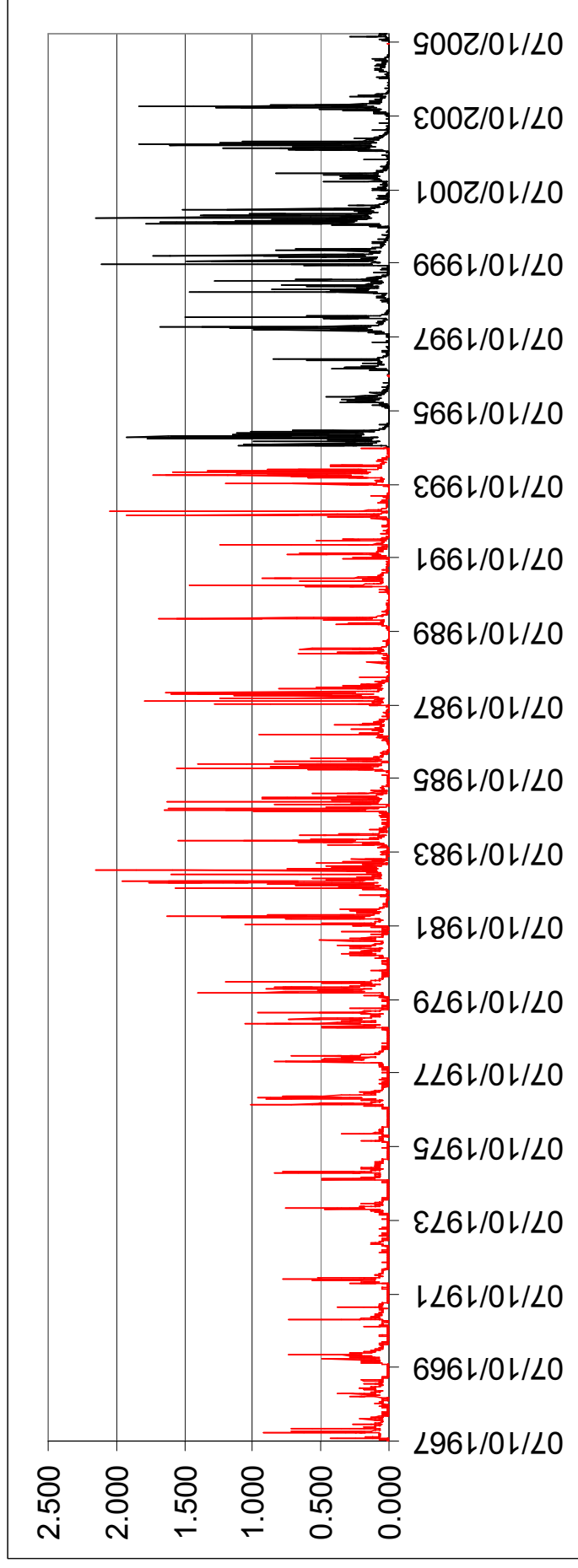
Le Falleron à Falleron



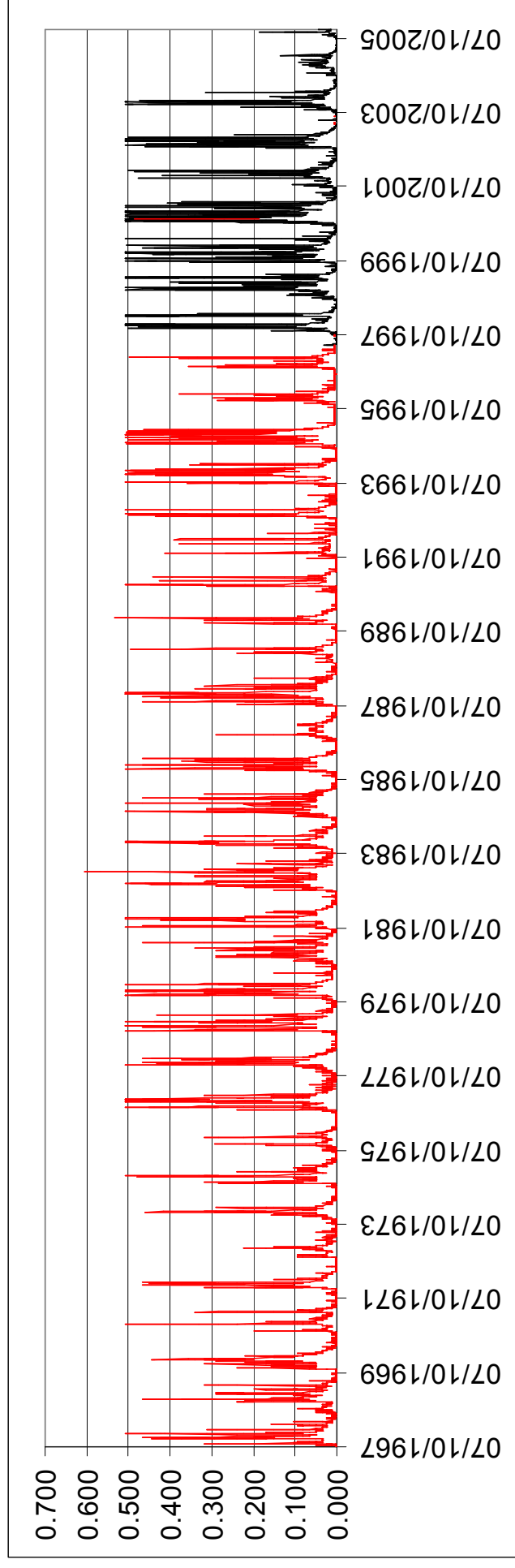
Le Pont-Habert à Challans



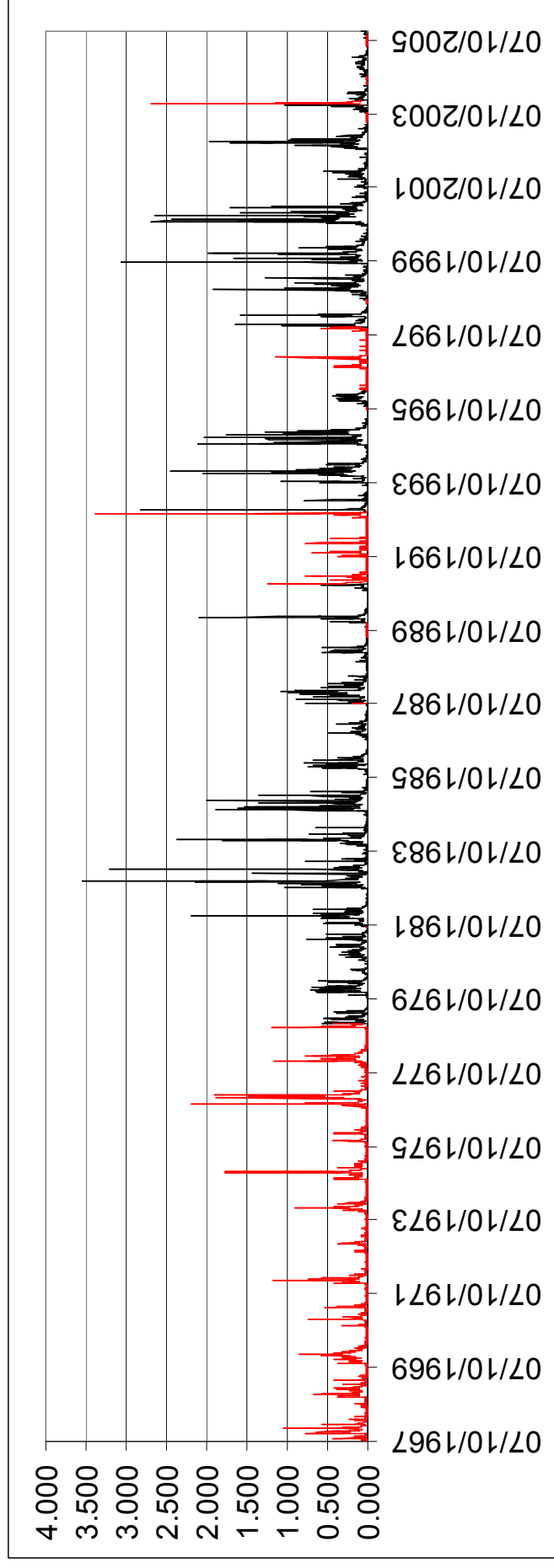
La Vie à la Chapelle-Palluau



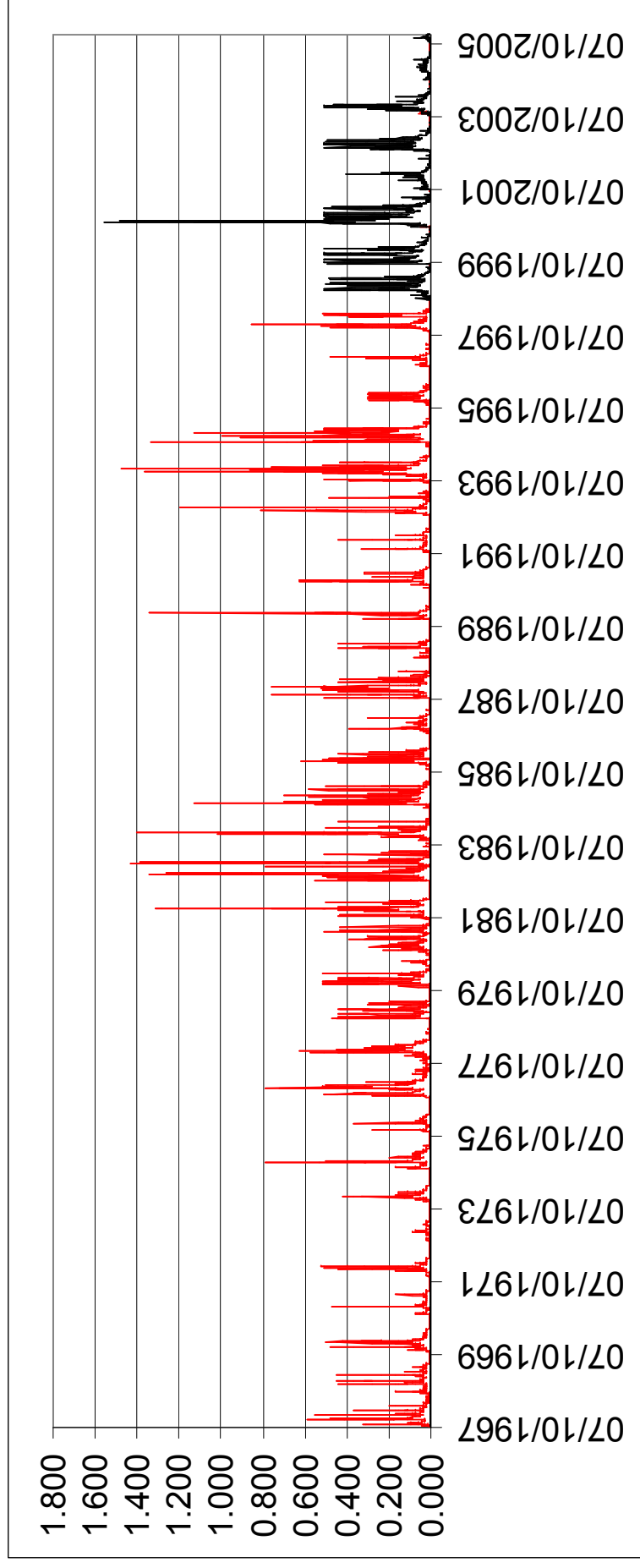
La Petite Boulogne à la Chapelle-Palluau [La Birochère]



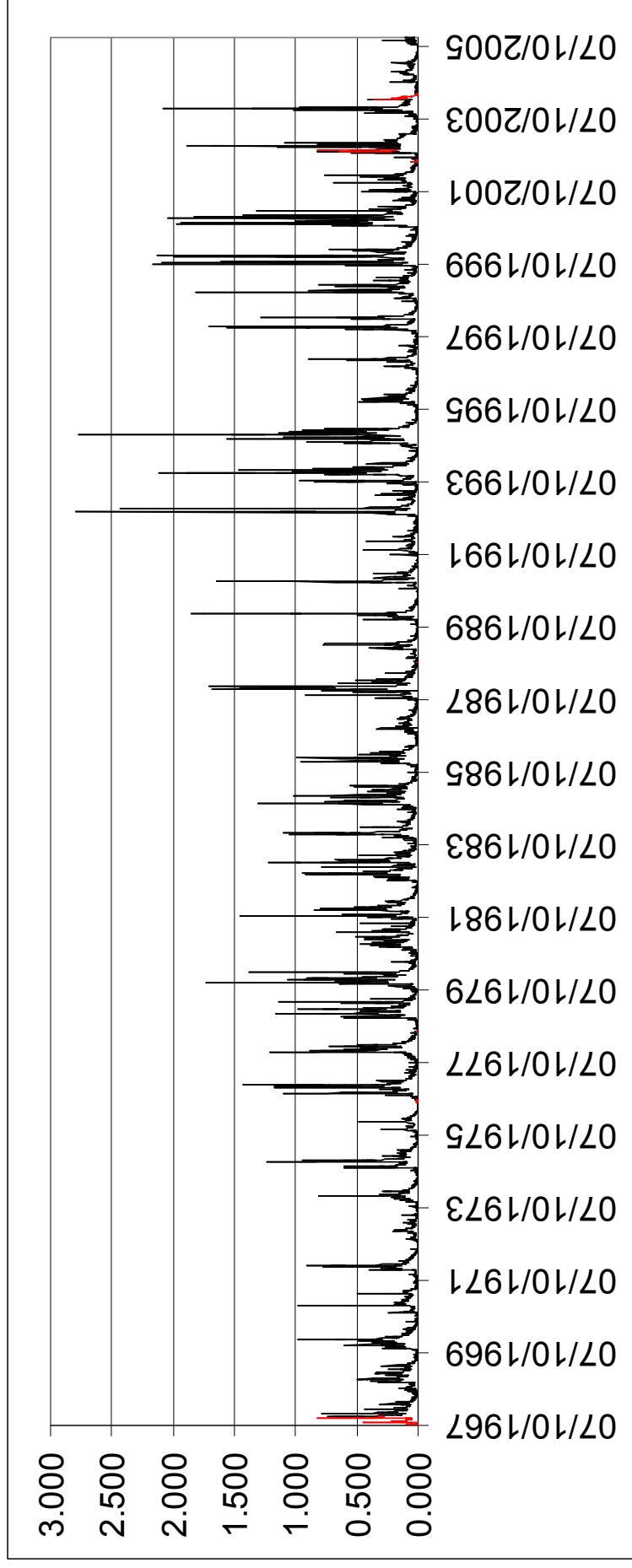
Le Jaunay à la Chapelle-Hermier [Reveillère]



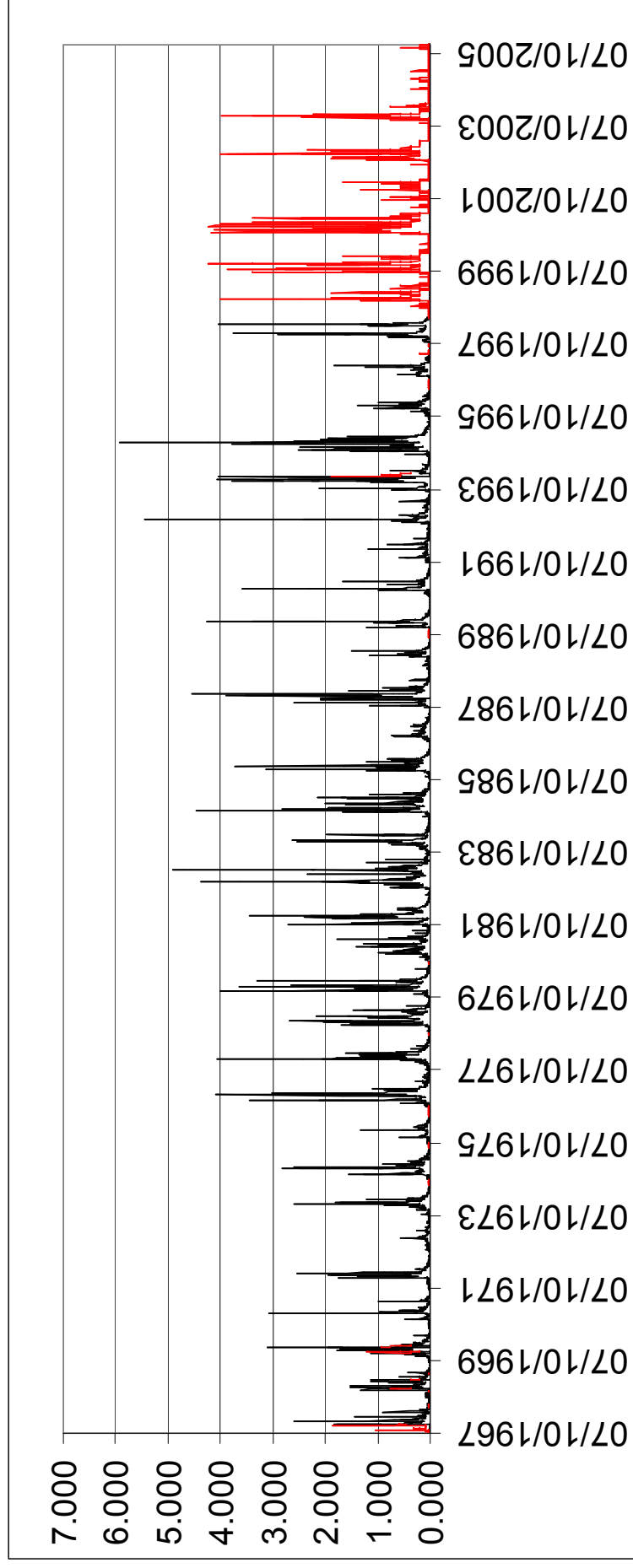
L'Auzance à Vairé [Petit Besson]



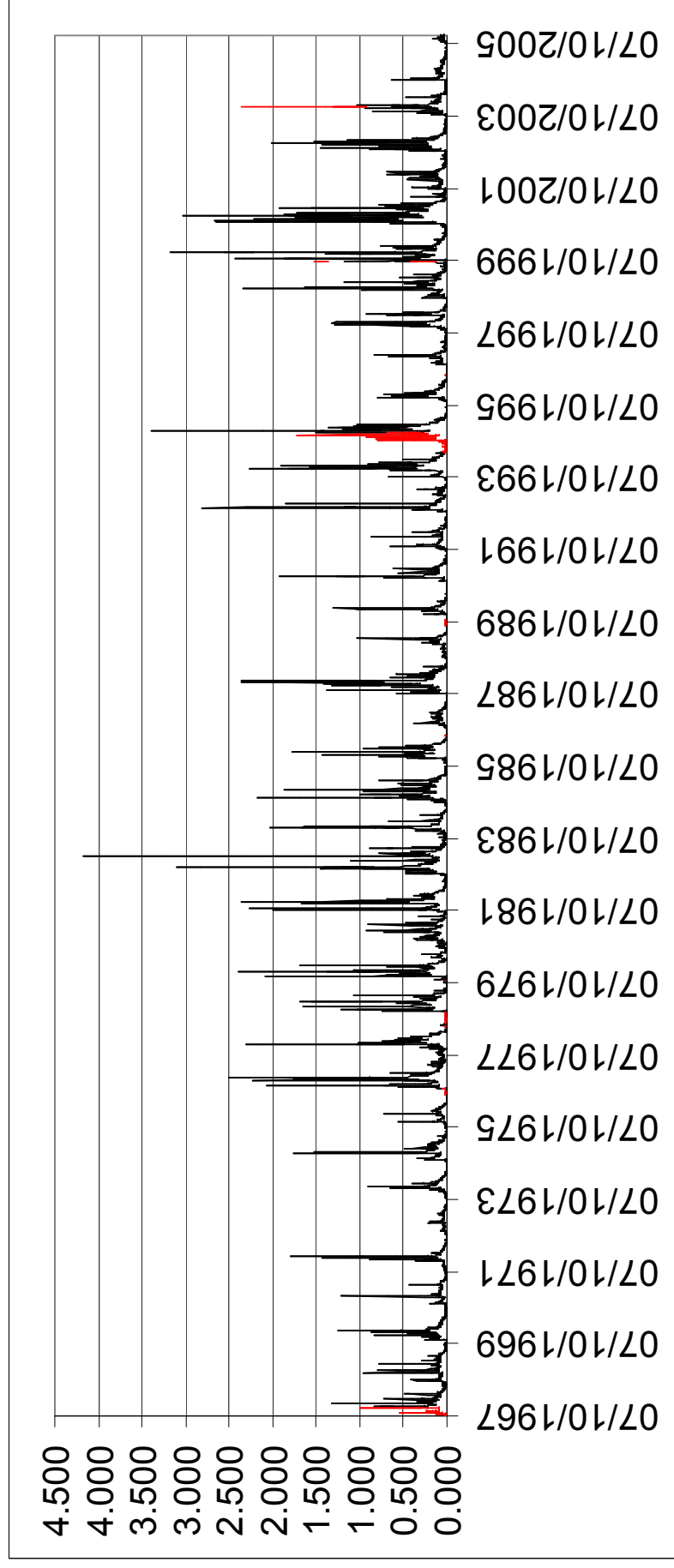
Le Grand Lay à Saint-Prouant [Monsireigne]



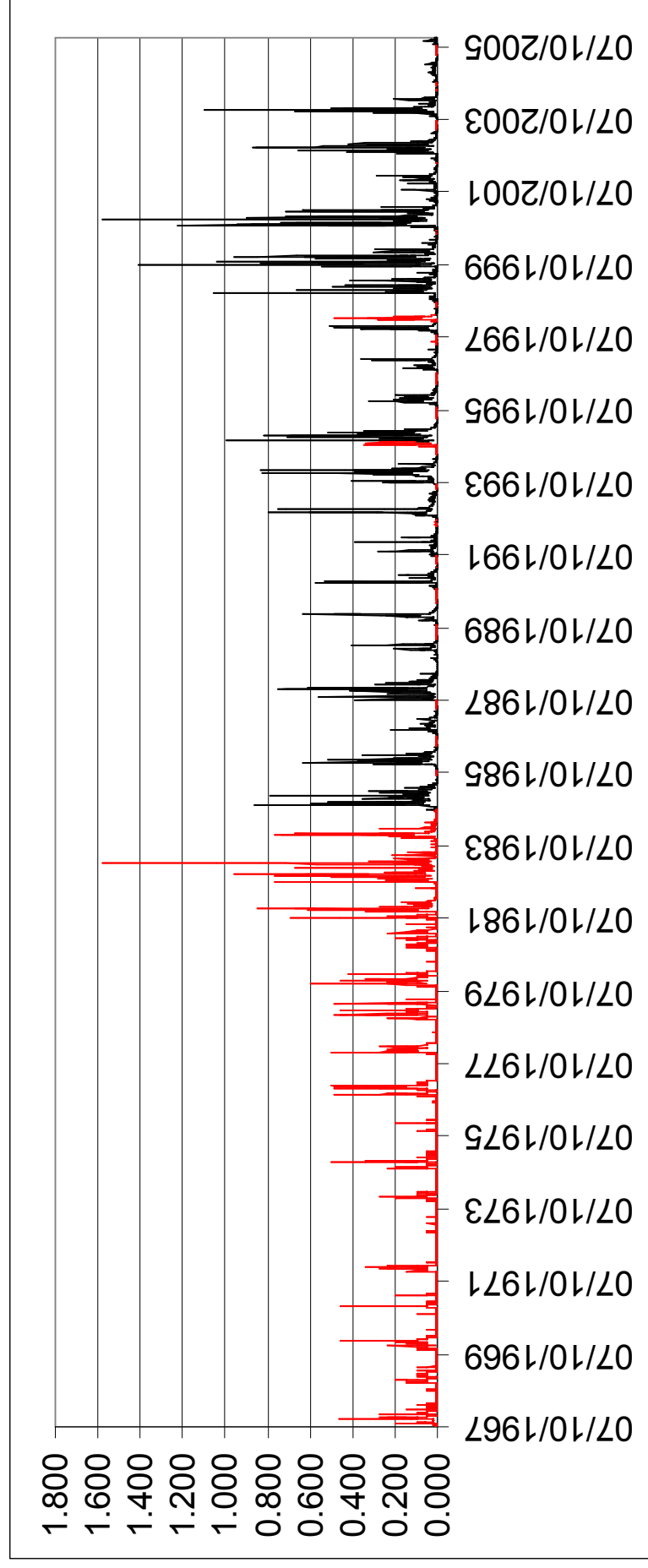
Le Petit Lay à Saint-Hilaire-le-Vouhis



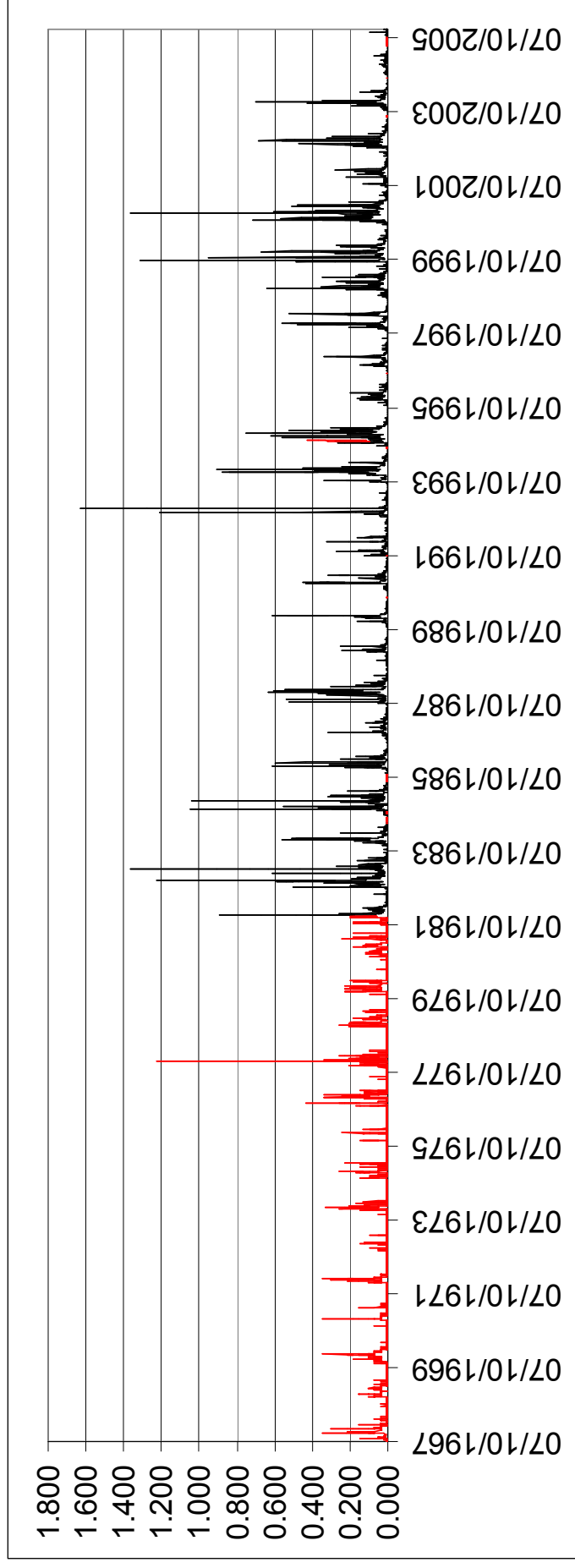
La Smagne à Sainte-Pexine [Les Mottes]



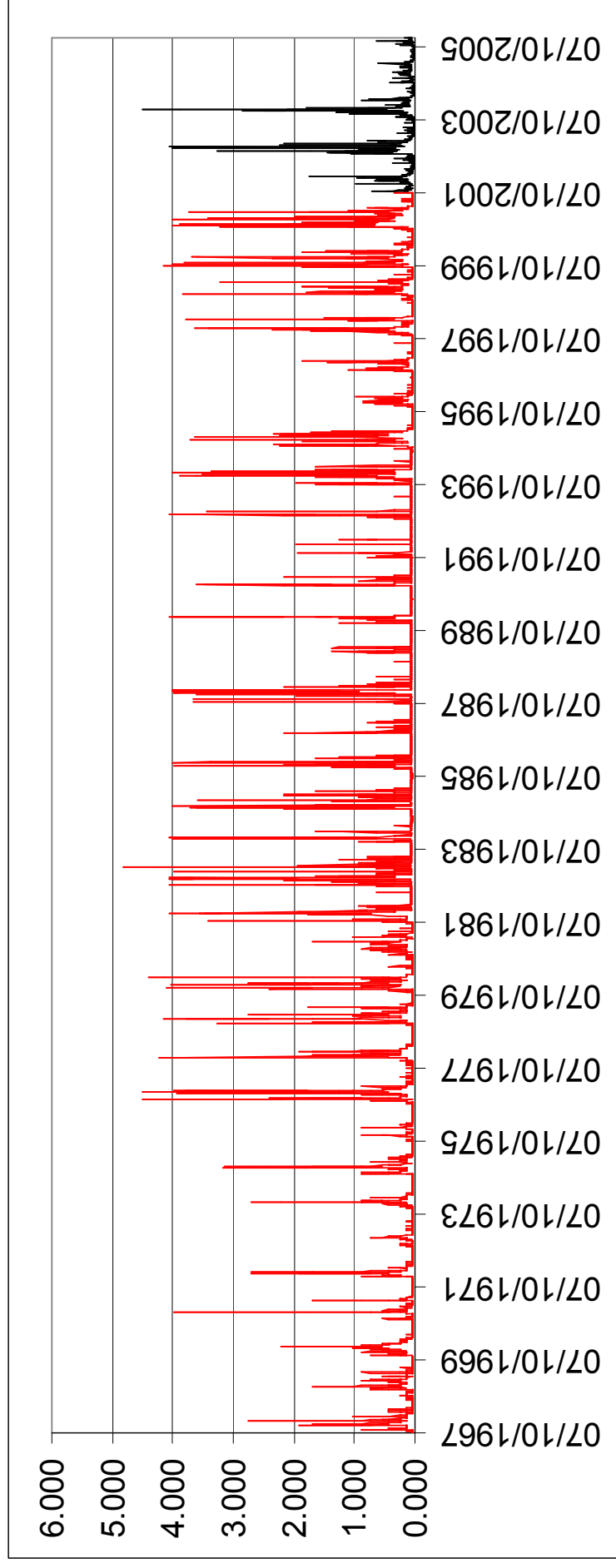
Le Marillet à Saint-Florent-des-Bois [la Clopinière]



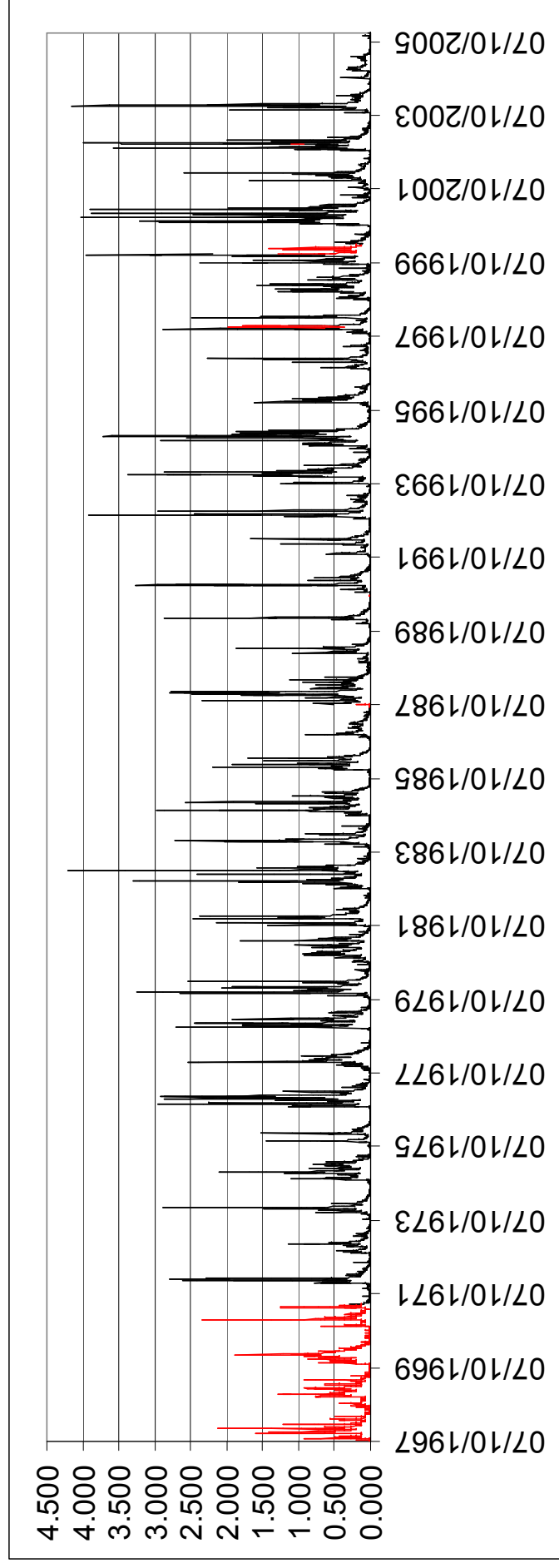
L'Yon à Dompierre-sur-Yon



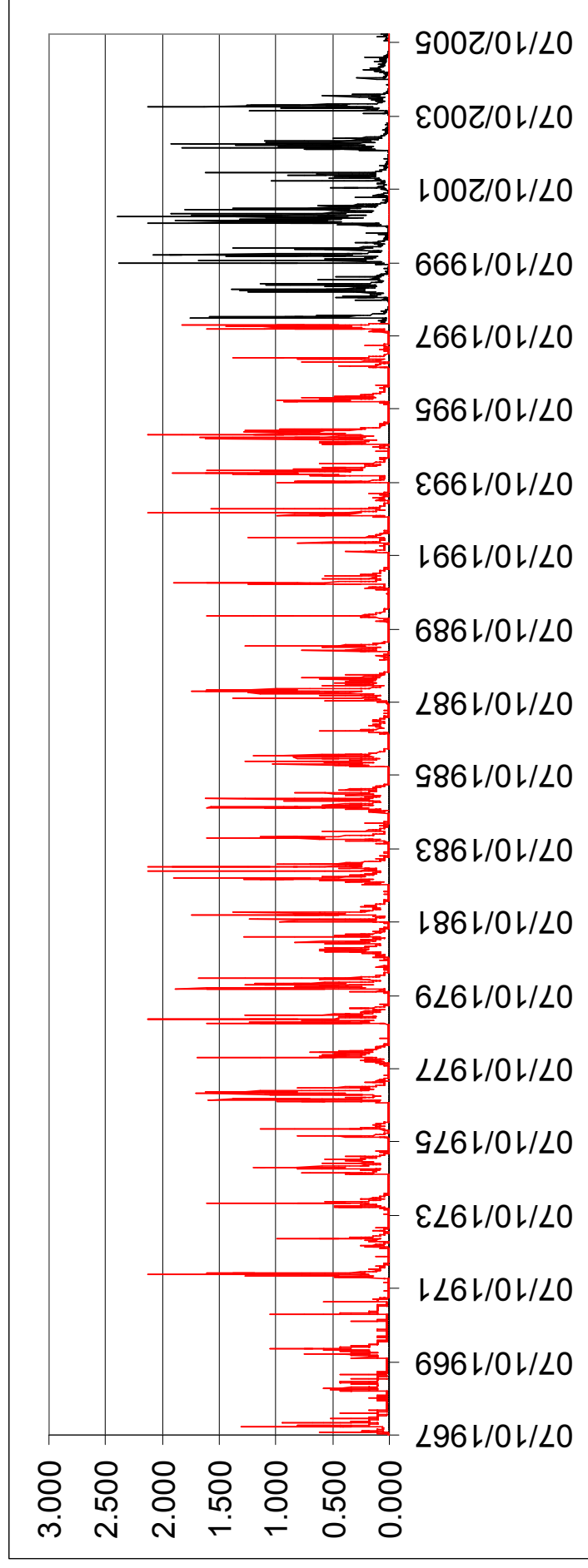
L'Yon à Nesmy [Moulin de Rambourg]



L'Autise à Saint-Hilaire-des-Loges



La Vendée à Foussais-Payré [Pont d'Izard]



La Mère à Antigny [Moulin-Textier]

